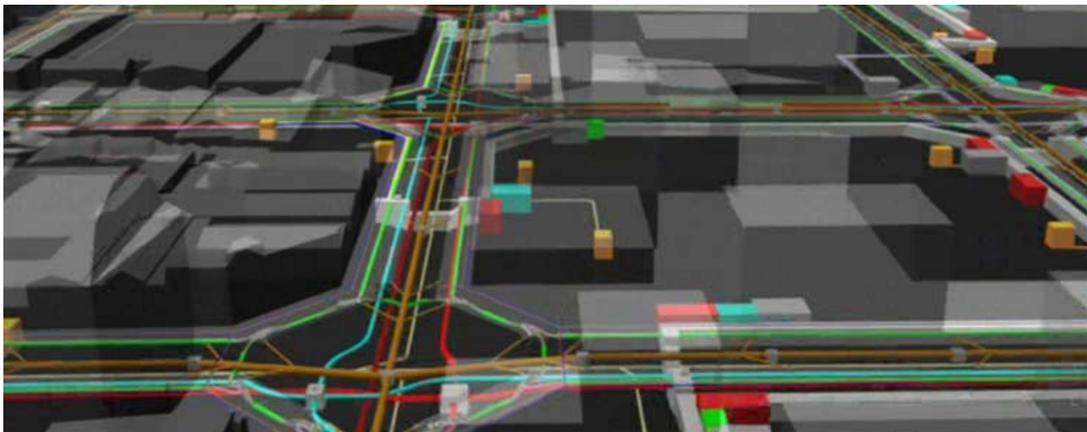


TESIS DOCTORAL

EVOLUCIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS Y SUS REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURAS DE URBANIZACIÓN



Autor: Carlos Turón Rodríguez

Director: Dr. Manuel Herce Vallejo

Tesis presentada para obtener el título de Doctor por la UPC

Programa de Doctorado de Ingeniería Civil

**Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya**

Barcelona, octubre de 2012

Portada

Mapa del subsuelo del distrito tecnológico 22@ de Barcelona. En la imagen se representan, de manera esquemática, las distintas redes de infraestructuras que dan soporte al funcionamiento del distrito.

Ayuntamiento de Barcelona.

http://w110.bcn.cat/portal/site/Urbanisme/menuitem.38ead442d60e56329fc59fc5a2ef8a0c/?vgnextoid=7d2918a1d048d210VgnVCM10000074fea8c0RCRD&vgnnextchannel=7d2918a1d048d210VgnVCM10000074fea8c0RCRD&lang=es_ES

TESIS DOCTORAL

EVOLUCIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS Y SUS REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURAS DE URBANIZACIÓN

Autor: Carlos Turón Rodríguez

Director: Dr. Manuel Herce Vallejo

Tesis presentada para obtener el título de Doctor por la UPC

Programa de Doctorado de Ingeniería Civil

**Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya**

Barcelona, octubre de 2012



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Carlos Turón Rodríguez
Evolución de las áreas productivas y sus requerimientos
de infraestructuras de urbanización.



Quiero expresar mi gratitud a todos los que me han ayudado, colaborado, o dado especial soporte en el desarrollo del presente trabajo, y muy especialmente a mi Director de Tesis Dr. Manuel Herce Vallejo.



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Carlos Turón Rodríguez
Evolución de las áreas productivas y sus requerimientos
de infraestructuras de urbanización.

RESUMEN

Las transformaciones que se han venido produciendo en el sistema productivo, a lo largo de los últimos cincuenta años en España, con la pérdida de peso de la actividad propiamente manufacturera en beneficio de los servicios, entraña, importantes consecuencias para el planeamiento urbano y su posterior ejecución. Aparecen novedosas tipologías que definen a las áreas de implantación de actividades productivas, sustituyendo la clásica denominación polígono industrial, por parques empresariales o sectores de actividades económicas, entre otras; o, en una escala creciente de incorporación de actividades especializadas, parque tecnológico, parque logístico, etc.

Los requerimientos de infraestructuras en estas nuevas áreas, a los cuales deben dar respuesta los proyectos de urbanización, son distintos a los establecidos hasta entonces – servicios urbanísticos básicos -, ya sean por las normativas que definen el planeamiento y la legislación sectorial, por las propias necesidades que estas demandan o por la introducción de criterios de sostenibilidad urbanística.

La incorporación en el ámbito puramente de las infraestructuras de elementos nuevos o modificación de los existentes, como son la gestión integral del ciclo del agua, las energías renovables o la urbótica, contribuyen en gran medida al cumplimiento de las directrices generales que el urbanismo sostenible dicta, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población que trabaja en ellas y el respeto al territorio donde se desarrolla.

A pesar de la escasa y dispersa bibliografía, publicaciones y artículos sobre esta particular temática, con la realización de esta Tesis Doctoral se ofrece como principal aporte la estructuración de una metodología que permite hacer una lectura de la evolución de las áreas productivas, basándose en el estado y funcionamiento actual, y en la concepción de sus redes de infraestructuras, atendiendo a los cambios normativos y sociales producidos, y la repercusión económica que ello ha podido representar.

Palabras clave: Ingeniería civil, Urbanismo, Planificación urbana.

ABSTRACT

The changes that have occurred in the production systems in Spain, during the last fifty years, together with the decrease in importance/weight of purely manufacturing activities for the benefit of services, involve significant consequences for urban planning and its later enactment. Innovative typologies appear which define the areas of implementation of production activities replacing the classic label of industrial zone with business parks or sectors of economic activity, among others; or, on an increasing scale of incorporation of specialized activities, with technological parks or logistic parks, etc.

The requirements of infrastructure in these new areas for which urbanization projects need to provide an answer are different from those established until then – basic urban services – be it due to the norms that define planning and the sector legislation, due to the very necessities that these requirements call for, or due to the introduction of urban sustainability criteria.

The incorporation of new elements or the modification of existing ones in the sphere of infrastructures as such, for instance integrated water cycle management, renewable energies or urban automation, contributes to a great extent to compliance with the general trends dictated by the sustainable urbanism, with the objective to improve the quality of life of the population that works in these areas and with respect to the area where it develops.

Despite the scarce and scattered bibliography, publications and articles on this specific topic, the completion of this doctoral thesis offers as its main contribution the structuring of a methodology that enables a reading of the evolution of productive areas based on their current state and functioning and in the definition of its infrastructure networks catering for social and legislative changes that have taken place and the economic repercussion that these could have represented.

Key words: Civil engineering, Urbanism, Urban planning.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN / ABSTRACT	I
ÍNDICE GENERAL	III
GLOSARIO	IX
LISTADO DE ABREVIATURAS	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS DE LA TESIS	15
3. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL TRABAJO	19
3.1. HIPÓTESIS PREVIAS.....	21
3.1.1. Hipótesis referentes al estado actual de las áreas productivas....	21
3.1.2. Hipótesis referentes a la concepción de las infraestructuras.....	21
3.1.3. Hipótesis referentes a la evolución de las infraestructuras.....	22
3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.2.1. Estructura del trabajo.....	23
3.2.2. Localización de la información.....	24
3.2.3. Recopilación de proyectos. Características de la muestra.....	25
3.2.4. Recopilación de datos de cada proyecto.....	36
3.2.5. Trabajo de campo.....	39
3.2.6. Tratamiento de la información.....	39
4. LAS ÁREAS PRODUCTIVAS	45
4.1. INTRODUCCIÓN.....	47
4.2. EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN EN ESPAÑA.....	48
4.3. TIPOLOGÍAS BÁSICAS DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS.....	58

4.4. LAS NUEVAS ÁREAS PRODUCTIVAS.....	62
4.4.1. Áreas de actividad económica básicamente industrial.....	62
4.4.2. Áreas de actividad económica básicamente logística.....	62
4.4.3. Áreas de actividad económica básicamente terciaria.....	63
4.5. LA ADAPTACIÓN DEL URBANISMO A LAS NUEVAS ESPECIFICIDADES.....	65
5. ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN NORMATIVA DEL URBANISMO.....	69
5.1. INTRODUCCIÓN.....	71
5.2. EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.....	74
5.2.1. Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1956.....	74
5.2.2. Ley de reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1975.....	77
5.2.3. La evolución posterior.....	81
5.3. TRATAMIENTO JURÍDICO DEL SUELO PRODUCTIVO.....	83
5.4. ORDENANZAS DE UNA ÁREA PRODUCTIVA.....	85
5.5. LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	90
5.6. LA LEGISLACIÓN SECTORIAL.....	92
5.6.1. Pavimentación.....	92
5.6.2. Distribución de agua potable.....	92
5.6.3. Evacuación de aguas.....	93
5.6.4. Suministro de energía eléctrica.....	94
5.6.5. Alumbrado público.....	95
5.6.6. Telecomunicaciones.....	95
5.6.7. Abastecimiento de gas.....	96
5.7. NORMAS TÉCNICAS.....	97
5.8. EL PAPEL DE LAS ADMINISTRACIONES.....	99

6. LOS ELEMENTOS DE LA URBANIZACIÓN.....	101
6.1. INTRODUCCIÓN.....	103
6.2. LAS CALLES. LA PAVIMENTACIÓN.....	106
6.2.1. Introducción.....	106
6.2.2. Materiales.....	107
6.3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	108
6.3.1. Introducción.....	108
6.3.2. Dotaciones.....	109
6.3.3. Materiales.....	112
6.4. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS.....	113
6.4.1. Introducción.....	113
6.4.2. Dotaciones.....	116
6.4.3. Materiales.....	118
6.5. RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	119
6.5.1. Introducción.....	119
6.5.2. Dotaciones.....	121
6.5.3. Materiales.....	122
6.6. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	123
6.6.1. Introducción.....	123
6.6.2. Dotaciones.....	124
6.6.3. Materiales.....	127
6.7. RED DE TELECOMUNICACIONES.....	128
6.7.1. Introducción.....	128
6.7.2. Dotaciones.....	129
6.7.3. Materiales.....	129
6.8. RED DE ABASTECIMIENTO DE GAS.....	130
6.8.1. Introducción.....	130
6.8.2. Dotaciones.....	130
6.8.3. Materiales.....	130

6.9. DISPOSICIÓN DE LAS REDES DE SERVICIOS URBANOS.....	132
7. CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD APLICADOS A LA URBANIZACIÓN DE ÁREAS PRODUCTIVAS.....	145
7.1. INTRODUCCIÓN.....	147
7.2. REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE LLUVIA.....	157
7.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE.....	160
7.3.1. Energía solar fotovoltaica.....	160
7.3.2. Energía eólica.....	160
7.3.3. Smart Grid.....	162
7.4. LA URBÓTICA.....	165
7.4.1. Distribución de agua potable.....	167
7.4.2. Evacuación de aguas.....	168
7.4.3. Suministro de energía eléctrica.....	170
7.4.4. Alumbrado público.....	171
7.4.5. Telecomunicaciones.....	172
7.4.6. Abastecimiento de gas.....	173
7.4.7. Proyecto "Open Meter".....	173
7.5. EL CONCEPTO "SMART CITY" APLICADO A LAS ÁREAS PRODUCTIVAS.....	175
8. EL COSTE DE URBANIZACIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS.....	185
8.1. INTRODUCCIÓN.....	187
8.2. EL COSTE DE INVERSIÓN.....	189
8.3. EL COSTE DE MANTENIMIENTO.....	196
8.3.1. Pavimentación.....	197
8.3.2. Distribución de agua potable.....	197
8.3.3. Evacuación de aguas.....	197
8.3.4. Suministro de energía eléctrica.....	198

8.3.5. Alumbrado público.....	199
8.3.6. Telecomunicaciones.....	199
8.3.7. Abastecimiento de gas.....	199
8.4. EL COSTE AMBIENTAL.....	205
9. ANÁLISIS EN EL DISEÑO DE LAS ÁREAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS.....	207
9.1. ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACION TÉCNICA.....	209
9.1.1. Concreción de las dotaciones de diseño.....	209
9.1.2. Estudio de alternativas posibles en el diseño.....	210
9.1.3. Justificación de las soluciones adoptadas.....	210
9.1.4. Elementos de la urbanización diseñados por las Compañías Suministradoras.....	211
9.2. ANÁLISIS DEL TRABAJO DE CAMPO.....	213
9.3. ANÁLISIS SOBRE LA CONCEPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS.....	222
9.3.1. Visión integral de la concepción de las infraestructuras.....	222
9.3.2. Mejora de la complementariedad de redes.....	226
9.3.3. Implicaciones de la implantación de las redes con el terreno existente.....	235
9.3.4. Gradualidad para futuras actuaciones.....	235
9.3.5. Relevancia de las redes para el funcionamiento de las áreas.....	238
9.4. ANÁLISIS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS....	240
9.4.1. Distribución de superficies de actuación.....	240
9.4.2. Pavimentación.....	247
9.4.3. Distribución de agua potable.....	248
9.4.4. Evacuación de aguas.....	253
9.4.5. Suministro de energía eléctrica.....	257
9.4.6. Alumbrado público.....	260
9.4.7. Telecomunicaciones.....	263

9.4.8. Abastecimiento de gas.....	264
10. CONCLUSIONES.....	265
10.1.COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	267
10.2.CONCLUSIONES PERSONALES.....	277
10.3.INVESTIGACIONES FUTURAS.....	280
ÍNDICE DE FIGURAS.....	281
ÍNDICE DE TABLAS.....	287
BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	293
BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA Y OTRAS REFERENCIAS POR CAPÍTULOS.....	299
ANEJO.....	311
<i>FICHAS TÉCNICAS DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS SELECCIONADAS</i>	

GLOSARIO

Áreas productivas

Espacios urbanizados donde se localizan actividades económicas en suelo calificado de industrial, terciario o mixto.

Autoconsumo

Consumir la propia electricidad generada, pudiendo vender la energía sobrante y/o comprar la energía que puede faltar.

Deslocalización

Movimiento que realizan algunas empresas trasladando sus centros de trabajo en países desarrollados a países con menores costos para ellos.

Incasòl

Organismo autónomo de la Generalitat de Catalunya, con competencias urbanísticas en materia de planeamiento y gestión en los supuestos en que opere como administración actuante, pudiendo ser receptora de la cesión a título gratuito o de la enajenación directa de terrenos, del patrimonio público de suelo y vivienda.

Microrredes

Redes eléctricas de reducido tamaño que constan de distintas fuentes de generación y acumulación distribuidas para el suministro de energía eléctrica.

Normas técnicas

Documentos que contienen especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.

Obra de urbanización

Conjunto de actividades necesarias para transformar el suelo sin urbanizar, en suelo urbanizado.

Plan Parcial

Instrumento de planeamiento urbanístico que tiene por objeto la ordenación detallada en suelo urbanizable de un sector, delimitado por el Plan General de Ordenación Urbana o por el resto de los instrumentos de planeamiento general. Entre sus determinaciones figuran las redes generales y locales del sector y sus enlaces, las zonas de ordenación, la regulación de los usos pormenorizados y tipologías edificatorias, las reservas de dotaciones, el plan de etapas y la evaluación económicas de sus actuaciones.

Polígono industrial

Espacio territorial ordenado en parcelas, con unas infraestructuras de servicios comunes, en el cual se agrupan una serie de actividades, tradicionalmente de carácter industrial.

Proyectos de urbanización

Son proyectos de ejecución de obras que tienen por finalidad llevar a la práctica el planeamiento urbanístico.

Sostenibilidad urbanística

Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

Smart City

Ciudades que desarrollan mejoras tecnológicas para crear entornos urbanos más habitables y más eficientes en la gestión de los recursos disponibles.

Smart Grid

Término inglés que puede traducirse por Red de distribución de energía eléctrica "inteligente" ya que utiliza la tecnología informática para optimizar la producción y la distribución de electricidad, con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores.

Uso del suelo

Categoría urbanística que expresa la capacidad o aptitud de un espacio determinado para acoger un conjunto de actividades y funciones.

Urbótica

Conjunto de las tecnologías de la electrónica, de los automatismos, de la informática y de las telecomunicaciones utilizadas en la vía pública o en el espacio urbano, para convertirlo en un sistema inteligente.

LISTADO DE ABREVIATURAS

ACA:	“Agència Catalana de l'Aigua”.
ADR:	Agencia de Desarrollo Regional.
AEAS:	Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento.
AENOR:	Asociación Española de Normalización.
APTE:	Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España.
ATV:	Asociación Técnica para el Saneamiento de Alemania.
BSC:	“Barcelona Supercomputing Center”.
CEN:	Comité Europeo de Normalización.
CENELEC:	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
CESCA:	“Centre de Serveis Científics i Acadèmics de Catalunya”.
CIE:	Comisión Internacional de Alumbrado.
CIM:	Centro Intermodal de Mercancías.
CUT:	“Comissió d'Urbanisme de Tarragona”. Generalitat de Catalunya.
DIN:	“Deutsches Institut für Normung” – Instituto Alemán de Normalización.
ETSI:	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones.
FD:	Fundación dúctil.
FEDER:	Fondo Europeo de Desarrollo Regional.
INCASOL:	“Institut Català del Sòl”.
IASP:	“International Association of Science Parks”.
IEC:	Comisión Electrotécnica Internacional.
IEEE:	“Institute of Electrical and Electronics Engineers”.
INE:	Instituto Nacional de Estadística.
INI:	Instituto Nacional de Industria.
IPC:	Índice de precios de consumo.
IPRI:	Índice de precios industriales.
IRI:	“Istituto per la Ricostruzione Industriale”.
ISO:	Organización Internacional de Normalización.

NBE:	Norma Básica de la Edificación.
NNSS:	Normas Subsidiarias.
PEAD:	Polietileno de alta densidad.
PEC:	Presupuesto de ejecución por contrata.
PEM:	Presupuesto de ejecución material.
PIB:	Producto interior bruto.
PGOU:	Plan General de Ordenación Urbana.
PHN:	Plan Hidrológico Nacional.
PVC:	Policloruro de vinilo.
REBT:	Reglamento electrotécnico para baja tensión.
RTC:	Control en tiempo real.
SAE:	Sector de actividades económicas.
SCADA:	Control de supervisión y adquisición de datos.
SEPES:	Entidad Pública Empresarial de Suelo.
STSI:	“Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la informació”.
UNE:	Una Norma Española.
UPIC:	“Unió de Polígons Industrials de Catalunya”.
UTM:	Sistema de coordenadas “Universal Transverse Mercator”.
VMCC:	Vapor de mercurio color corregido.
VSAP:	Vapor de sodio de alta presión.
ZID:	Zona Industrial en Declive.
ZPE:	Zona de Promoción Económica.
ZUR:	Zona de Urgente Reindustrialización

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones que se han venido produciendo de forma paulatina en el sistema productivo a lo largo de los últimos cincuenta años y las consecuentes modificaciones de las tradicionales pautas de localización industrial, así como las diversas y novedosas tipologías de asentamiento que han ido apareciendo, configuran a partir de la década de los años ochenta, el nuevo “escenario” de los asentamientos urbanos dedicados a, lo que denomino en esta investigación, las áreas productivas.

La pérdida de peso de la actividad propiamente manufacturera en beneficio de los servicios, la estandarización de los diferentes momentos del proceso productivo y, el desarrollo de la informática y las nuevas tecnologías de la información, inciden de manera total en las relaciones de producción y sociales. Las empresas tienen tendencia a externalizar sus servicios, conservando los de mayor valor añadido o, en particular, los que tienen más interés estratégico para su actividad, apareciendo zonas destinadas a cubrir objetivos más específicos.

Aparecen nuevos nombres que definen a estas zonas de implantación de actividades productivas, y que sustituyen a la clásica denominación polígono industrial, como son polígonos de actividad, parque empresarial, área de actividades económicas, etc., repartiendo la actividad dominante, que era la producción por otras como la actividad terciaria (comercio, logística, etc.)

El fenómeno descrito, que puede definirse como la creciente tercerización de las actividades industriales, entraña, importantes consecuencias para el planeamiento urbano. En muchos casos la actividades productivas representan uno de los principales elementos de evolución de la ciudad y, para muchas ciudades la razón de ser de las mismas, constituyéndose en uno de los principales motores de crecimiento y de estructuración interna del espacio urbano, así como en un de los factores con mayor incidencia sobre la problemática social y urbanística.

Muchos autores consideran que los procesos de industrialización o de implantación de actividades productivas y los procesos de urbanización constituyen fenómenos íntimamente dependientes, que caracterizan la evolución contemporánea de las sociedades desarrolladas (Segura, R. – 1989)¹. De hecho, en Europa, el concepto de la urbanización se produjo al mismo tiempo que la industrialización, cuando los propietarios burgueses se dieron cuenta de que era

¹ SEGURA SANZ, Rodolfo, et al. Actividad industrial y sistemas urbanos: Evolución y tendencias de las tipologías y modelos de localización industrial en relación con la ciudad y las actividades urbanas, p. 17

necesario mejorar las condiciones de vida para asegurar la productividad de los trabajadores (Magrinyà, F. - 2005)².

Las necesidades o deseos de atraer nuevas actividades económicas a un territorio dado, o de ampliar las ya existentes, se trasladan a los planes urbanísticos en forma de propuestas de clasificación o de calificación de suelos para usos determinados, aunque la posterior implantación de la actividad se producirá en la medida que existan condiciones de demanda de suelo en la zona capaces de realizarse bajo las condiciones técnicas y económicas que impone el polígono o área.

El concepto de uso del suelo, es una categoría urbanística que normalmente expresa la capacidad o aptitud que se atribuye en el Plan a un espacio determinado para acoger una o un conjunto de actividades y funciones. El término más comúnmente empleado en los planes para designar el espacio urbanístico de actividades económicas convencionalmente asimiladas a la industria ha sido el de uso industrial.

La consideración de "Industria", o "Uso Industrial" como expresión de uso global en el nivel de planeamiento municipal suele ser utilizado en muchas ocasiones como término para designar espacios destinados a albergar las actividades industriales estrictas junto a otro conjunto delimitado de funciones de servicios como pueden ser los de almacenaje, depósito y comercio mayorista, actividades de reparación de bienes de carácter industrial o incluso tiendas de bienes domésticos (Gago, J. - 1994)³.

El espacio para actividades económicas, y más concretamente el espacio industrial es comúnmente considerado por el planeamiento superior como un elemento marginal dentro del espacio urbano. Tradicionalmente la ordenación de este espacio, ha estado siempre relegado a un segundo plano, si se compara con otros usos de la ciudad más integrados en el concepto de lo urbano, tales como la residencia o la actividad comercial.

Los agentes públicos implicados en la configuración de las áreas económicas, estableciendo las normas con qué ha de producirse el espacio edificado, y en muchas ocasiones promoviendo dichas actuaciones (INCASOL⁴, SEPES⁵, etc.), han asumido durante décadas su

² MAGRINYÀ, Francesc, et al. Asentamientos humanos e infraestructuras de servicios urbanos, p. 9

³ GAGO DÁVILA, Jesús and Castilla i Lleó. Junta. Ordenación de áreas industriales, p. 33

⁴ Institut Català del Sòl.

⁵ Entidad Pública Empresarial de Suelo.

organización en el espacio bajo una óptica desarrollista, dando pie a localizaciones irracionales y al sobredimensionamiento de áreas productivas que se llevan a cabo en función de criterios políticos o de prestigio.



Figura núm. 1-1: Sector de Actividades Económicas "Catalunya Sud", de Tortosa y l'Aldea, Tarragona ⁶

Quizás, por su importancia económica y como arquetipo de las actividades productivas, donde prima el beneficio económico como fin, sea el aspecto de la localización, el fenómeno más estudiado. Los modelos más clásicos han puesto el acento en la combinación de factores precisos para producir un determinado bien, denominando "función de la producción" la combinación concreta de cada factor de producción (mano de obra, suelo, etc.) en función de su coste, eligiendo el empresario la ubicación que le es más favorable en la combinación del beneficio y coste de acceso al mercado.

Tradicionalmente se ha venido considerando que las condiciones que han determinado la distribución geográfica de las actividades productivas, en países industrializados, se basan en una serie de factores que han ido evolucionando y que diversos autores han estudiado. Entre las teorías de localización basadas en el mínimo coste, la más clásica es la formulada por A. Weber (1919) conocida como el triángulo óptimo de localización.

⁶(1) INSTITUT CATALÀ DEL SÒL (INCASOL)

⁶(2) "Unió de Polígons Industrials de Catalunya" (UPIC). Sector de Actividades Económicas "Catalunya Sud", de Tortosa y l'Aldea, desarrollado INCASOL, en 2003, con una superficie de más de 53 Ha, en su primera fase y una inversión de 23 m€. En la actualidad la ocupación no supera el 15 %.

El estudio de los factores de localización diferencia las actividades tradicionales, como pueden ser las industriales, de otras actividades “nuevas”, como pueden ser las de tipo tecnológico, o terciarias (actividades logísticas, comerciales, etc.). De entre todos los factores de localización, destacan:

- Emplazamiento geográfico.
- Terrenos.
- Locales o naves industriales.
- Infraestructuras adecuadas (agua, energía eléctrica, etc.)
- Mano de obra.
- Accesibilidad a las materias primas.
- Transporte y comunicaciones (autopistas, ferrocarriles, puertos, etc.).

La incidencia de cada factor en la decisión final de localización dependerá del tipo de actividades a implantar, aunque ninguno de ellos se tenderá a anular, todos ellos tienen su importancia.

De acuerdo al “Estudio sobre pautas de localización territorial de empresas industriales” (Segura, R. – 1989)⁷, como factores más significativos en la elección de la localización, se enumeraba en primer lugar razones económicas de primera implantación (entre ellas, precios del suelo). También en posiciones posteriores aparecían la existencia de suelo urbanizado o de polígonos industriales y la disponibilidad de infraestructuras.

Diversos autores han trabajado en esta idea. Así, J. Sáez⁸ (1992), afirma que “para la empresa industrial, tanto para iniciar su actividad como para los casos en que es necesario trasladar su emplazamiento, la disponibilidad de suelo con unas condiciones adecuadas de situación, calidad y coste se convierte en un factor importante de competitividad”.

En ocasiones, ante la falta de una oferta de suelo bien dimensionada y localizada, y a un coste adecuado, las empresas han preferido desarrollar su espacio productivo permitiéndoles obtener un suelo barato, bien localizado, bien dimensionado y con unas condiciones de accesibilidad y urbanización dignas.

⁷ SEGURA SANZ, et al. Actividad industrial y sistemas urbanos: Evolución y tendencias de las tipologías y modelos de localización industrial en relación con la ciudad y las actividades urbanas, p. 69

⁸ SÁEZ BÀRCENA, Javier. El sòl industrial, p. 1.1.



Figura núm. 1-2: Instalaciones de Vinyes Albinyana en el municipio de Albinyana, Baix Penedès⁹.
(Imagen Google Earth)

La inversión en suelo que toda empresa de estas características necesita, forma parte de la estructura de la inversión material. En 2007 y a nivel del conjunto de España, dicha estructura se distribuía de tal manera que la inversión conjunta en instalaciones y maquinaria es de una gran relevancia en la industria, constituyendo el 67 % de la inversión total. Dentro del conjunto de otros activos materiales (14 %) figuran incluidos los elementos de transporte (2 %) y los equipos informáticos (1 %). En cuanto al apartado de terrenos y construcciones, éstas últimas contribuyen con un 9 % mientras que los terrenos y bienes naturales suponen el 3 % restante (INE – 2010)¹⁰.



Figura núm. 1-3: Distribución de la estructura de la inversión material en España¹⁰.

Esta estructura de la inversión presenta algunos cambios a medida que aumenta el tamaño de las empresas. Así por ejemplo, la inversión en instalaciones técnicas se incrementa de forma progresiva con el tamaño empresarial y supone un 61 % del total de inversión en el conjunto de

⁹ La empresa Vinyes Albinyana desarrolló en el año 2000, su propio polígono en Albinyana – Tarragona, adecuando el diseño y las infraestructuras a sus necesidades.

¹⁰ Instituto Nacional de Estadística (INE). Panorámica de la industria, p. 84

empresas con más de 1.000 personas ocupadas, mientras que la importancia relativa de la inversión tanto en construcciones como en maquinaria disminuye conforme aumenta la dimensión de la empresa.

Para el caso concreto de Cataluña, se estimaba que la repercusión del coste del suelo sobre la inversión total de la instalación de una empresa debería de oscilar entre un 5 % y un 10 %, pudiendo llegar en determinados casos y áreas hasta un 20 % de los costes de implantación (Sáez, J. – 1992)¹¹.

La preocupación por el coste de la urbanización es inherente al inicio de la urbanística como disciplina, planteando en muchas ocasiones los modelos de ordenación en base a la incidencia de la variable coste de inversión, a partir de unos estándares adecuados de prestación de servicios, que cumplan los requisitos mínimos tanto normativos como funcionales, dejando en un segundo término los costes de mantenimiento y el coste ecológico¹².

El coste de adquisición del suelo viene determinado por los distintos factores que componen el proceso productivo en su conjunto. En un esquema simplista, se descompone el coste total de la urbanización en: El coste del suelo, el coste de la obra urbanizadora, el coste representado por los gastos de la gestión urbanizadora y, los gastos financieros (remuneración de capital de financiación). Esquema que responde al triple elemento de coste de compra, coste de producción y coste de distribución (Martin, J. – 1969)¹³. Pero el coste total del terreno urbanizado tiene el derecho máximo que le permite la incidencia económicamente tolerable del mismo en el costo de la edificación.

Por otra parte, el coste de la obra urbanizadora viene dado por el coste del conjunto de los componentes que de manera convencional se han clasificado a partir de la función de suministro para la que fueron concebidos: pavimentación, saneamiento como suma de las funciones de drenaje y recogida de aguas residuales; abastecimiento de agua potable; distribución de energía eléctrica; distribución de gas; alumbrado público; conducciones de telecomunicación; e incluso, en algunos contextos, red de calefacción o de distribución por aire comprimido (de paquetes, recogida de basuras, etc.), tratamiento superficial y vegetación del espacio público, (Herce, M. - 2002)¹⁴.

¹¹ SÁEZ BÁRCENA. El sòl industrial, p. 71

¹² El coste ecológico se ha introducido de manera mucho más reciente en la sociedad.

¹³ MARTIN BLANCO, José. La infraestructura del urbanismo, p. 125

¹⁴ HERCE, Manuel and MAGRINYÀ, Francesc. La ingeniería en la evolución de la urbanística, p. 191

La existencia de todas o algunas de las infraestructuras enumeradas anteriormente depende del contexto, de su nivel de renta, idiosincrasia y marco normativo.

La Ley 19/1975¹⁵ estableció por primera vez en España, la obligación de disponer de determinadas infraestructuras urbanas para considerar un suelo como urbanizado, sin entrar en el uso que se estableciera, permitiendo poder realizar una edificación en él. Concretamente se exigía calzada pavimentada y encintado de aceras, abastecimiento de agua, evacuación de aguas y suministro de energía eléctrica.

La realidad desde hace unos años es bien distinta: Construcción de redes de comunicaciones, abastecimiento de gas, señalización informativa, mobiliario urbano, etc., Es decir que independientemente de los requisitos mínimos legales, los distintos agentes que intervienen en el proceso urbanizador han ampliado estos criterios establecidos normativamente.

En los últimos años, bajo la imprecisa denominación de parques empresariales, parques de actividades económicas, etc., han aparecido toda una serie de gradaciones en la oferta de suelo urbanizado para actividades económicas con una escala creciente de incorporación de actividades especializadas, pudiendo encontrar denominaciones como: parque tecnológico, parque logístico, parque industrial, etc.

También determinados agentes gestores de áreas económicas, como es el caso de INCASOL¹⁶ en Cataluña, se han planteado actualizar el concepto de polígono industrial de sus actuaciones realizadas en años pasados, en un intento de adaptar dichas áreas a los nuevos “arquetipos” desde nuevas perspectivas sociales, técnicas, funcionales, económicas, ambientales, paisajísticas y a la vez añadir valor al urbanismo de los emplazamientos de las actividades en la gestión sostenible del territorio.

¹⁵ Ley 19/1975, de 2 de mayo, de reforma de la ley sobre régimen de suelo y ordenación urbana. B.O.E. nº107 de 5 de mayo de 1975

¹⁶ Institut Català del Sòl. Dels polígons industrials als sectors d'activitat econòmica: Gestió integral: Programació, planejament, projecte, execució, conservació, gestió de recursos. Llibre d'estil



Figura núm. 1-4: Parque tecnológico de San Sebastián¹⁷.



Figura núm. 1-5: Centro logístico "CIM El Camp", Tarragona¹⁸.

En relación con el Polígono Industrial tradicional, las nuevas denominaciones (Parque Industrial, Parque de Actividades Económicas, etc.) se caracterizan por una regulación de usos del suelo más estricta en el tipo de actividades a desarrollar, a fin de canalizar las actividades afines.

¹⁷ Parque Tecnológico de San Sebastián, Guipúzcoa. Desarrollado por la empresa pública, adscrita al Departamento de Industria, Innovación, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco, Parque Tecnológico de San Sebastián S.A.

¹⁸ CIMALSA. Centro Intermodal de Mercancías (CIM) "El Camp". Parque logístico desarrollado por CIMALSA (empresa pública de la Generalitat de Catalunya, encargada de la promoción, el desarrollo y la gestión de infraestructuras y centrales para el transporte de mercancías y la logísticas), situado entre los términos municipales de Reus, Tarragona i La Canonja.

Esta reconversión del concepto de polígono industrial, también ha afectado en algunos casos a actividades tradicionales, que en un momento determinado se han encontrado inmersas dentro de un proceso de planificación urbana de una nueva área productiva, generando una sensación de molestia a los nuevos vecinos, provocando incluso la huida hacia otras zonas o países.



Figura núm. 1-6: Empresa de carácter industrial implantada en el "Parc Tecnològic i de Serveis L'Alba", Vila-seca, Tarragona¹⁹.

Es fácil suponer que los requerimientos de infraestructuras en estas nuevas áreas pueden ser distintos, ya sea por las normativas que definen los parámetros de diseño, por las propias necesidades que estas demandan o por la incorporación de criterios de sostenibilidad, hoy en día, absolutamente necesarios.

En el diseño de cada una de las infraestructuras que contempla el proyecto de urbanización existe una dispersión de las normativas vigentes, de la proliferación de responsables y de los criterios particulares en el momento de interpretar las citadas normativas. Es clara "la dictadura que ejercen las compañías suministradoras sobre la distribución de servicios urbanísticos, cuyos criterios de dimensionado son a menudo desmesurados (para garantizarse economías de escala y ámbitos de comercialización en el futuro), máxime en un contexto en que su instalación la pagan los agentes urbanizadores y se transmite al precio del suelo" (Herce, M. - 2010)²⁰.

Las normativas técnicas, vistas en forma sectorial, hacen pensar que se dimensiona para puntas desmesuradas, con potencias y estándares de consumo que solo se alcanzan en

¹⁹ SCHWATZ HAUTMONT, empresa industrial que opera desde 1963, en unos terrenos que actualmente forman parte del "Parc Tecnològic i de Serveis L'Alba", de Vila-seca, Tarragona.

²⁰ HERCE, Manuel and Universitat Oberta de Catalunya. Infraestructuras y medio ambiente, p. 182

determinados y escasos supuestos y con ocupación no mesurada del subsuelo y del espacio público.

En la mayoría de casos se consideran criterios únicos para establecer el dimensionado de una determinada infraestructura, lo cual repercute en la práctica: No todas las áreas productivas son iguales, ni el tipo de actividades que se van a desarrollar, ni la tipología de empresa, etc., lo cual lleva a predecir o plantear la necesidad de cambiar los parámetros o criterios de diseño.



Figura núm. 1-7: "Parc Tecnològic i de Serveis L'Alba", Vila-seca, Tarragona²¹.

Todas estas circunstancias comentadas, pueden provocar un coste del suelo innecesario, debido a la distorsión que hay entre la realidad final y los parámetros y criterios de diseño, provocando un efecto negativo sobre uno de los factores de localización que tienen en cuenta las empresas: Suelo adecuado barato.

La consecuencia final de este sobre coste en el terreno puede ayudar en el desarrollo del fenómeno de la deslocalización industrial. Es un fenómeno que empezó en los años 80, aunque no se daba la importancia que se da hoy en día.

La deslocalización industrial, un fenómeno inherente a cualquier economía industrializada que se mueve en términos de competencia internacional, que consiste en trasladar, todo o parte de la producción a otros países, dónde se intenta optimizar la rentabilidad de las inversiones realizadas, a base de conseguir, en el país de destino, menor coste de mano de obra, mayores beneficios fiscales, menor coste del suelo, así como legislaciones socio laborales menos exigentes, tanto desde el punto de vista de la protección social, como de los derechos sindicales.

²¹ Fotografías del archivo personal del autor.

A fin de conseguir un urbanismo sostenible, en las áreas productivas nuevas y existentes, concebido para aumentar la calidad de vida de la población que trabaja en ellas y el respeto al territorio donde se desarrolla, es necesario realizar un análisis detallado, ya que sobre este concepto descansa gran parte del futuro del urbanismo.

En el ámbito puramente de las infraestructuras la introducción de elementos nuevos o modificación de los existentes, puede contribuir al cumplimiento de algunas de las directrices generales que el urbanismo sostenible dicta. La problemática que comporta la urbanización de áreas de superficie muy grande, con la implantación de las actividades económicas para las que está construida el área, debería ser resuelta tanto en los nuevos proyectos como en los existentes.

La incorporación de las energías renovables, como la energía fotovoltaica y eólica, en las áreas productivas, con la generación de energía en el mismo lugar donde se produce el consumo, es un argumento importante para analizarlo en esta investigación.

Por otra parte, en una sociedad actual donde las telecomunicaciones están presentes en todos los sectores, es importante conocer el nivel de introducción que tienen –urbótica-, en cada una de las infraestructuras que conforman las áreas productivas, ya que pueden dar un complemento vital a la sostenibilidad que hablaba anteriormente.

En esta investigación se quiere comprobar como se ha desarrollado la concepción de las infraestructuras de las nuevas áreas productivas y como han evolucionado a lo largo de los últimos años, tanto por motivos técnicos y sociales como normativos; su incidencia en el coste final, y por tanto en el coste del suelo.

En atención a ello, se aplicará como estudio un conjunto de áreas productivas de diferente índole, desarrolladas durante 20 años, entre los años 1.989 y 2.008, en un entorno territorial formado por las comarcas de l'Alt Camp, Baix Camp, Baix Penedès, Conca de Barberà i Tarragonès, todas ellas en la Provincia de Tarragona. El conjunto de dichas comarcas aportaba en el año 1.992 el 14 % del suelo industrial neto disponible en Cataluña²², con una población del 7'4 % del total de habitantes. La inversión industrial registrada fue superior al 22 %, actuando la comarca del Tarragonès como centro y motor de este conglomerado de comarcas.

²² SÁEZ BÁRCENA. El sòl industrial, p. 17-18

La familiaridad del investigador con esta zona le ha permitido obtener una amplia cantidad de información que ha sido pieza clave para reconstruir la evolución de estas áreas industriales. Se trata de datos que a pesar de su carácter oficial no suelen ser de fácil acceso o consecución. Esta ventaja informativa da mayor relevancia a la investigación, pues amplía la garantía de veracidad en los resultados obtenidos

De otro lado, también hay que tener en cuenta un factor adicional en la investigación, y que es el vacío en el estado del arte. Se ha investigado y escrito mucho sobre la evolución industrial, sobre la localización industrial basada en parámetros de mano de obra, en concepción y dimensionado de infraestructuras teniendo en cuenta las variables de cálculo y las características exigidas a los elementos constructivos de cada una de esas redes de manera independiente de otras, pero no en cuestiones tan importantes como la complementariedad de las diversas redes de infraestructuras, la repercusión de los criterios de diseño en la evolución de las áreas industriales, la gradualidad de los procesos de urbanización, y la mejora de la sostenibilidad en áreas productivas existentes.

Con la realización de esta tesis doctoral se ofrece como principal aporte la estructuración de una metodología que permite hacer una lectura de la evolución de las áreas productivas, basándose en la evolución en la concepción de sus redes de infraestructuras, y con la repercusión económica que ello ha podido representar. Para ello se parte del análisis de cuatro aspectos con incidencia en este análisis de la evolución:

- Evolución de las normativas urbanísticas y sectoriales en el diseño de las infraestructuras de urbanización
- Evolución de los elementos de urbanización, en cuanto a materiales, tecnologías y criterios de diseño.
- Evolución de la incorporación de criterios de sostenibilidad urbanística en las áreas productivas.
- Evolución del coste económico en la urbanización de las áreas productivas.

CAPÍTULO 2

2. OBJETIVOS DE LA TESIS



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Carlos Turón Rodríguez
Evolución de las áreas productivas y sus requerimientos
de infraestructuras de urbanización.

2. OBJETIVOS DE LA TESIS

- **Detectar la evolución sufrida por las áreas productivas, en la historia moderna de España, debido al cambio industrial que se ha producido a partir de los años ochenta, donde se pasa de una actividad principalmente manufacturera a una actividad de tipo terciario.**
- **Comprobar como han variado los criterios de diseño y concepción de las infraestructuras en la urbanización de las áreas productivas y su incidencia en una mejora de las sostenibilidad de dichas áreas.**
- **Comprobar la incorporación de nuevas infraestructuras a las infraestructuras básicas (agua, saneamiento, electricidad) que la ley 19/1975 estableció en su momento, y su grado de implantación.**
- **Comprobar como se han incorporado nuevas tecnologías dentro de las infraestructuras, que permitan una mejora de la gestión y eficiencia de las mismas.**
- **Comprobar la adopción de criterios medioambientales sostenibles en el diseño de las nuevas áreas productivas o la adopción de estos criterios de las áreas existentes.**
- **Comprobar la evolución en el coste económico final, de las nuevas exigencias técnicas, por parte de las normativas vigentes en cada momento, de las exigencias sociales y de los agentes que intervienen en el proceso urbanizador.**
- **Elaborar unas conclusiones que contribuyan al conocimiento técnico, con las que se pueda contribuir al conocimiento en el ámbito de las infraestructuras urbanísticas.**
- **Proponer vías para continuar, profundizar o complementar la investigación realizada.**



CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL TRABAJO

3.1. HIPÓTESIS PRÉVIAS

3.1.1. Hipótesis referentes al estado actual de las áreas productivas.

3.1.2. Hipótesis referentes a la concepción de las infraestructuras.

3.1.3. Hipótesis referentes a la evolución de las Infraestructuras.

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Estructura del trabajo.

3.2.2. Localización de la información.

3.2.3. Recopilación de proyectos. Características de la muestra.

3.2.4. Recopilación de datos de cada proyecto.

3.2.5. Trabajo de campo.

3.2.6. Tratamiento de la información.



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Carlos Turón Rodríguez
Evolución de las áreas productivas y sus requerimientos
de infraestructuras de urbanización.

3. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL TRABAJO

3.1. HIPÓTESIS PREVIAS

Como planificación del trabajo, debe interpretarse el proceso que he seguido para lograr los objetivos. Como hilo conductor para su realización, enumeramos una serie de hipótesis que deberemos contrastar o rechazar como colofón al finalizar el trabajo:

- a.) Las que hacen referencia al estado actual de las áreas.
- b.) Las que hacen referencia a la concepción de las infraestructuras.
- c.) Las que hacen referencia a la evolución de las infraestructuras.

3.1.1. Hipótesis referentes al estado actual de las áreas productivas

- Las actividades de carácter industrial han perdido presencia en las áreas productivas, tanto las construidas antiguamente como las más modernas, en favor de las actividades de servicios, comerciales, logísticas.
- Las áreas disponen de las infraestructuras de abastecimiento de agua, evacuación de aguas pluviales, red de distribución de energía eléctrica, alumbrado público, telecomunicaciones y abastecimiento de gas.
- No se han aprovechado los espacios públicos de las áreas productivas, para la implantación de sistemas de generación de energías renovables, y favorecer la autogeneración de toda el área.
- La calidad medio ambiental y el grado de conservación y mantenimiento de las áreas productivas es bajo.

3.1.2. Hipótesis referentes a la concepción de las infraestructuras

- En muchos casos determinadas infraestructuras, principalmente redes de distribución de energía eléctrica, telecomunicaciones y gas, son proyectadas por las propias Compañías que posteriormente explotaran las redes.
- Falta de gradualidad y acumulación en la ejecución de las redes, se desarrollan los proyectos de manera completa, sin poder planificar la inversión en función de las necesidades.

- Falta de complementariedad de las infraestructuras. Se diseñan las infraestructuras de manera independiente, sin tener en cuenta posibles interacciones de unas con otras.
- Se siguen proyectando y construyendo las mismas infraestructuras básicas que hace treinta años, sin incorporar las nuevas tecnologías que aportan las telecomunicaciones.
- No se incorpora la generación de energías renovables en los espacios públicos de la propia área, que es donde se consume la energía, y que mejoraría la sostenibilidad del área.

3.1.3. Hipótesis referentes a la evolución de las infraestructuras

- Las cesiones de terreno no han cambiado, en parte por los propios parámetros de la legislación que establecen unos mínimos.
- La evolución de las tipologías de áreas productivas, no ha sido apoyado por una evolución de la normativa sobre diseño de infraestructuras.
- Los criterios de diseño de las nuevas áreas, son los mismos que tradicionalmente se han aplicado, variando en algunos casos algún tipo de material.
- El diseño de las áreas productivas cuando se desconoce las actividades a implantar conlleva un sobredimensionado de infraestructuras, con el consiguiente sobre coste.
- Los costes de construcción de las nuevas áreas se han incrementado por las nuevas exigencias solicitadas por la administración pública o por las Compañías que explotaran las diversas redes.

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Estructura del trabajo

En primer lugar se ha realizado una selección de proyectos de urbanización de áreas productivas planificadas urbanísticamente durante un periodo de veinte años, concretamente desde 1989 hasta 2008. Seleccionados dichos proyectos¹, se ha obtenido información técnica de las características de las infraestructuras diseñadas y de sus costes, a partir de la revisión de los proyectos técnicos de urbanización desarrollados en cada caso.

Posteriormente se han elaborado unas fichas de datos resumen para cada uno de los proyectos elegidos, permitiendo su tratamiento posterior.

Paralelamente se han realizado visitas a cada una de las áreas elegidas, a fin de contrastar cual es la realidad actual de dichas áreas, después de su construcción y puesta en marcha, algunas de ellas desde hace más de veinte años: Grado de ocupación, tipo de actividades que se desarrollan, grado de conservación y mantenimiento, calidad medioambiental, y determinación del grado de uso de las infraestructuras que en su día se equipó cada área industrial.

Con toda esta información se ha pasado a su tratamiento, empezando por el análisis de cinco aspectos fundamentales para el buena concepción de lo que deberían ser las infraestructuras de una urbanización en el ámbito de las áreas productivas o económicas:

- Visión integral de la concepción de redes.
- Complementariedad de las redes de infraestructuras.
- Implicaciones de la implantación de la redes con el terreno existente.
- Visión de gradualidad para futuras actuaciones.
- Relevancia de las redes para el funcionamiento del área.

Posteriormente se han calculado diversos parámetros claves, que permiten determinar la evolución que han tenido las infraestructuras de estas áreas productivas, y su repercusión económica.

Con los resultados obtenidos de estos análisis y del tratamiento de la información se han elaborado las conclusiones expuestas en el capítulo 10.

¹ En apartado 3.2.3. se indican las características de la muestra.

3.2.2. Localización de la información

Consultas personales en Archivos:

- Archivo del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.
- Archivo del Port de Tarragona.
- Archivo de la Diputació de Tarragona.
- Archivo de l'Institut Català del Sòl (INCASOL).
- Archivo del Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat de Catalunya
- Archivo de los Ayuntamientos de Tarragona, Reus, Constantí, Vandellòs i Hospitalet de l'Infant, La Selva del Camp, Alió, El Vendrell, L'Arboç, Vila-seca, Albinyana, El Pla de Santa Maria, L'Espluga de Francolí, y Calafell.

Bibliotecas:

- Universitat Politècnica de Catalunya: BRGF², ETSECCP³, ETSAB⁴, ETSEIB⁵, ETSAV⁶.
- Universitat Rovira i Virgili: Campus Bellisens, Sescelades i Catalunya.
- Universidad Politécnica de Madrid: ETSICCP⁷.
- Universitat de Lleida.
- Universitat de Girona.
- Universitat Jaume I.
- Universitat Autònoma de Barcelona.
- Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya.
- Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.
- Biblioteca Nacional de España (BNE).
- Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.

Entrevistas:

Con historiadores, geógrafos, ingenieros, arquitectos y funcionarios municipales y de la Generalitat de Catalunya.

² Biblioteca Rector Gabriel Ferraté.

³ Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona.

⁴ Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona.

⁵ Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

⁶ Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallés.

⁷ Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

3.2.3. Recopilación de proyectos. Características de la muestra

Esta investigación aplicará como estudio un conjunto de 20 áreas productivas desarrolladas durante 20 años – una por año -, entre los años 1.989 y 2.008⁸, con una superficie total aproximada de 600 Ha, en un entorno industrial formado por las comarcas de l'Alt Camp, Baix Camp, Baix Penedès, Conca de Barberà i Tarragonès, todas ellas en la Provincia de Tarragona (Lamas, J. – 2003)⁹.

El conjunto de dichas comarcas aportaba en el año 1.992 el 14 % del suelo industrial neto disponible en Cataluña¹⁰, con una población del 7'4 % del total de habitantes. La inversión industrial registrada fue superior al 22 %, actuando la comarca del Tarragonès como centro y motor de este conglomerado de comarcas. En el año 2006 estas cifras se mantenían aproximadamente constantes (Miralles, C. 2007)¹¹.



Figura núm. 3-1: Localización comarcal de las áreas productivas seleccionada.

⁸ Este periodo corresponde a una etapa de cambio productivo, donde la actividad industrial como tal pierde fuerza en favor de las actividades terciarias, muchas de ellas complementarias a la industria.

⁹ LAMAS PERIS, Jordi, et al. L'oferta de Sòl Industrial als Municipis de les Comarques de Tarragona.

¹⁰ SÁEZ BÁRCENA, Javier. El sòl industrial, p. 17-18

¹¹ MIRALLES-GUASCH, Carme and DONAT MUÑOZ, Carles. Anàlisi de l'oferta i la demanda de polígons d'activitat a Catalunya, p. 10

A continuación se presentan las veinte áreas seleccionadas, ordenadas por la fecha que iniciaron su trámite urbanístico en la Comisión de Urbanismo de Tarragona (CUT) de la Generalitat de Catalunya¹², y con unos datos descriptivos iniciales, obtenidos a partir de la consulta de los proyectos técnicos de urbanización y de la visita in situ:

- Nombre técnico del proyecto.
- Nombre comercial o de identificación que tiene actualmente.
- Tipo de promotor (público o privado).
- Emplazamiento:
 - o Segregado: Separado de un núcleo urbano.
 - o Agregado: Junto a un núcleo urbano
- Tamaño superficie de la actuación¹³ :
 - o  Grande: Área productiva > 500.000 m²
 - o  Mediana: Área productiva entre 100.000 m² y 500.000 m²
 - o  Pequeña: Área productiva < 100.000 m²
- Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria¹⁴ :
 - o  Pequeña parcela: Unidades de hasta 6.000 m².
 - o  Gran parcela: Unidades superiores a 6.000 m².
 - o  Parcela variable: Combinación de parcelas pequeñas y grandes.

Se diferencian los tamaños de las áreas productivas y el tamaño de las parcelas ya que pueden ser criterios que influyan en el análisis que se realizará de las áreas y por lo tanto en las conclusiones finales.

¹² Paso previo para la aprobación final del proyecto de urbanización correspondiente, y que permite iniciar las obras de urbanización.

¹³ Diversos autores han clasificado las áreas en función del tamaño, con clasificaciones no coincidentes pero sí aproximadas. Se ha escogido una media sobre los distintos valores consultados.

¹⁴ Diversos autores han clasificado las áreas en función del tamaño, con clasificaciones no coincidentes pero sí aproximadas. Se ha escogido una media sobre los distintos valores consultados.

Proyecto de urbanización del plan parcial 6-PP "Mas de les Animes" ¹⁵

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL MAS DE LES ANIMES
2. Situación: Reus
3. Fecha inicio trámite CUT: 1989
4. Tipo de promotor: Público
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 104.548 m² (Mediana)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Pequeña parcela

Proyecto de urbanización del plan parcial Polígono Industrial Francolí ¹⁶

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL DE CONSTANTÍ
2. Situación: Constantí
3. Fecha inicio trámite CUT: 1990
4. Tipo de promotor: Público
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 1.764.904 m² (Grande)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Gran parcela

Proyecto de urbanización del plan parcial Les Tàpies ¹⁷

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL LES TAPIES
2. Situación: Vandellòs i Hospitalet de l'Infant
3. Fecha inicio trámite CUT: 1991
4. Tipo de promotor: Público
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 427.755 m² (Mediana)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Pequeña parcela

¹⁵ Servei Tècnic de l'Institut Català del Sòl. "Projecte d'urbanització del pla parcial 6-PP "Mas de les Ànimes" de Reus"

¹⁶ Consorci de la Zona Franca de Barcelona. "Proyecto de actualización y terminación de la urbanización del polígono industrial del Francolí", T.M. de Constantí

¹⁷ Gomis Torres, J. M., Arquitecto. "Projecte d'urbanització del pla parcial Les Tàpies, de Vandellòs i Hospitalet de l'Infant"

Proyecto de urbanización del plan parcial "Silva" ¹⁸

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL SILVA
2. Situación: La Selva del Camp
3. Fecha inicio trámite CUT: 1992
4. Tipo de promotor: Público
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 322.782 m² (Mediana)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Gran parcela

Proyecto de urbanización del plan parcial industrial del sector A-7 Barranc de l'Abeurada ¹⁹

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL ABEURADA
2. Situación: Reus
3. Fecha inicio trámite CUT: 1993
4. Tipo de promotor: Privado
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 51.013 m² (Pequeña)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Pequeña parcela

Proyecto de urbanización del polígono industrial Alió-Bràfim ²⁰

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL ALIÓ – BRÀFIM
2. Situación: Alió - Bràfim
3. Fecha inicio trámite CUT: 1994
4. Tipo de promotor: Privado
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 141.316 m² (Mediana)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Parcela variable

¹⁸ Bultó i Bartoli, A., Arquitecto. "Projecte d'urbanització del pla parcial "Silva" de la Selva del Camp". N° de visado 92600391 de 24 de febrero 1992

¹⁹ Batista Pujol, J., Ingeniero Industrial. "Projecte d'urbanització del p. p. industrial del sector A-7 Barranc de l'Abeurada, de Reus". N° de visado 025605 de 27 de enero de 1993.

²⁰ ORTIN MESEGUER, J., Arquitecto. "Projecte d'urbanització del polígon industrial Alió - Bràfim". N° de visado 94600395 de 4 de marzo 1994

Proyecto de urbanización del plan parcial nº8 Les Gavarres ²¹

1. Denominación comercial: **PARQUE COMERCIAL LES GAVARRES**
2. Situación: **Tarragona**
3. Fecha inicio trámite CUT: **1995**
4. Tipo de promotor: **Privado**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **255.827 m² (Mediana)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Gran parcela**

Proyecto de urbanización del plan parcial La Cometa 2ª fase-subsector II ²²

1. Denominación comercial: **POLÍGONO INDUSTRIAL LA COMETA**
2. Situación: **El Vendrell**
3. Fecha inicio trámite CUT: **1996**
4. Tipo de promotor: **Público**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **80.010 m² (Pequeña)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Pequeña parcela**

Proyecto de urbanización del sector industrial El Foix I ²³

1. Denominación comercial: **POLÍGONO INDUSTRIAL EL FOIX**
2. Situación: **L'Arboç**
3. Fecha inicio trámite CUT: **1997**
4. Tipo de promotor: **Privado**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **286.082 m² (Mediana)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Pequeña parcela**

²¹ Penalba Sedó, J., Ingeniero Industrial. "Projecte d'urbanització del pla parcial nº8 Les Gavarres, de Tarragona". N° de visado 027782 de 29 de marzo de 1994.

²² Serveis Tècnics de l'Ajuntament del Vendrell. "Projecte d'urbanització del pla parcial La Cometa 2ª fase-subsector II, de El Vendrell"

²³ Ademà O., Canela A., Comella J., Arquitectos. "Projecte d'urbanització del sector industrial el Foix I, de l'Arboç"

Proyecto de urbanización del plan parcial industrial l'Alba PP VI-4 ²⁴

1. Denominación comercial: **PARQUE TECNOLÓGICO Y DE SERVICIOS L'ALBA**
2. Situación: **Vila-seca**
3. Fecha inicio trámite CUT: **1998**
4. Tipo de promotor: **Público**
5. Emplazamiento: **Agregado**
6. Superficie actuación: **417.340 m² (Mediana)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Parcela variable**

Proyecto de urbanización del polígono industrial PPI2 "Mil-lenium" ²⁵

1. Denominación comercial: **POLÍGONO INDUSTRIAL MIL.LENIUM**
2. Situación: **La Selva del Camp**
3. Fecha inicio trámite CUT: **1999**
4. Tipo de promotor: **Público**
5. Emplazamiento: **Agregado**
6. Superficie actuación: **131.672 m² (Mediana)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Gran parcela**

Proyecto de urbanización del subsector I - zona industrial III de Albinyana ²⁶

1. Denominación comercial: **POLÍGONO INDUSTRIAL LES PECES**
2. Situación: **Albinyana**
3. Fecha inicio trámite CUT: **2000**
4. Tipo de promotor: **Privado**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **15.654 m² (Pequeño)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Gran parcela**

²⁴ Guilemany i Casadamon, C., Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. "Projecte d'urbanització del pla parcial industrial l'Alba PP VI-4", situado en Vila-seca - Tarragona, junto a CN-340

²⁵ Via i Roig, A., Ingeniero de Obras Públicas. "Projecte d'urbanització del polígon industrial PPI2 Mil.lenium, de la Selva del Camp". visado nº 980129 el 4 de agosto de 1998.

²⁶ VACCARO RUIZ, J., Arquitecto. "Projecte d'urbanització subsector I zona industrial III, situat en Albinyana - Baix Penedès, junt a la carretera C-246 Valls-Vendrell". Nº visado: 99601962 de 29 de mayo de 2.000

Proyecto de urbanización del plan parcial del polígono industrial El Pla de Santa Maria²⁷

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL EL PLA DE SANTA MARIA
2. Situación: Pla de Santa Maria
3. Fecha inicio trámite CUT: 2001
4. Tipo de promotor: Público
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 721.508 m² (Grande)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Gran parcela

Proyecto de urbanización del polígono industrial El Foix, sector II i III²⁸

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL EL FOIX
2. Situación: L'Arboç
3. Fecha inicio trámite CUT: 2002
4. Tipo de promotor: Privado
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 211.542 m² (Mediana)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Gran parcela

Proyecto de urbanización del sector III de Les Peces²⁹

1. Denominación comercial: POLÍGONO INDUSTRIAL LES PECES
2. Situación: Albinyana
3. Fecha inicio trámite CUT: 2003
4. Tipo de promotor: Privado
5. Emplazamiento: Segregado
6. Superficie actuación: 124.662 m² (Mediana)
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: Pequeña parcela

²⁷ Cabré Vidal, R., Ingeniero Industrial. "Projecte d'urbanització del pla parcial del polígon industrial de el Pla de Santa Maria"

²⁸ Ademà O., Canela A., Comella J., Arquitectos. "Projecte d'urbanització del polígon industrial El Foix, sector II i III, de l'Arboç"

²⁹ Torres i Pugès, N., Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. "Projecte d'urbanització del sector III de Les Peces, d'Albinyana". N.º de visado 17326 de 30 de enero de 2003.

Proyecto de urbanización del plan parcial 9 de Tarragona³⁰

1. Denominación comercial: **SECTOR DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS PP-9**
2. Situación: **Tarragona**
3. Fecha inicio trámite CUT: **2004**
4. Tipo de promotor: **Público**
5. Emplazamiento: **Agregado**
6. Superficie actuación: **514.602 m² (Grande)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Gran parcela**

Proyecto de urbanización del plan parcial del sector D.3.a) AIQSA³¹

1. Denominación comercial: **POLÍGONO INDUSTRIAL AIQSA**
2. Situación: **Reus**
3. Fecha inicio trámite CUT: **2005**
4. Tipo de promotor: **Privado**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **47.466 m² (Pequeña)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Pequeña parcela**

Proyecto de urbanización del sector industrial Les Eres 3ª fase³²

1. Denominación comercial: **SECTOR DE ACTIVIDADES ECONOMICAS LES ERES**
2. Situación: **L'Espluga de Francolí**
3. Fecha inicio trámite CUT: **2006**
4. Tipo de promotor: **Público**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **28.983 m² (Pequeña)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Parcela variable**

³⁰ Serveis Tècnics d'Enginyeria de Camins de l'Ajuntament de Tarragona. "Projecte d'urbanització del pla parcial 9 de Tarragona"

³¹ Batista Pujol, J., Ingeniero Industrial. "Projecte d'urbanització del pla parcial del sector D.3.a) AIQSA, de Reus". N° de visado 053798 de 15 de noviembre de 2004.

³² Martí Tineo, M., Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. "Projecte d'urbanització del sector industrial Les Eres 3ª fase, de L'Espluga de Francolí". N° de visado 21161 de 29 de septiembre de 2005.

Proyecto de urbanización del plan parcial industrial Les Tàpies II ³³

1. Denominación comercial: **SECTOR DE ACTIVIDADES ECONOMICAS LES TAPIES**
2. Situación: **Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant**
3. Fecha inicio trámite CUT: **2007**
4. Tipo de promotor: **Público**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **170.685 m² (Mediana)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Parcela variable**

Proyecto de urbanización del polígono II del Parque Empresarial Calafell ³⁴

1. Denominación comercial: **PARC EMPRESARIAL DE CALAFELL**
2. Situación: **Calafell**
3. Fecha inicio trámite CUT: **2008**
4. Tipo de promotor: **Privado**
5. Emplazamiento: **Segregado**
6. Superficie actuación: **134.759 m² (Mediana)**
7. Tamaño dominante de la subdivisión parcelaria: **Pequeña parcela**

En el siguiente página se presenta en un plano de comarcas la situación de las áreas productivas seleccionadas, con indicación del tamaño de el área - *Figura núm. 3-2* - y con indicación del tamaño de la subdivisión parcelaria – *Figura núm. 3-3* -.

³³ San Millan i Filbà, J., Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. "Projecte d'urbanització del pla parcial industrial Les Tàpies II, de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant". N° de visado 23630 de 15 de marzo de 2006.

³⁴ Bargués i Grau, A., Arquitecto. "Projecte d'urbanització del polígon II del Parc Empresarial de Calafell". N° de visado 2006604820 de 9 de octubre de 2007.

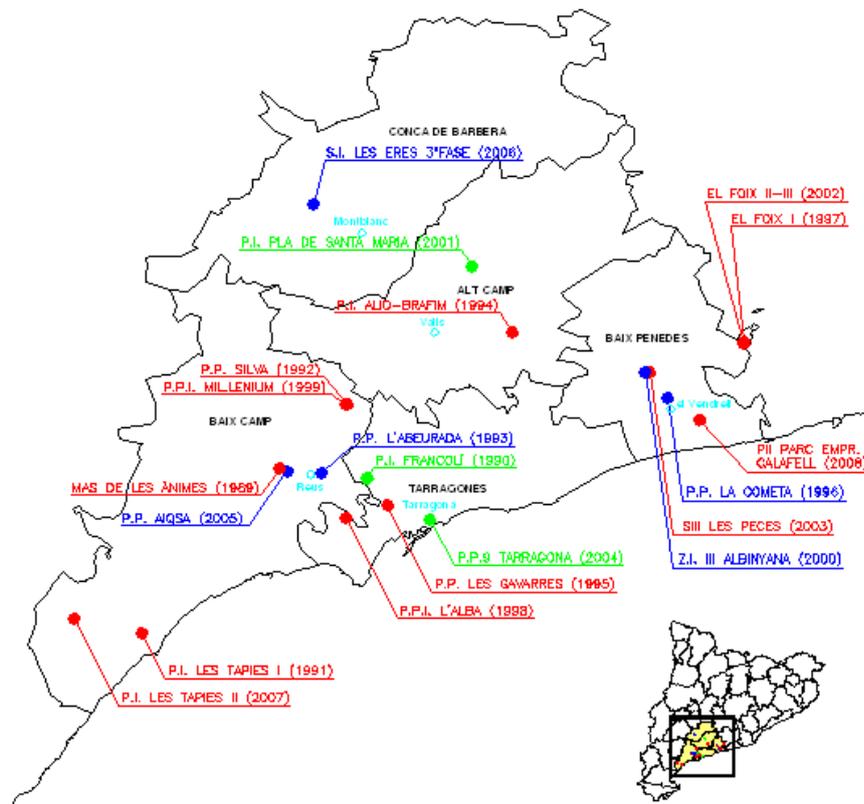


Figura núm. 3-2: Localización de las áreas productivas seleccionadas, con indicación del tamaño de la superficie de la actuación.

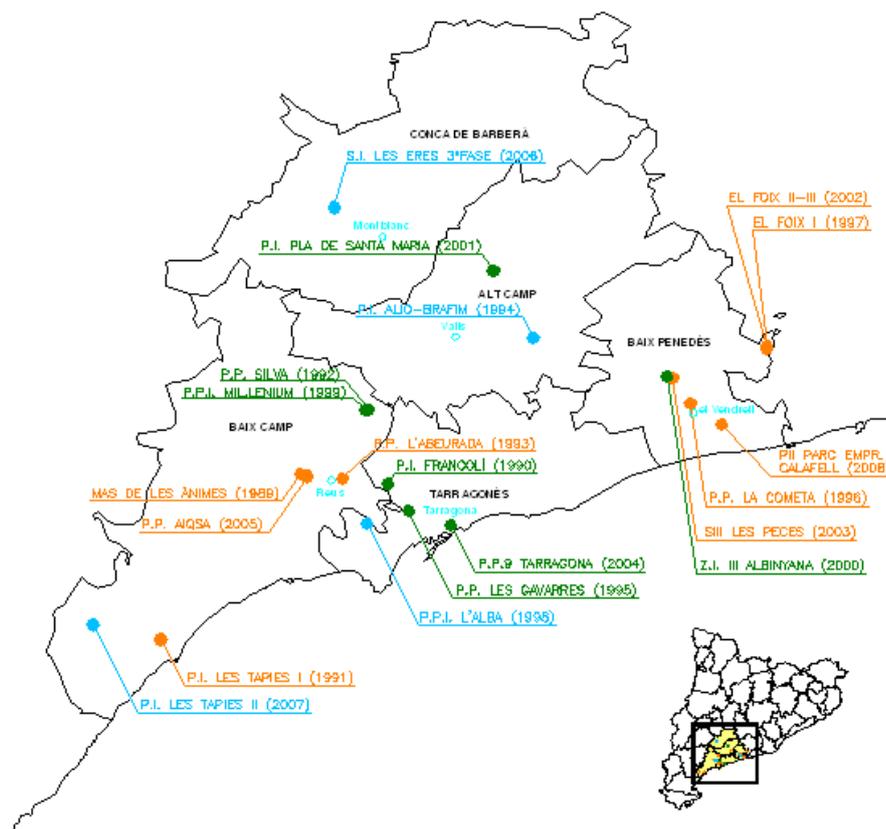


Figura núm. 3-3: Localización de las áreas productivas seleccionadas, con indicación del tamaño de la subdivisión parcelaria.

Características de la muestra:

La muestra se ha realizado de manera aleatoria, teniendo en cuenta que contenga ejemplos que cumplieran con los siguientes criterios:

- 1.) Disponer de proyectos desarrollados tanto por la administración pública (ayuntamientos y empresas públicas (SEPES, INCASOL, etc.), como por promotores privados (empresas promotoras y juntas de compensación).
- 2.) Disponer de proyectos de áreas productivas grandes (> 500.000 m²), medianas (entre 100.000 m² y 500.000 m²), y pequeñas (< 100.000 m²).
- 3.) Disponer de proyectos de áreas productivas con un tamaño dominante de la subdivisión parcelaria diverso: Áreas con predominio de grandes parcelas (> 6.000 m²), áreas con predominio de parcelas pequeñas (< 6.000 m²) y áreas con disponibilidad de parcelas variadas.
- 4.) Disponer de proyectos de desarrollo de planes de urbanización completos (planes parciales), como parcialmente (sectores, subsectores, etc.).
- 5.) Disponer de proyectos de áreas productivas de distinto tipo, como pueden ser polígonos industriales, parques tecnológicos, parques empresariales, etc.

En la siguiente *Tabla núm. 3-1*, se representa un resumen de los proyectos seleccionados de acuerdo a los criterios anteriormente establecidos:

CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA	Nº	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Por el tipo de promotor:																						
- Público	11																					
- Privado	9																					
Por el tamaño de la actuación:																						
- < 100.000 m ²	5																					
- Entre 100.000 m ² y 500.000 m ²	12																					
- > 500.000 m ²	3																					
Por el tamaño de la parcelación:																						
- > 6.000 m ²	8																					
- < 6.000 m ²	8																					
- Mixta	4																					
Por el planing en el desarrollo:																						
- Completa (plan parcial)	11																					
- Parcial (Sector, subsector, etc)	9																					
Por la especialización:																						
- Polígono industrial	14																					
- Centro comercial y servicios	1																					
- Parque tecnológico y servicios	1																					
- Sector de actividades económicas	3																					
- Parque empresarial	1																					

Tabla núm. 3-1: Características de la muestra seleccionada.

3.2.4. Recopilación de datos de cada proyecto

Una vez seleccionadas las áreas productivas sobre las que se va a trabajar, se pasa a definir qué parámetros o variables se tendrán que obtener de la consulta de los proyectos técnicos que definen las obras de cada área, ya sea de manera directa por que está indicado o de manera indirecta haciendo cálculos que permitan averiguar el criterio que ha seguido cada proyectista. Con dichos datos podremos pasar a calcular tendencias y analizar resultados.

Para ello se ha revisado cada uno de los proyectos de urbanización que figuran en los expedientes tramitados por la administración pública para aprobar la ejecución de cada proyecto.

Las infraestructuras o elementos de la urbanización se han clasificado en los siguientes grupos: :

- Datos generales de la actuación
- Superficies de la actuación.
- Red de distribución de agua potable.
- Red de evacuación de aguas.
- Red de suministro de energía eléctrica.
- Red de alumbrado público.
- Otras infraestructuras.
- Presupuesto de ejecución del proyecto.
- Otros datos.

De manera detallada se presentan la relación de parámetros consultados para cada una de las infraestructuras o elementos de la urbanización:

Datos generales de la actuación

- Municipio.
- Comarca.
- Promotor principal.
- Coordenadas (UTM)³⁵ del punto de acceso al área productiva.
- Número de expediente de urbanismo (CUT)³⁶

³⁵ UTM: Sistema de Coordenadas "Universal Transverse Mercator".

³⁶ CUT: Comissió d'Urbanisme de Tarragona. Generalitat de Catalunya.

Superficies de la actuación

- Superficie de la actuación, en m² y %.
- Superficie destinada a vialidad, en m² y %.
- Superficie destinada a aceras, en m² y %.
- Superficie destinada a calzadas, en m² y %.
- Superficie destinada a zonas verdes, en m² y %.
- Superficie destinada a suelo privado, en m² y %.
- Superficie destinada a equipamientos, servicios técnicos, etc., en m² y %.

Red de distribución de agua potable

- Dotación prevista para la actuación, en l/seg Ha.
- Número de hidrantes de Ø 100 mm.
- Caudal previsto por hidrante, en l/seg.
- Número de bocas de riego de Ø 45 mm.
- Material de las canalizaciones y su diámetro en mm.
- Capacidad de los depósitos de almacenamiento de agua, en m³.

Red de evacuación de aguas

- Tipo de sistema de red: Unitario o separativo.
- Dotación prevista para el diseño de las canalizaciones, en l/seg Ha.
- Periodo de retorno considerado.
- Material de las canalizaciones de aguas residuales y Ø mínimo en mm.
- Material de las canalizaciones de aguas pluviales y Ø mínimo en mm.

Red de suministro de energía eléctrica

- Número de estaciones transformadoras.
- Potencia unitaria de los transformadores, en kVA.
- Material de la red de conductores y sección en mm².
- Dotación prevista, en W/m².

Red de alumbrado público

- Tipo de lámparas instaladas en las luminarias.
- Potencia de las lámparas, en W.
- Número de cuadros eléctricos, con número de líneas eléctricas.

- Tipo de instalación de reducción de flujo: En cabecera, doble circuito, o punto a punto.
- Nivel de iluminación medio, en lux.
- Nivel de iluminación medio en calzada, en lux.
- Potencia total instalada en alumbrado público, en W.

Otras infraestructuras

- Existencia de comunicaciones.
- Existencia de gas.
- Alcorques.
- Riego en jardinería.
- Mobiliario urbano.
- Otras (urbótica, contenedores de residuos, etc.).

Presupuesto de ejecución del proyecto (actualizado al año 2011)³⁷

- Pavimentación, en €
- Red de distribución de agua potable, en €
- Red de evacuación de aguas, en €
- Red de suministro de energía eléctrica, en €
- Red de alumbrado público, en €
- Red de comunicaciones, en €
- Otras (jardinería, gas, mobiliario, etc.), en €
- Presupuesto total PEM³⁸ y PEC³⁹, en €

Otros datos

- Interacción de servicios.
- Previsión de acometidas.
- Anchura mínima de las aceras.

³⁷ Actualización de precios conforme al Índice de Precios al Consumo (IPC), publicado por el Instituto Nacional de Estadística.

³⁸ PEM: Presupuesto de ejecución material

³⁹ PEC: Presupuesto de ejecución por contrata

3.2.5. Trabajo de campo

Junto con el trabajo de recopilación de datos de cada proyecto, según el apartado 3.2.3. y con los datos obtenidos resumidos en el anejo, se realiza una visita in situ a cada área productiva seleccionada en la muestra. La visita tiene varias finalidades:

- Comprobar si se mantiene el diseño establecido en el proyecto o por el contrario se han realizado modificaciones o ampliaciones de redes, por ejemplo, en proyecto no estaba previsto la red de gas y en años posteriores a su construcción se ha realizado; o en el proyecto técnico estaba prevista un tipo de lámpara para alumbrado público y posteriormente se ha cambiado.
- Comprobar el grado de ocupación del área industrial, determinando que tipo de actividades son las que se están desarrollando: Actividades industriales, actividades de servicios (almacenamiento, comercio, restauración, etc.) o actividades mixtas. Se plantean tres posibles niveles de ocupación: Bajo (0 a 35 % de ocupación), medio (35 a 70 % de ocupación) y alto (70 a 100 % de ocupación).
- Comprobar el estado del área productiva, en cuanto al mantenimiento y conservación: El estado de conservación es óptimo, o por lo contrario se detectan deficiencias como luminarias rotas, mobiliario urbano deteriorado, etc. Se plantean tres posibles niveles de valoración: Bajo, medio y alto.
- Comprobar la calidad medioambiental del área productiva, atendiendo a parámetros de existencia y conservación de árboles y zonas verdes, grado de limpieza de calles y existencia de contenedores y papeleras operativos. Se plantean tres posibles niveles de valoración: Bajo, medio y alto.

3.2.6. Tratamiento de la información

En primer lugar se realiza un análisis de la documentación técnica disponible, que corresponde a los veinte proyectos de urbanización seleccionados. En este análisis se quiere comprobar los siguientes aspectos:

- Dotaciones que se han previsto para el diseño de cada red.
- Alternativas posibles que cada proyecto propone para cada elemento de la urbanización.
- Justificación sobre las soluciones técnicas adoptadas.

- Y por último, comprobación de las redes que han sido diseñadas por las propias Compañías Suministradoras.

Los resultados de este tratamiento se reflejarán en tablas en donde en filas se indica cada uno de los elementos o infraestructuras de la urbanización y en columnas cada proyecto (que corresponde a un año concreto).

ELEMENTO DE LA URBANIZACIÓN	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
PAVIMENTACIÓN																					
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE																					
EVACUACION DE AGUAS																					
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA																					
ALUMBRADO PÚBLICO																					
TELECOMUNICACIONES																					
ABASTECIMIENTO DE GAS																					

Tabla núm. 3-2: Modelo de tabla para representación de resultados del tratamiento de la información.

En cuanto a las visitas in situ a cada área productiva, los ítems a comprobar se resumirán en una tabla planificada por años y además cada parámetro a estudiar (grado de ocupación, grado de conservación, etc.) se representará su distribución de resultados de manera porcentual.

El siguiente paso consiste en realizar un análisis sobre la concepción de las infraestructuras, en base a los siguientes aspectos:

- Visión integral de la concepción de las infraestructuras. Incluirá:
 - o Pavimentación, escorrentía superficial del agua y drenaje: Humedad del suelo.
 - o Pavimentación, escorrentía superficial del agua y drenaje: Riego.
 - o Tratamiento superficial y dimensionado de las redes de evacuación de aguas pluviales.
 - o Depuración por sistemas naturales y aguas de riego.
 - o Telemática y funcionalidad de redes de evacuación de aguas.
 - o Texturas de los pavimentos y niveles de iluminación.
 - o Redes de abastecimiento de aguas de lluvia y limpieza de las redes de evacuación de aguas residuales.
 - o Instalaciones urbanas y gasto energético.
 - o Y por último, distribución de espacios y soportes multifuncionales.

- Mejora de la complementariedad de redes en las áreas estudiadas.
- Implicaciones de la implantación de las redes con el terreno existente. Incluirá:
 - o Afectaciones de caminos, cañadas y carreteras.
 - o Afectación de rieras y barrancos.
 - o Afectación de líneas eléctricas.
 - o Afectación de líneas de telecomunicaciones.
 - o Otras afectaciones.
- Gradualidad para futuras actuaciones. Incluirá:
 - o Construcción, aprovechamiento infraestructuras existentes.
 - o Construcción progresiva, en función de las necesidades demandadas.
 - o Construcción gradual de las infraestructuras hasta alcanzar niveles de complejidad mayores.
 - o Aprovechamiento de otras infraestructuras para mejorar temporalmente el propio grado de eficacia del servicio.
- Relevancia de las redes para el funcionamiento del área.

Los ítems a comprobar sobre la concepción de las infraestructuras se resumirán en tablas planificadas por años, a excepción del análisis de complementariedad de redes se propondrán diversas soluciones técnicas a problemas o circunstancias que se observan en las áreas productivas y que permitiría mejorar dichas complementariedades.

Por último se realiza un proceso de cálculo de ratios y parámetros que permita la comparación entre las diferentes áreas seleccionadas. La mayoría de cálculos son referidos a criterios de dotaciones y otros parámetros, en función de la superficie de actuación, superficie de cesiones y o superficie neta final parcelada, según sea el caso más adecuado. De esta manera se comprobará la evolución de las infraestructuras con el paso de estos veinte años seleccionados, y se podrán obtener las conclusiones correspondientes en función de los resultados de la comparación.

También se realizará el mismo procedimiento pero referido al presupuesto de ejecución. Para ello se actualizarán los presupuestos de proyecto de cada infraestructura refiriéndolos al año 2011.

Dicha actualización se realizará aplicando el valor del IPC⁴⁰ acumulado desde el año del proyecto hasta el 2011, según el cálculo que ofrece el INE.⁴¹

De esta manera se dispondrán de presupuestos por infraestructura y por proyecto que serán comparables y nos permitirá obtener conclusiones sobre su evolución, incidencias en función de determinadas tipologías, incidencia de una determinada infraestructura, etc.

Se representaran en gráficas, en donde en el eje de abscisas estarán los años, que corresponden a cada proyecto y en el eje de ordenadas tendremos la variable o parámetro que se está evaluando.

En cuanto a comprobación de infraestructuras se estudiaran parámetros correspondientes a pavimentación, distribución de agua potable, evacuación de aguas, suministro de energía eléctrica, alumbrado público, telecomunicaciones y distribución de gas. Para cada parámetro a estudiar se realizan dos gráficas: Una según tamaño del área productiva y otra según el tamaño de la subdivisión parcelaria, aunque en la tesis se presentarán solamente aquellas tablas más significativas. Las conclusiones se obtendrán a partir de la lectura de las gráficas resultantes.

Las gráficas que se obtendrán, siempre con la objetivo de visualizar la evolución anual de un determinado parámetro, serán las siguientes:

Comprobación de la distribución de superficies de la actuación:

- Cesiones totales de terreno, con indicación del tamaño del área productiva (%).
- Cesiones totales de terreno, con indicación de la subdivisión parcelaria (%).
- Cesiones para vialidad, con indicación del tamaño del área productiva (%).
- Cesiones para vialidad, con indicación de la subdivisión parcelaria (%).
- Cesiones para zonas verdes, con indicación del tamaño del área productiva (%).
- Cesiones para zonas verdes, con indicación de la subdivisión parcelaria (%).
- Cesiones para equipamientos y servicios técnicos, con indicación del tamaño del área productiva (%).
- Cesiones para equipamientos y servicios técnicos, con indicación de la subdivisión parcelaria (%).
- Suelo neto privado disponible, con indicación del tamaño del área productiva (%).
- Suelo neto privado disponible, con indicación de la subdivisión parcelaria (%).

⁴⁰ IPC: Índice de precios de consumo.

⁴¹ INE: Instituto Nacional de Estadística.

Pavimentación:

- Análisis de los tipos de materiales utilizados en la pavimentación.
- Coste de pavimentación por superficie de actuación (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.
- Coste de pavimentación por superficie de vialidad (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.

Distribución de agua potable:

- Dotación adoptada (l/seg), respecto a la superficie de actuación (Ha), con indicación del tamaño de la actuación.
- Número de hidrantes en función de la superficie de actuación (Ha), con indicación del tamaño de la actuación.
- Caudal de diseño de cada hidrante (l/seg) adoptado, con indicación del tamaño de la actuación.
- Número de bocas de riego instaladas en función de la superficie de vialidad, con indicación del tamaño de la actuación.
- Número de bocas de riego instaladas en función de la superficie de vialidad, con indicación de la subdivisión parcelaria.
- Tipos de materiales empleados en las redes de distribución de aguas.
- Diámetro máximo de las canalizaciones de abastecimiento de agua (mm), con indicación del tamaño de la actuación.
- Diámetro mínimo de las canalizaciones de abastecimiento de agua (mm), con indicación del tamaño de la actuación.
- Disponibilidad de depósito de almacenamiento de agua.
- Coste de construcción de la red de abastecimiento en función de la superficie de actuación (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.

Redes de evacuación de aguas:

- Criterio de diseño: Redes separativas – redes unitarias.
- Dotación para el diseño de las redes de evacuación de aguas (l/seg), respecto a la superficie de actuación (Ha), con indicación del tamaño de la actuación.
- Tipos de materiales empleados.
- Diámetro mínimo de las canalizaciones (cm), con indicación del tamaño de la actuación.
- Diámetro máximo de las canalizaciones (cm), con indicación del tamaño de la actuación.
- Coste económico de la red por superficie de actuación (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.

- Coste económico de la red por superficie de actuación (€/m^2), con indicación de la subdivisión parcelaria.

Redes de suministro de energía eléctrica

- Dotación adoptada para la electrificación (W).
- Potencia nominal (kVA) adoptada para los transformadores.
- Coste económico de construcción de las redes por superficie de actuación (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.
- Coste económico de construcción de las redes por superficie de suelo privado más equipamientos (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.

Red de alumbrado público

- Potencia eléctrica instalada por superficie de vialidad (W/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.
- Superficie de vialidad (Ha) que cubre cada cuadro de maniobra y distribución eléctrica, con indicación del tamaño de la actuación.
- Iluminación media (lux) adoptada, con indicación del tamaño de la actuación.
- Iluminación media por unidad de potencia instalada (lux/W), con indicación del tamaño de la actuación.
- Tipo de lámpara adoptado.
- Coste económico de construcción de la red por superficie de vialidad (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.

Red de telecomunicaciones:

- Coste económico de construcción de la red por superficie de actuación (€/m^2), con indicación del tamaño de la actuación.

Con todo este tratamiento de la información expuesto, se dará respuesta a las hipótesis planteadas en el apartado 3.1., obteniendo las conclusiones finales de esta investigación.

CAPÍTULO 4

4. LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

4.1. INTRODUCCIÓN

4.2. EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN EN ESPAÑA

4.3. TIPOLOGÍAS BÁSICAS DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

4.4. LAS NUEVAS ÁREAS PRODUCTIVAS

4.4.1. Áreas de actividad económica básicamente industrial.

4.4.2. Áreas de actividad económica básicamente logística.

4.4.3. Áreas de actividad económica básicamente terciaria.

4.5. LA ADAPTACIÓN DEL URBANISMO A LAS NUEVAS ESPECIFICIDADES



4. LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

4.1. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones que se han venido produciendo de forma paulatina en el sistema productivo a lo largo de los últimos cincuenta años y las consecuentes modificaciones de las tradicionales pautas de localización industrial, así como las diversas y novedosas tipologías de asentamiento que han ido apareciendo, configuran a partir de la década de los años ochenta, el nuevo “escenario” de los asentamientos urbanos dedicados a, lo que denomino en esta investigación, las actividades productivas.

La era del polígono industrial tradicional, utilizado a partir de la Segunda Guerra Mundial en desarrollo de los postulados de la Carta de Atenas¹, toca a su fin, pues ese nuevo “escenario” descrito, ya no puede ser urbanísticamente abordado desde la concepción de aquel.

Algunos de los cambios desencadenados por la crisis de 1973, al menos en su componente industrial, han sido la evolución experimentada por las relaciones entre los factores productivos, las modificaciones en la utilización de materias primas y recursos energéticos, la aparición de nuevas tecnologías, y los cambios en la organización del trabajo.

Las innovaciones en el campo tecnológico, especialmente en las telecomunicaciones, ofrecen, concretamente, un potencial cada vez mayor en las posibilidades de implantación de las empresas sobre el territorio.

El fenómeno descrito, que puede definirse como la creciente tercerización de las actividades industriales, entraña, una notable aproximación entre los “espacios” industrial y terciario, con importantes consecuencias para el planeamiento urbano, que, por otra parte, no es visto con buenos ojos en todos los medios profesionales del urbanismo.

Parece incuestionable que los servicios a las empresas se están constituyendo en una pieza importante de nuestro desarrollo económico y empresarial, tanto en las pymes como en las grandes empresas, aunque varía también en función del servicio considerado, la actividad y la localización de las empresas demandantes (Fernández, J.E. – 1995)².

¹ La Carta de Atenas (1933), apuesta por una separación funcional de los lugares de residencia, ocio y trabajo poniendo en entredicho el carácter y la densidad de la ciudad tradicional.

² FERNÁNDEZ ARUFE, Josefa E., et al. Políticas regionales industriales, innovación y parques tecnológicos, p. 258.

4.2. EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN EN ESPAÑA

Hasta mediados del siglo XX, España fue un país de industrialización tardía. La industrialización empezó con un retraso en comparación con el resto de los países europeos. España tuvo una evolución mucho más lenta que las potencias europeas, ya que cuando cada país experimentaba un importante crecimiento económico debido a la aparición de la industrialización, España estaba en una etapa de pre industrialización. Además ocupaba sólo la décima parte de la población activa española.

En España se registraban dos áreas industriales costeras importantes: la textil catalana y la metalúrgica vasca. En el interior prácticamente toda la producción estaba relacionada con los recursos agrarios. Además un factor importante de la industrialización tardía fue la explotación de los recursos mineros por parte de países europeos y en especial Francia e Inglaterra, aunque se ganaron infraestructuras como por ejemplo, las mejoras de las comunicaciones para incrementar las exportaciones.

Con la aparición de la Primera Guerra Mundial, los países europeos necesitan recursos de España, que prácticamente no los utilizaba. Además obtuvo beneficios que no invirtió en estructuras empresariales lo que provocó un mantenimiento de las formas tradicionales. Después de la Guerra se cerraron los mercados extranjeros, lo que provocó el inicio de la Crisis internacional de 1929, que no benefició a España.

Durante la Guerra Civil, España se mantuvo un país agrario, se provocó la destrucción de fábricas, además las innumerables importaciones al extranjero causaban un estancamiento en la industrialización española. Pero la intervención del Instituto Nacional de Industria (INI)³, supuso el impulso a la industrialización imitando al modelo italiano (IRI)⁴.

Se diferencian tres etapas en este proceso de industrialización:

- Periodo 1959 – 1975: Etapa de consolidación del sistema industrial.
- Periodo 1975 – 1985: Crisis y reconversión de la industria española.
- Periodo 1986 – 1999: Etapa de integración e internacionalización.

³ El Instituto Nacional de Industria (INI) fue una entidad estatal española creada en 1941 con el objetivo de promover la creación de nuevas empresas industriales.

⁴ Istituto per la Ricostruzione Industriale (IRI) fue un ente público creado en 1933 por orden del gobierno italiano para salvar de la banca rota a los principales bancos italianos (Banca Commerciale Italiana, Gruppo Unicredito y el Banco di Roma), a raíz del crack del 29.

1959–1975: Etapa de consolidación del sistema industrial.

Con la llegada del Plan de Estabilización, España empieza a abrirse a los mercados europeos. El crecimiento de la economía española es debido a varios factores: Entrada en el comercio extranjero, ingresos del turismo y la abundante mano de obra barata. Con la apertura al comercio exterior se importa tecnología. Un aliciente más es la existencia de la energía barata como el petróleo. En este proceso el INI se hizo cargo de los sectores menos rentables: minería, energía y construcción naval, que serían controlados.

En los años sesenta y setenta se crean Planes de Desarrollo, siguiendo el modelo francés, que favorecerían el crecimiento económico y la industrialización española. Los objetivos de estos planes serían, fundamentalmente, la mejora de las comunicaciones. Además parte de las inversiones irían destinadas a regiones atrasadas para la creación de un desarrollo y así eliminar las aglomeraciones urbanas. En conclusión, con estos planes lo que se buscaba era un rápido crecimiento económico e industrial en España, lo cual se consiguió (Trigo, J. – 1993)⁵.

Se pusieron en marcha los siguientes planes:

- **1º Plan de Desarrollo (1964–1967).** Desarrollo industrial en Coruña, Sevilla, Lugo y Zaragoza. Otros planes especiales para Canarias y Campo de Gibraltar.
- **2º Plan de Desarrollo (1968–1971).** Creando otros puntos de desarrollo industrial como eran: Granada, Córdoba, Oviedo, Logroño y Villagarcía de Arosa (Pontevedra).
- **3º Plan de Desarrollo (1972–1975).** Se centra en los espacios industriales.

Con el paso del tiempo fueron aumentando las industrias y los bienes. Además se pasó de fabricación destinada al consumo a industrias de bienes de equipo (automóviles, electrodomésticos, etc.).

Durante estos años hubo un gran crecimiento económico y un crecimiento en el PIB⁶ que acumuló un 7 %. Este crecimiento económico aumentó en otros campos como el turismo, debido al auge económico y la apertura a Europa. La balanza de pagos se acabó equilibrando.

⁵ TRIGO PORTELA, Joaquín y Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales. *Política industrial en la España de los 90*, p. 164.

⁶ PIB: Producto interior bruto. Medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de un país durante un período determinado de tiempo.

Este fenómeno de industrialización, provocó un éxodo rural, que despobló comarcas y aparecieron grandes aglomeraciones urbano-industriales. De esta manera en España va a haber tres espacios industriales: Madrid, Barcelona y Vizcaya – Guipúzcoa, seguido de otros menores en litoral (Tarragona y Valencia) o interior (Zaragoza, Valladolid o Burgos).

1975–1985: Crisis y reconversión de la industria española.

Se produce un descenso respecto a la etapa anterior ya que el coste de la energía es muy elevado, también los trabajadores procedentes de los países de Europa regresan lo que genera una crisis económica e industrial.

Las actividades y regiones industriales afectadas fueron aquellas industrias tradicionales que su tecnología quedó obsoleta y contaron con ayudas estatales. Las zonas afectadas se encontraban en el litoral cantábrico, Vigo, Ferrol, Madrid, Barcelona y Sagunto. Estas ciudades registraban una menor renta y producción que el resto, las provincias del interior soportaron mejor la crisis.

Se crearon innumerables recursos (políticas de reconversión industrial) para paliar la crisis industrial. Se intentaba buscar un rápido crecimiento económico e industrial, además de unas buenas medidas de promoción industrial. La figura más relevante fue, sin duda, la de las Zonas de Urgente Reindustrialización (ZUR), creadas en virtud de la Ley 27/1984, de 26 de Julio, sobre la Reconversión y Reindustrialización, en diversos municipios de Asturias. Madrid, Cádiz, País Vasco, Galicia y Barcelona.

El objetivo central de las ZUR fue contribuir a la instalación de empresas industriales en los citados territorios, muy castigados por la crisis, en un intento de paliar los procesos de declive y de crear alternativas de empleo para los trabajadores expulsados de sus empresas como consecuencia de la reconversión de diversos sectores (siderurgia, construcción naval, textil, etc.). Para ello concedían ayudas financieras a fondo perdido de hasta un 30 % de la inversión considerada como subvencionable, siempre que la misma tuviera carácter industrial, creara un mínimo de nuevos puestos de trabajo y, se ofreciera una parte de ellos a los trabajadores acogidos a los Fondos de Promoción de Empleo establecidos en los procesos de reconversión.

El Ministerio de Economía y Hacienda identificó hasta ocho grandes problemas en el sistema legal y administrativo que regulaba la promoción económica regional hasta 1985:

1. Multiplicidad de figuras de estímulo a las economías regionales y yuxtaposición de las normas legales reguladoras, lo que desembocó en la participación de diversos Ministerios en la articulación de los incentivos y en la coexistencia de polos, polígonos, zonas de

preferente localización y, grandes áreas de expansión industrial con multitud de regímenes sectoriales, creciendo todo ello en una finalidad de conjunto adecuadamente organizada. Todo ello superpuesto con la política de reconversión industrial, con sus medidas de carácter sectorial y sus Zonas de Urgente Industrialización (ZUR) citadas anteriormente.

2. Aplicación de instrumentos de carácter fiscal y financiero. Los primeros fueron perdiendo sentido con las sucesivas reformas fiscales sin que se vieran potenciados los segundos, lo que motivó la inoperancia real de todo el sistema.
3. Ausencia de toda discriminación positiva en favor de las regiones desfavorecidas, con topes de incentivos en las Grandes Áreas de un 30 % de la inversión aprobada.
4. Excesiva amplitud y falta de actualización de la gama de sectores promocionables, agravada por la falta de adecuación a las realidades territoriales surgidas tras la crisis.
5. Dificultades en la tramitación y seguimiento de los proyectos, en el régimen de garantías, en los sistemas de concesión y en los procedimientos de pago.
6. Falta de adecuación a la normativa comunitaria y a las exigencias de especificidad regional, diferenciación regional en la intensidad de las ayudas, repercusión sectorial, transparencia y sistemas de vigilancia.
7. Desajuste entre el sistema de incentivos y la nueva organización autonómica del Estado español, que requiere una mayor participación de las Comunidades Autónomas en la gestión de los incentivos.
8. Falta de coordinación entre los diferentes instrumentos de política regional y entre las diferentes administraciones implicadas.

Frente a todo este cúmulo de ineficacias acumuladas con el tiempo, la publicación de la Ley 50/1985 de 27 de diciembre de Incentivos Económicos Regionales para la Corrección de los Desequilibrios Económicos Interterritoriales representó un cambio importante en la articulación legal de las medidas territoriales de promoción de las actividades económicas en España, al derogar la pléyade de figuras existentes hasta entonces y, sustituirlas por una regulación con pretensiones de homogeneidad territorial y de adecuación a las directrices comunitarias.

Partiendo del supuesto de que el funcionamiento del mercado no redujo las disparidades económicas entre las regiones, la nueva política de incentivos planteaba como objetivo global, la

reducción de las diferencias en los niveles de vida entre las regiones españolas. Recurre para ello a dos grandes grupos de instrumentos: La política de inversión en infraestructuras y equipamientos y, la introducción de mecanismos de compensación a la inversión productiva que se efectuara en áreas socioeconómicamente desfavorecidas.

Para ello, a partir de dos indicadores principales (PIB / habitante en paridades de poder adquisitivo y tasa de paro) y de otros secundarios (saldo migratorio, densidad de población, tasas de actividad) se define un mapa de incentivos regionales con tres clases de áreas incentivables:

- Las Zonas de Promoción Económica (ZPE) son las menos desarrolladas; dentro de ellas se establecen tres tipos, en función de su grado de desarrollo, lo que se traduce en diferentes techos de subvención a las actividades económicas.
- Las Zonas Industriales en Declive (ZID) son áreas especialmente afectadas por la crisis industrial, donde se combinan elevadas tasas de desempleo con niveles de renta relativamente altos. Su delimitación tiene como objetivo la reducción de los efectos del ajuste industrial.
- Las Zonas Especiales pueden ser creadas por el Gobierno si median circunstancias especiales, siempre que estén de acuerdo con la política regional global.

La industria es la principal actividad objeto de subvención, pero no la única, puesto que se incluyen también los servicios de apoyo industrial y la hostelería. Por ello, no puede calificarse la Ley de 1985 como instrumento específico de promoción industrial, sino que se trata un marco de apoyo a cuantas actividades productivas coadyuven al objetivo general de reducción de los desequilibrios interregionales, de acuerdo con las nuevas tendencias. Aunque, por el énfasis puesto en el sector industrial, parece indicar que el legislador le siguió confiriendo un papel estratégico en ese propósito final (Bosque, J. – 1995)⁷.

Las principales novedades que introducía el nuevo sistema de incentivos son los siguientes:

1. Unificación de los diversos instrumentos y asignación a un único organismo, la Secretaría de Estado de Economía.

⁷ BOSQUE MAUREL, Joaquín and MÉNDEZ GUTIÉRREZ DEL VALLE, Ricardo. Cambio industrial y desarrollo regional en España, p. 57.

2. Opción clara por las ayudas de carácter financiero destinadas al fomento de la actividad empresarial y a su orientación hacia zonas determinadas para corregir los desequilibrios. Entre la diversidad de opciones, se adopta únicamente la modalidad de subvenciones a fondo perdido, lo que facilita la transparencia del sistema tanto para la Administración como para el empresario.
3. Introducción de discriminación positiva a favor de las zonas más necesitadas, donde se subvenciona una proporción superior del presupuesto de cada proyecto. De hecho en las Zonas de Promoción Económica se seleccionan municipios prioritarios en función de criterios de población, accesibilidad, disponibilidad de suelo industrial y dotación de equipamientos, en los que el porcentaje subvencionable es aún mayor que en el resto del territorio.
4. Definición coherente de los sectores promocionables y de los objetivos en cada una de las tres clases de zonas.
5. Selección de los proyectos por parte de equipos especializados que utilizan variables y baremos bien definidos.

La mayoría de estas medidas no tuvieron éxito, tanto las ZUR como las ZID demostraron que la política económica regional no debía limitarse a una acción subvencionadora de la industria ni centrarse en la atracción de empresas exteriores a la región (Plaza, B. – 2001)⁸.

En la década de los sesenta y ochenta, España va a tener un descenso en comparación con la etapa anterior: Sube el precio de la energía, la productividad se reduce y, aumenta la dependencia energética. Por otro lado hay países que empiezan a plantar bases industriales en países del Tercer Mundo que les va a ser muy beneficioso, con una mano de obra barata.

En los años setenta, habían aparecido las agencias de desarrollo regional (ADR), como instrumentos de intervención pública en la promoción industrial, tomando una importancia relevante a mediados de los ochenta. Su objetivo básico era la creación de unas condiciones óptimas para el desarrollo en la región, siendo el campo central de actualización el apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico, potenciando la capacidad de innovación de la región mediante dos líneas de actuación: La modernización de las estructura productiva y la diversificación territorial y sectorial del tejido industrial.

⁸ PLAZA INCHAUSTI, Beatriz and Circulo de Empresarios Vascos. Política industrial de las comunidades autónomas: Análisis de la descentralización de la política industrial española, 1980-2000, p. 53.

La consolidación de ese entorno apropiado se conseguiría con acciones interrelacionadas de corte horizontal, en ámbitos como la recepción, tratamiento y difusión de la información y el acceso al mercado. En definitiva, se trataba de ofrecer servicios externos a la empresa y que eran imprescindibles para mostrarse competitivos en un mercado cada vez más globalizado.

Los instrumentos utilizados por las ADR para la promoción industrial eran de tipo financiero y no financiero, resaltando por la temática de esta investigación, los siguientes:

- Provisión de infraestructuras, creando un marco adecuado para el desarrollo de las diferentes actividades industriales, o lo que viene a ser lo mismo, intentar evitar que las condiciones de un espacio no sean un impedimento para el desarrollo del tejido productivo. Las actuaciones van desde la oferta de suelo industrial, polígonos, la provisión de pabellones a la medida, hasta la mejora del medio ambiente que rodea ese espacio.
- Institutos Tecnológicos: Asociaciones de empresas de una rama industrial y de las administraciones para la investigación, tanto de nuevos productos como de nuevas tecnologías del proceso industrial y su difusión.
- Parques Tecnológicos: Para empresas que se dedican a la investigación aplicada, casi siempre en ramas clave por tecnologías punta, que actúan como centros de difusión.
- Centros de Empresas e Innovación: Son una especie de “incubadoras de industrias”, en las que nuevas empresas, de sectores generalmente punta, reciben tutela y transferencia de tecnología.

1986–1999: Etapa de integración e internacionalización.

Aparece la economía globalizada, donde las empresas buscan nuevas estrategias para encontrar más ventajas que la competencia, es ahora cuando el mercado se amplía a todos los lugares del mundo.

En España se pueden distinguir dos modelos de industrias: Las industrias tradicionales maduras con procesos de reconversión y, las nuevas industrias con nuevas actividades que se aproximan al sector terciario. Se generan inversiones extranjeras a través de las multinacionales.

En esta nueva etapa se va a exigir aumentar la productividad, mejorar la tecnología y que sus trabajadores están mejor formados a parte de una serie de innumerables factores como por ejemplo: Nuevos factores de localización industrial, búsqueda de nuevos nichos de mercado o altas inversiones en el capital.

El sector industrial español presenta una evolución desde los años 50. Además, con el paso de las décadas la demanda de mano de obra ha descendido considerablemente y en algunas industrias ha sido completamente sustituido por máquinas.

Se producen muchos cambios en las empresas y en las ramas industriales. Las industrias no se van a especializar únicamente en un producto, centrándose en varios.

La estructura empresarial en España estaba dividida. Mientras que en el litoral Cantábrico existen las grandes empresas con un fuerte apoyo estatal, en la zona Mediterránea existían las pymes (pequeñas y medianas empresas). Además el 90 % de las empresas son de pequeño tamaño y hay una clara distinción entre gran empresa y, la pequeña y mediana empresa.

- Las **grandes empresas** tienen una fuerte inversión extranjera con un fuerte capital, tiene un alto nivel tecnológico y está en constante crecimiento. En la década de los ochenta las dos terceras partes de las inversiones extranjeras eran por las grandes empresas.
- Las **pequeñas y medianas empresas** se sitúan en comarcas y regiones. Mayoritariamente, estas empresas tienen base familiar. Se adaptan mejor a los cambios de mercado que las grandes empresas.

Las ramas industriales han experimentado importantes transformaciones que van a conseguir que determinados sectores industriales vayan en retroceso y otros hayan ido en expansión. Los que van en retroceso por ejemplo son el textil o el naval y, los que van en aumento son el automóvil o el informático. Algunos sectores industriales son:

- Industria siderúrgica y naval. Son sectores muy antiguos que han ido en descenso. Han sido sustituidos sus productos por otros materiales más baratos, han tenido ayudas públicas.
- Industria química. La mayoría se encuentra en grupos industriales europeos y americanos. En España se encuentra en Cataluña, Madrid y País Vasco.

- Automoción. Las empresas españolas pasan a depender de los capitales europeos y asiáticos (Ford, Renault o Daewoo).
- Industria electrónica e informática. También este sector es muy dependiente de los capitales extranjeros. El total de personas ocupadas en esta rama va aumentando lo que también provoca un descenso en los demás sectores.
- Industrias agroalimentarias. Son las industrias con más empleados en España. La empresa familiar es la predominante, aunque tiene una gran diversidad empresarial desde las grandes empresas españolas como Cola-Cao, o las empresas familiares anteriormente mencionadas. La localización de esta rama industrial es muy diversa ya que depende de algunos factores como la proximidad de las materias primas o, la proximidad a las empresas que va a distribuir su producto.
- Industria textil, del cuero y del calzado. Son las más dañadas por la crisis económica de los años setenta. Han desaparecido muchas industrias de este sector y se han mantenido las marcas de prestigio.

La industria y la innovación tecnológica.

En 1986 se creó el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo⁹. España estaba muy atrasada en comparación con la UE en temas de investigación y desarrollo ya que los resultados del PIB eran la mitad de la media de la UE. Se planteaban tres objetivos:

- Que la investigación científica y la innovación tecnológica estuvieran al servicio de la ciudadanía, del bienestar social y de un desarrollo sostenible.
- Que la investigación se convirtiera en un factor que mejore la competitividad empresarial.
- Que permitiera la generación de nuevos conocimientos.

Las características que separaban la capacidad tecnológica española con la internacional eran: Un crecimiento reciente, una dependencia del exterior y una fuerte concentración geográfica. En la década de los ochenta se empezó a invertir en investigación y desarrollo, pero España estaba muy retrasada en comparación con otros países europeos como Alemania donde sus inversiones eran muy superiores.

⁹ Ley de Investigación Científica y Tecnológica de 1986.

Lo que ha generado un aumento científico y tecnológico ha sido la participación del capital extranjero, con un ascenso considerable en las décadas de los ochenta y noventa. Esto particularmente se ha visto favorecido por la abundancia de la mano de obra joven y cualificada y, unas buenas perspectivas de desarrollo.

Además un buen desarrollo económico e industrial tiene que ir ligado a un amplio sector de recursos humanos cualificados para el desarrollo de nuevas actividades terciarias para las empresas.

Durante la segunda mitad de la década de los ochenta, las industrias registraron un rápido crecimiento tecnológico que les permitió abrirse al extranjero y obtener más beneficios.

En cuanto a la distribución española de investigación y desarrollo, las comunidades con mayor porcentaje de participación en el total de gastos e ingresos eran Madrid y Cataluña con un 34 % y un 21 % respectivamente. El resto de comunidades tenían unos porcentajes muy bajos en comparación con los dos grandes centros.

4.3. TIPOLOGÍAS BÁSICAS DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

Tradicionalmente, el espacio de la producción industrial ha estado intrínsecamente vinculado a las materias primas, a las fuentes de energía para hacer funcionar el proceso productivo, a la disponibilidad de mano de obra, más o menos cualificada y, a la proximidad de los mercados o la capacidad de acceder fácilmente. Las relaciones entre estos factores tienen un denominador común, como es la reducción de costes de producción y la generación de sinergias competitivas.

En la evolución histórica de las áreas industriales, estos factores han sido determinantes de las formas del espacio industrial, a veces condicionándolo y adecuándose por una parte a las posibilidades del lugar y del nivel tecnológico y, socioeconómico y cultural de la sociedad; de otra, mediante la introducción de innovaciones tipológicas derivadas de las innovaciones tecnológicas que se disponían.

Entre las diversas modalidades de la producción industrial, la manual, la manufacturera y la fabril, es esta última la que comporta un salto cualitativo en la creación de espacios específicos de la industria. Espacios determinantes por la accesibilidad, la disposición en el territorio, la condición de recintos o de espacios específicos de grandes dimensiones, y visualmente caracterizados por formas arquitectónicas propias

La organización fabril comporta la organización sistemática de la maquinaria y de los trabajadores, los stocks de materias primas y de productos elaborados, así como la organización de toda una serie de funciones de soporte, desde la logística a la administración. El espacio industrial acontece un espacio tipológico, con formas diversas, pero organizado, proyectado y constituyendo un espacio específico.

A partir de los años 80 empieza a plantearse la crisis del modelo de organización productiva existente, llamado de manera general modelo fordiano, y los análisis teóricos de la situación introducirían nuevos conceptos que intentan explicar la nueva situación. Cada uno de estos conceptos implica una percepción determinada del desarrollo económico y pone énfasis en determinados aspectos por encima de otros:

- Pérdida de peso de la actividad propiamente manufacturera en beneficio de los servicios.
- La estandarización de los diferentes momentos del proceso productivo en grandes unidades da paso a un modelo que rompe con la cadena de producción.

- El desarrollo de la informática y las nuevas tecnologías de la información inciden, de manera total, en las relaciones de producción y sociales.

Uno de los cambios más destacados en la reorganización de las actividades industriales es el aumento del peso de los trabajos previos y posteriores a la propia fabricación, provocada por la búsqueda de mejorar el valor añadido a través de la racionalización del proceso productivo o, la mejora de la distribución. Estos servicios a la producción pueden ser desarrollados en el interior de las mismas empresas, en espacios diferentes o, en un mismo espacio por diferentes empresas. Las empresas tienen tendencia a externalizar sus servicios, conservando los de mayor valor añadido o, en particular, los que tienen más interés estratégico para su actividad.

Históricamente, las áreas industriales se han desarrollado dentro y fuera de las ciudades, según las necesidades de las mismas empresas y la facilidad de acceso al mercado del suelo. Al lado de las industrias aisladas, aparecían nuevas industrias que determinaban la aparición más o menos espontánea de conjuntos industriales, de características y formas diferentes. Las ubicaciones industriales actuales todavía son herederas en una buena parte de estas implantaciones, de tal manera que todavía hoy se podría diferenciar entre diferentes tipos de implantaciones, según se trate de una generación espontánea o de una generación planificada.

La introducción de la zonificación de los usos del suelo en el urbanismo, años 50 y, posteriormente el interés de las administraciones por desarrollar el tejido industrial y captar empresas, hacia que se delimitaran y aparecieran las zonas con un uso específicamente industrial.

La noción de uso es una categoría urbanística que normalmente expresa la capacidad o aptitud que se atribuye en el Plan a un espacio determinado para acoger una o un conjunto de actividades y funciones (Gago, J. – 1994)¹⁰. El término más comúnmente empleado en los planes para designar el espacio urbanístico de actividades convencionalmente asimiladas a la industria ha sido el de uso industrial.

La política de desarrollo industrial de los años 60 comporta la implantación de polígonos industriales en las principales ciudades, y a partir de los años 80, los polígonos se han ido

¹⁰ GAGO DÁVILA, Jesús and Castella i Lleó. Junta. Ordenación de áreas industriales, p. 33.

desarrollando por el conjunto del territorio, siendo desarrollados tanto por las administraciones públicas como por promotores privados (Segura, R. – 1989)¹¹.

Con la medida, el desarrollo de polígonos industriales se ha generalizado, su implantación ha dejado de tener efecto como medida específica de política regional. A partir de finales de los años 80, los polígonos compiten entre ellos desde una gran diversidad de localizaciones, estancándose. Se llenan o amplían al ritmo de las coyunturas y según la atracción o la capacidad de captación de empresas locales.

Al mismo tiempo que se desarrollaban las áreas o los polígonos industriales donde cabía todo tipo de actividad, aparecen zonas destinadas a cubrir objetivos más específicos, los cuales tendrán una difusión especial a partir de los años 80. En cierta manera, y en unos casos más que en otros, estas zonas específicas vienen a cubrir también objetivos de política económica regional que se habían desvirtuado con la generalización de los “polígonos mixtos”:

- Zonas portuarias, relacionadas con la transferencia de materias pesadas que adoptan el transporte en barco.
- Zonas logísticas que se ocupan del almacenamiento, la distribución y el transporte de diferentes tipos de bienes y acostumbran a ejercer también de centros de intercambio entre diferentes tipos de medios de transporte.
- Zonas de especialización productiva, con la presencia de una actividad dominante, por ejemplo la industria alimentaria.
- Zonas comerciales que aparecen en el periferia urbana y que incluyen grandes establecimientos de venta al público
- Zonas terciarias que incluyen diferentes actividades de servicios: Oficinas, servicios postventa, etc.
- Zonas o parques tecnológicos que pretenden acoger actividades de investigación o innovación en tecnologías punta y que tienen un cariz más de zonas de servicios.

¹¹ SEGURA SANZ, Rodolfo, et al. Actividad industrial y sistemas urbanos: Evolución y tendencias de las tipologías y modelos de localización industrial en relación con la ciudad y las actividades urbanas, p. 75: “El polígono industrial se corresponde con una superficie de suelo delimitado y calificado de uso exclusivamente industrial por el planeamiento, que se configura como una unidad de promoción, planeamiento y gestión”.

Con todos estos antecedentes expuestos hasta ahora, se enunciaban una serie ideas estratégicas de intervención urbanística en los siguientes años (Navarro, G. – 1990)¹²:

- 1.) El consumo de suelo urbanizado para los industriales es muy sensible a los ciclos económicos. El proceso de preparación de suelo urbanizado es tan largo que puede ocurrir que la ampliación de la oferta aparezca cuando el ciclo expansivo ha terminado. El desarrollo del suelo urbanizado tiene que diferenciarse de los ciclos económicos.
- 2.) El diseño de las nuevas implantaciones debe contemplar como base la idea de que las industrias se transforman, y por tanto deben ser pensados con la posibilidad de introducir alteraciones posteriores en su concepción.
- 3.) El modelo político del Estado de las Autonomías provocará un proceso de fuerte competencia entre todas las autonomías regionales, siendo un incentivo la existencia de un abundante “stock” de suelo industrial.
- 4.) La apertura de la economía al exterior y la progresiva estandarización de los procesos va a reclamar también que la oferta de suelo apta para la recepción de actividades industriales y terciarias sea un “espacio homologado” con el espacio productivo fuera de España. El polígono industrial debe evolucionar hacia actuaciones urbanísticas más sofisticadas y con mayor valor añadido.

Con todos estos argumentos, parece claro el motivo que provoca el cambio de la terminología, pudiendo definir el concepto “polígono de actividad” como área donde se localizan actividades económicas en suelo calificado de industrial, terciario o mixto, distinguiendo dos tipológicas básicas de áreas: los polígonos industriales y los polígonos de actividad (Miralles, C. – 2007)¹³. Estos últimos a su vez pueden tener un enfoque dominante (logístico, comercial, etc.).

Un dato que justifica, como mínimo, este cambio de terminología, es el siguiente: En 2006 la industria en Cataluña ocupaba poco menos de la mitad del total de la superficie de las áreas industriales, siendo el resto ocupado por otros tipos de actividades.

¹² Navarro, Gonzalo. Polígonos Industriales, hoy áreas de actividad económica. P.30.

¹³ MIRALLES-GUASCH, Carme and DONAT MUÑOZ, Carles. Anàlisi de l'oferta i la demanda de polígons d'activitat a Catalunya, p. 9.

4.4. LAS NUEVAS ÁREAS PRODUCTIVAS

La actividad dominante que determinaba los polígonos industriales era la producción. Hoy en día, los perfiles de los nuevos espacios industriales son más diversificados, repartiendo sus actividades dominantes entre la producción, el terciario, el comercio y la logística.

Se pueden agrupar las nuevas áreas de actividad económica, tipificándolas en función de las actividades que se desarrollan, su localización, implantación, requerimientos funcionales, morfología y agregación, en áreas de actividad económica básicamente industrial, logística y terciaria (INCASOL – 2012)¹⁴.

4.4.1. Áreas de actividad económica básicamente industrial

Se establecen en este grupo las actividades industriales clásicas, fuertemente vinculada al tejido industrial y en muchas ocasiones con una incidencia de su actividad sobre una ciudad o comarca.



Figura núm. 4-1: Implantación industrial en el Polígono industrial Baix Ebre, Tortosa, Tarragona¹⁵.

4.4.2. Áreas de actividad económica básicamente logística

En este grupo se establecen las áreas y centros logísticos y de distribución, que se sitúan en grandes naves y grandes extensiones de almacenamiento cubierto, y con grandes áreas de aparcamiento dirigidas al vehículo pesado.

Aunque son áreas claramente encuadrables en las áreas de actividad terciaria (apartado 4.4.3.), por las características y a priori, necesidades que requieren dichas actividades, merecen un

¹⁴ Institut Català del Sòl, Generalitat de Catalunya. Llibre d'estil dels sectors d'activitat econòmica, p. 36.

¹⁵(1) Polígono industrial Baix Ebre, Tortosa (fotografía del archivo personal del autor). Ejemplo de área productiva básicamente industrial.

apartado distinto. Además se trata de unas actividades con un crecimiento importante en los últimos años en España, como lo indican los siguientes datos (Recoletos - 2004)¹⁶:

- Globalmente, la actividad logística en España supone el 9'7 % sobre el PIB nacional.
- El 90 % de la subcontratación corresponde al transporte.



Figura núm. 4-2: Área logística en el Polígono Industrial de Constantí, Tarragona¹⁷.

4.4.3. Áreas de actividad económica básicamente terciaria

Se establecen en este grupo áreas de actividad terciaria o mixta, principalmente son:

- Parques empresariales (en la tradición anglosajona). Áreas donde se localizan actividades económicas diversas, pero de carácter básicamente de servicios. Pueden incluir los parques de oficinas y cubren demandas presentes en las ciudades más grandes.
- Parques tecnológicos y científicos. La IASP¹⁸ los define como: “organizaciones gestionadas por profesionales especializados, cuyo objetivo fundamental es incrementar la riqueza de su comunidad promoviendo la cultura de la innovación y la competitividad de las empresas e instituciones generadoras de saber instaladas en el parque o asociadas a él.”

¹⁶ II Encuentro de Plataformas Logísticas, Ed. Recoletos.

¹⁷ Polígono industrial de Constantí, Tarragona (fotografía del archivo personal del autor). Ejemplo de área productiva básicamente logística.

¹⁸ IASP: International Association of Science Parks.

A tal fin, los Parques Tecnológicos¹⁹ estimulan y gestionan el flujo de conocimiento y tecnología entre las universidades, instituciones de investigación, empresas y mercados; impulsan la creación y el crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de incubación y de generación centrífuga (spin-off), y proporcionan otros servicios de valor añadido, así como espacios e instalaciones de gran calidad.

- Parques comerciales: Tienen por finalidad servir a parte de un área metropolitana de más de 200.000 habitantes. Este tipo de parques disponen de varias locomotoras entre las cuales destacan el hipermercado, el gran almacén, el almacén popular o varios de ellos conjuntamente (Sánchez del Río, R. – 1989)²⁰.



Figura núm. 4-3: Parque comercial "Les Gavarres", Tarragona²¹.

¹⁹ APTE. Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España.

²⁰ SÁNCHEZ DEL RÍO, Roger. Urbanismo de áreas comerciales, p. 21.

²¹ Parque comercial "Les Gavarres" de Tarragona (fotografía del archivo personal del autor). Ejemplo de área productiva básicamente terciaria.

4.5. LA ADAPTACIÓN DEL URBANISMO A LAS NUEVAS ESPECIFICIDADES

Para satisfacer las transformaciones experimentadas en la organización industrial, se plantean los siguientes cambios en el urbanismo industrial (INCASOL – 2012)²²:

- Búsqueda de unos espacios de producción más integrados, que permitan la buena relación industria – servicios.
- Flexibilidad para la adaptación a necesidades cambiantes.
- Mejora de la calidad infraestructural, urbanística y ambiental.
- Diversificación de la oferta para adaptarse a la necesidad de los diferentes segmentos.

La concreción de los parámetros del nuevo urbanismo, en cualquier caso, se enfrenta a las singularidades propias de los espacios industriales. En este sentido, la tipología de los espacios industriales actuales, la adaptación de estos a las nuevas necesidades y las características de los nuevos espacios productivos no resultan nada fácil de concretar.

La localización y las características de las áreas se han de adaptar a las necesidades de las industrias o empresas y, en este sentido, las condiciones difícilmente pueden servir para todos a causa y de una manera especial a:

- La peligrosidad i/o el impacto ambiental de la propia actividad. En este sentido, la clasificación oficial de las actividades económicas, que tiene en cuenta también la magnitud productiva de las empresas, es un referente de primera importancia para la localización de la actividad por determinadas condiciones de implantación.
- La singularidad de los procesos de las diferentes ramas industriales. Los requisitos de materias primas o de servicios, y las complementariedades industriales de las distintas ramas son muy diferentes, de tal manera que las condiciones de ubicación y urbanización son muy contrastadas.
- El contenido tecnológico de la misma actividad. Las actividades innovadoras representan un motor económico estratégico en el ámbito regional que requiere unas condiciones de ubicación y urbanización también singulares, con diferentes posibilidades.
- Características de la propia estructura urbana. La implantación de zonas productivas y sus características, varía y se adapta también a la dimensión de las ciudades, las características de su implantación y su posicionamiento en la red territorial.

²² Institut Català del Sòl, Generalitat de Catalunya. Llibre d'estil dels sectors d'activitat econòmica, p. 32.

Independientemente de la especificidad del área, es claro que determinados parámetros pueden definir o condicionar sus características. Entre ellos figura:

- El tamaño del área industrial.
- La subdivisión parcelaria.

Son dos conceptos que para determinadas actividades pueden ser un freno para su implantación, aunque la calificación del uso lo permita. Así, por ejemplo, si se plantea un área para un uso dominante logístico, se tendrá que prever un tamaño de parcela grande.

Por el tamaño del área productiva se puede establecer la siguiente clasificación (Miralles, C. – 2007)²³:

1. Áreas grandes (más de 50 Ha de superficie bruta).
2. Áreas medianas - grandes (entre 10 y 50 Ha de superficie bruta).
3. Áreas pequeñas - medianas (entre 2 y 10 Ha de superficie bruta).
4. Áreas pequeñas (menos de 2 Ha de superficie bruta).

Por la subdivisión parcelaria se establece el siguiente criterio (Gago, J. – 1994)²⁴:

1. Polígonos de gran parcela (unidades iguales o superiores a 6.000 m²)
2. Polígonos de pequeña parcela (unidades iguales o menores a 6.000 m²)
3. Polígonos de parcela variable, combinación de parcelas pequeñas y grandes.

Existen otras clasificaciones que tienden a separar las áreas productivas, con independencia de su tamaño o de las características de la subdivisión parcelaria en:

- Productos convencionales: Incluye cualquiera de los espacios de implantación tradicional que han venido tomando el nombre de polígono o parque industrial.
- Productos de futuro: Comprenden un conjunto de formas más recientes, cuyos representantes principales serían los parques empresariales, parques de actividades, parques científicos y parques tecnológicos, centros de empresas, incubadoras de empresas, centros logísticos y de transporte y parques de oficinas.

²³ MIRALLES-GUASCH and DONAT MUÑOZ. Anàlisi de l'oferta i la demanda de polígons d'activitat a Catalunya, p. 8-36.

²⁴ GAGO DÁVILA and Castella i Lleó. Junta. Ordenación de áreas industriales, p. 63.

Tres características principales diferencian estas áreas de las convencionales (Ruiz, M.C. - 2010)²⁵:

- La separación menos rígida de los usos y las mayores posibilidades para admitir mezclas, en proporciones variables, de usos de oficinas, industriales, almacenaje, etc. (parques empresariales y parques de actividades).
- La voluntad de concentrar funciones (parques científicos, etc.) o funciones normales con carácter experimental (centros de empresas, incubadoras, etc.).
- La de construir enclaves (centros logísticos, parques de oficinas, etc.) para reunir actividades previamente excluidas de otras formas de agrupación.

En cuanto a las infraestructuras necesarias, el estado del arte es prácticamente inexistente. Algunas entidades han establecido unos criterios de diseño para las nuevas áreas productivas que priorizan la idea de la mejora de la sostenibilidad urbanística de la actuación (INCASOL – 2012)²⁶. Los aspectos principales que propone son²⁷:

- Tratamiento de aguas pluviales con sistemas de filtro (lechos de gravas, zonas húmedas, etc.) y reutilización en zonas verdes y equipamientos.
- Contribución a la producción de energía solar y eólica.
- Limitar la generación de necesidades de alumbrado público y evitar el exceso luminoso.
- Reutilización de materiales procedentes de demoliciones.
- Mejora de la permeabilidad del suelo, para minimizar la impermeabilización del suelo.
- Integrar el espacio libre con el territorio y el entorno.
- Utilización de la vegetación como elemento de calidad y confort.

Algunas de estas propuestas se pueden aplicar incluso en áreas ya construidas, sin un coste de inversión excesivamente alto, respecto a los beneficios ecológicos que aportaran²⁸.

²⁵ RUIZ PUENTE, María d. C. and FERNÁNDEZ, I. Industrial ecology to plan and design industrial areas, p. 188-196.

²⁶ Institut Català del Sòl, Generalitat de Catalunya. Llibre d'estil dels sectors d'activitat econòmica, p. 111.

²⁷ En el Capítulo 7 se estudia con detalle los aspectos de sostenibilidad aplicados a las áreas productivas.

²⁸ DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN, DE LA COMUNIDAD DE MADRID. La rehabilitación Integral de áreas Industriales.

Se han realizado algunas propuestas e intentos de desarrollo concretos de áreas productivas con criterios de sostenibilidad, aunque más en la línea de la promoción o difusión de estos criterios. En L'Orxa (Alicante), en un intento de revitalizar una zona socio-económica deprimida debido al proceso de deterioro de la actividad industrial, se ha diseñado un parque ecoindustrial (Capítulo 7.1), respetando los valores de sostenibilidad ambiental y energética del mismo y del entorno en el que se ubica.

En él se ha previsto, entre otros aspectos, la explotación de energías renovables, aunque con un enfoque más bien demostrativo, previendo la instalación de: Minicentral hidráulica de 450 kWh (concesión de 1 Hm³ de la Confederación Hidrográfica del Júcar), huerto solar fotovoltaico de 700 kWp en las cubiertas de las naves, dos aerogeneradores de 6 kWh, una central de biomasa de 500 kWh y una central de biogás de 1MWh.

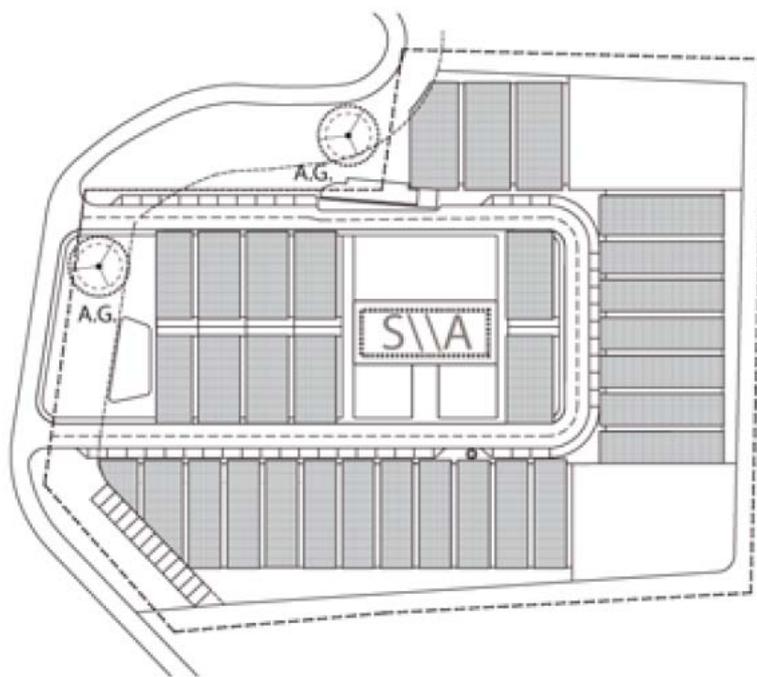


Figura núm. 4-4: Parque Eco-industrial de L'Orxa, Alicante²⁹.

²⁹ GOLF, E. Parque Eco-industrial de L'Orxa.

CAPÍTULO 5

5. ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN NORMATIVA DEL URBANISMO

5.1. INTRODUCCIÓN

5.2. EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

5.2.1. Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1956.

5.2.2. Ley de reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, de 1975.

5.2.3. La evolución posterior.

5.3. TRATAMIENTO JURÍDICO DEL SUELO PRODUCTIVO

5.4. ORDENANZAS DE UNA ÁREA PRODUCTIVA

5.5. LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

5.6. LA LEGISLACIÓN SECTORIAL

5.6.1. Pavimentación.

5.6.2. Distribución de agua potable.

5.6.3. Evacuación de aguas.

5.6.4. Suministro de energía eléctrica.

5.6.5. Alumbrado público.

5.6.6. Telecomunicaciones.

5.6.7. Abastecimiento de gas.

5.7. NORMAS TÉCNICAS

5.8. EL PAPEL DE LAS ADMINISTRACIONES



5. ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN NORMATIVA DEL URBANISMO

5.1. INTRODUCCIÓN

Es frecuente que las necesidades o deseos de atraer nuevas actividades industriales o de servicios a un territorio dado, o de ampliar las ya existentes, se trasladen a los planes urbanísticos en forma de propuestas de clasificación o de calificación de suelos para uso industrial o servicios en los planes municipales.

Aun cuando resulte obvio, es preciso recalcar que el simple hecho de clasificar y calificar suelos a estos fines a través del planeamiento nunca puede garantizar, por si solo, esta finalidad perseguida. Más aún, el posterior desarrollo de la ordenación y la ejecución de la urbanización de un polígono o área señalada en un Plan Urbanístico, solamente hace posible la implantación de actividad en la medida que existan condiciones de demanda de suelo en la zona capaces de realizarse bajo las condiciones técnicas y económicas que impone el polígono o área.

La demanda de suelo para actividades económicas se ha visto afectada en los dos últimos decenios por el crecimiento de los segmentos de pequeña y muy pequeña empresa, definida ésta en términos de empleo y también, aunque no siempre, en términos del espacio físico utilizado.

Por otra parte, muchos de los procesos técnico-económicos que han estado detrás de esta “fragmentación” de las unidades productivas han sido responsables de la emergencia de muchas empresas de servicios a las funciones productivas y a la demanda final del consumo.

Sin embargo, más fuerte que el crecimiento de la demanda de actividad viene siendo la ampliación de las posibilidades técnicas y económicas de ubicación de las actividades en el territorio a través de la extensión y las mejoras en las infraestructuras. Ello, unido a una gran diversidad en las exigencias de las empresas sobre las características del sitio y de su espacio propio (urbanización, parcela, edificios), introducen considerables elementos de incertidumbre al planificador a la hora de anticipar en sus documentos los aspectos del cuánto, de qué y dónde, con relación al suelo y los requisitos urbanísticos necesarios para una implantación efectiva de actividades capaces de ocupar, en tiempos razonables, los enclaves o áreas que resulten de esas previsiones (Gago, J. - 1994)¹.

¹ GAGO DÁVILA, Jesús and Castilla i Lleó. Junta. Ordenación de áreas industriales, p. 20

El planeamiento urbanístico de nivel superior – Plan General de Ordenación Urbana ² o Normas Subsidiarias Municipales³ – tiene que hacer frente, en primer término, a esas cuestiones, siendo las más significativas las que se refieren a la definición de los usos, y a la localización, clasificación, dimensionamiento del suelo y el espacio construible que a ellos se destine y de las infraestructuras necesarias para que funcionen estos espacios.

A partir del PGOU⁴ o de las NNSS⁵, la formación ordenada de los nuevos tejidos de espacios o áreas productivas está sujeto a un proceso escalonado de medidas de planteamiento, gestión y ejecución que se centran alrededor de factores o variables de diferente naturaleza, según la escala y el nivel de desarrollo exigible para su tratamiento en cada caso, y que la Ley del Suelo organiza según unas figuras de ordenación o proyecto bien establecidas: Programas de Actuación Urbanística, Planes Parciales, Estudios de Detalle, Proyectos de Urbanización o Planes Especiales.

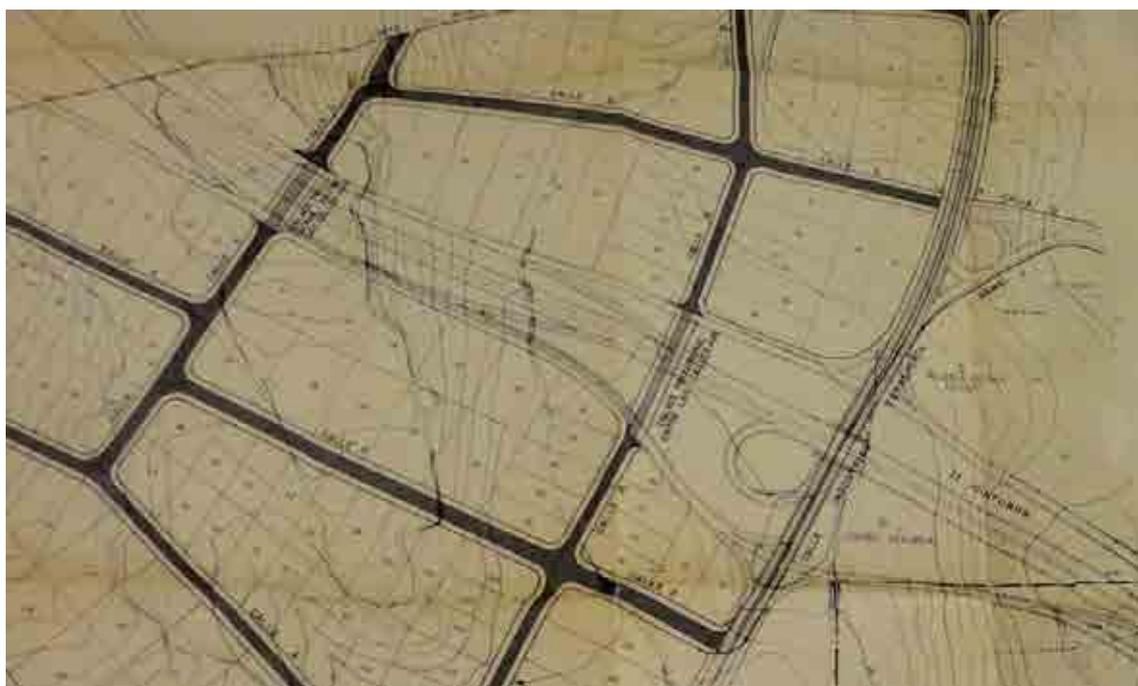


Figura núm. 5-1: Plan parcial del polígono industrial Riu Clar de Tarragona, redactado en el año 1975⁶.

² El Plan General de Ordenación Urbana, es un instrumento de planeamiento general definido en la normativa urbanística de España como un instrumento básico de ordenación integral del territorio de uno o varios municipios, a través del cual se clasifica el suelo, se determina el régimen aplicable a cada clase de suelo, y se definen los elementos fundamentales del sistema de equipamientos del municipio en cuestión.

³ Las Normas Subsidiarias Municipales, establecen la Ordenación Urbanísticas para los municipios que carecen de Plan General de Ordenación Urbana (protección y aprovechamiento del suelo, urbanización y edificación).

⁴ PGOU: Plan General de Ordenación Urbana.

⁵ NNSS: Normas Subsidiarias.

⁶ Definición de la vialidad en el plan parcial del polígono industrial Riu Clar de Tarragona. Archivo Histórico del Ayuntamiento de Tarragona. (Fotografía del archivo personal del autor).

La concreción de las redes de servicios a prever en la posterior urbanización también queda explícito en los planes parciales, donde se describen qué redes va a disponer la urbanización y se establecen consideraciones mínimas, del tipo:

- Red de evacuación de aguas unitaria o separativa.
- Tipos de materiales a utilizar,
- Elementos que debe incluir la red de abastecimiento de agua.
- Etc.

Los proyectos de Urbanización no son instrumentos de planeamiento, sino simplemente proyectos de ejecución de obras, concretamente obras de urbanización que en sus aspectos espaciales y en sus trascendencia urbana están ya determinadas en la figura de planeamiento de la cual se trate en cada caso (Esteban, J. – 2001)⁷.

Si es verdad que siempre existe un cierto factor de incertidumbre en la demanda futura de suelos para usos productivos, no es menos cierto que tal incertidumbre no es igual en cada periodo de tiempo, ni en cada enclave, y que pueden acotarse progresivamente en los diferentes estadios de desarrollo y concreción de escalas y proyectos.

La adaptabilidad de un Plan para mantener en el tiempo la vigencia de sus determinaciones en los aspectos que interesan, estriba en su capacidad de dotarse de recursos técnicos para afrontar las posibles variaciones en las demandas de espacio de la actividad económica. La fluidez con que tienden a producirse los cambios en el seno de los sectores y de la economía en general, que subyace a esa demanda de espacio, contrasta con la comparativa “rigidez” del espacio mismo. Es bajo esta consideración donde el problema de la definición de los usos (y la noción de uso misma) y la cuestión del dimensionamiento propio de los espacios por una parte, y sus infraestructuras por otra, adquieren la máxima importancia de análisis (García, F. – 2009)⁸.

El presente capítulo sitúa la investigación en el punto de partida normativo, estudiando la evolución de los distintos aspectos del ámbito de las infraestructuras urbanísticas que han incidido en el diseño de dichas áreas o espacios productivos desde tres puntos de vista: Evolución del planeamiento urbanístico, evolución de la legislación ambiental y sectorial, y la incidencia de las normativas técnicas.

⁷ ESTEBAN I NOGUERA, Juli. Elementos de ordenación urbana, p. 53

⁸ GARCÍA RUBIO, Fernando. Nuevos retos sectoriales del urbanismo, p. 709

5.2. EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El urbanismo español se ha regido por una serie de disposiciones que, promulgadas en muy diferentes fechas, han ido resolviendo las diversas problemáticas existentes, algunas de ellas provocadas por las propias disposiciones que las precedían.

Esta legislación se empezó a constituir básicamente por las Leyes de Ensanche y Extensión de 26 de julio de 1892; de Saneamiento y Mejora interior, de 18 de marzo de 1895; de Solares, de 15 de mayo de 1945, y, finalmente con carácter general, por diversos artículos de la Ley de Régimen Local, de 24 de junio de 1955, además de otros preceptos complementarios de muy variado rango jerárquico o con ámbito limitado a ciertas ciudades.

Dichas normativas, con vigencia en todo el territorio del Estado, contemplaban la acción urbanística desde una perspectiva puramente local y circunscrita a su reducido ámbito, intentando dar solución a los problemas derivados del aumento de la población, previendo la ejecución de las urbanizaciones sin imponer la observancia de un orden de prioridades y su financiación a cargo de los fondos generales municipales, aun permitiendo un posterior reintegro parcial a costa de los beneficiados por las obras.

Estos aspectos citados, unido a la sugestión ejercida por los proyectos a corto plazo, motivó la falta de previsión en lo que respecta a la formación de reservas de suelo adecuadas en condiciones técnicas y económicas, surgiendo a partir de esta problemática la legislación urbanística moderna española, con la primera Ley del suelo del año 1956 y que posteriormente se ha ido modificando y ampliando con diversos Reglamentos. El objetivo de este apartado es comprobar como dentro de esta evolución normativa sobre el planeamiento urbanístico se ha ido resolviendo la problemática sobre las infraestructuras urbanísticas y los proyectos de urbanización correspondientes.

5.2.1. Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1956

La Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 12 de mayo de 1956⁹, fue la primera Ley del Suelo que tuvo España. Se aprobó con el objetivo de solucionar la insuficiente normativa existente al respecto hasta la fecha (tal como se ha comentado anteriormente), para afrontar y resolver la ordenación urbanística que el crecimiento demográfico y el futuro de España requerían, y las modernas técnicas aconsejaban.

⁹ Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 12 de mayo de 1956, publicada en el B.O.E. núm. 135, de 14 de mayo de 1956; corrección de errores en B.O.E. núm. 157, de 5 de junio.

Promovida por el arquitecto Pedro Bidagor, alrededor de quien se movió durante tres décadas la política urbanística española, y a pesar de que nunca llegó a sintonizar con la Dirección General de Administración Local, tutora y orientadora de los Ayuntamientos, ni tampoco el Ministro de la Gobernación (Larrodera, E.– 1981)¹⁰.

Se trataba de una ley avanzada que nacía sin los necesarios apoyos políticos. Bidagor, jefe de una sección en la Dirección General de Arquitectura en el Ministerio de Gobernación, aun contando con el apoyo del Jefe del Estado, fue incapaz de convencer a los municipalistas de la Dirección General de Administración Local.

La Ley del Suelo y Ordenación Urbana de 1956 elevó el planeamiento urbanístico a elemento fundamental del nuevo sistema. Se limitó profundamente el *ius aedificandi*, intentando regular el uso del suelo conforme a la función social de la propiedad. Configuró las facultades dominicales sobre los terrenos según su clasificación urbanística, constituyendo un estatuto jurídico del suelo, de forma tal que esas limitaciones y deberes que implicaba, definían el contenido normal de la propiedad según su naturaleza, y por tanto, no daban lugar a indemnización.

El urbanismo se convierte en una competencia integral de la Administración, sin cuya previsión planificadora y autorización ninguna urbanización o construcción es ya posible. Pero al mismo tiempo, reserva todas las plusvalías generadas por la renta urbana a los propietarios sin participación social alguna, consagrando el nivel máximo de capitalismo urbanístico (Bassols, M. – 2006)¹¹.

Se introduce la clasificación urbanística del suelo cuyos límites físicos entre unos y otros vendrán determinados por los Planes Generales de Ordenación Municipal:

1. **Suelo urbano:** aquel que está situado en zonas consolidadas por la edificación, o bien cuenta con una serie de servicios urbanísticos básicos (acceso rodado, abastecimiento de agua y alcantarillado y suministro de electricidad).
2. **Suelo de reserva urbana:** susceptible de urbanización mediante los correspondientes planes parciales.

¹⁰ LARRODERA LÓPEZ, Emilio and Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Curso sobre las figuras del planeamiento y su gestión, p. 275

¹¹ BASSOLS COMA, Martín. Número especial con motivo del cincuentenario de la Ley del Suelo y Ordenación Urbana de 1956

3. **Suelo rústico:** el resto del territorio municipal, asignándosele un aprovechamiento directo de 1 m^3 de edificabilidad por cada 5 m^2 de superficie ($0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$).

La Ley prevé la formación de planes territoriales y especiales. La aprobación de planes y proyectos de urbanización implica la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación de los terrenos y edificios correspondientes.

También introduce un régimen de valoración del suelo por razones urbanísticas (en expropiaciones), en correspondencia con la desigualdad en la clasificación de los diversos suelos. Así, al suelo urbano se le asignó el valor comercial o valor venal, tasándose según las cotizaciones del mercado; al suelo de reserva urbano, valor urbanístico y valor expectante, que trataban de captar las expectativas de urbanización y edificación, asignándose, por último, al suelo rústico un valor inicial, que sólo tenía en cuenta sus rendimientos agrícolas, sin incluir aprovechamiento urbanístico alguno.

Este sistema, que permite la apropiación desigual de las plusvalías urbanísticas generadas por la colectividad en favor de unos y no otros propietarios, se corregía únicamente en operaciones urbanísticas concretas, a través del principio de justa distribución de beneficios y cargas del planeamiento, mediante la técnica de la reparcelación que permite la unificación de todas las parcelas de un polígono y proceder después a su nueva división compensando a todos los propietarios por igual.

La confusa redacción de la Ley del Suelo de 1956, originada por la variedad de influencias y técnicas que incorporaba, provocó durante años su rechazo. Pero a medida que se fueron sustituyendo las viejas Ordenanzas Municipales por los nuevos Planes Generales de Ordenación, para cuya elaboración la ley otorgaba a la Administración la más amplia de las discrecionalidades, se abusó ampliamente de ella. Sin sujeción a estándares urbanísticos de obligado cumplimiento que sujetaran la ignorancia y desidia de arquitectos, funcionarios y políticos y la presión de los especuladores, se inició la destrucción irreparable de los cascos y ensanches de muchas ciudades españolas, así como de enormes zonas costeras.

En cuanto a los efectos de esta ley, se puede considerar que no fue positiva, teniendo a su favor la creación de una conciencia sobre el planeamiento urbanístico (De Terán, F. - 1980)¹². Por otra

¹² DE TERÁN, Fernando. Planteamiento urbano en la España contemporánea (1900- 1980), p. 631

parte el desarrollo edificatorio supera a la norma, pero ello no suponía un fallo de la ley, sino el de su aplicación (Larrodera, E. - 1981)¹³.

5.2.2. Ley de reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, de 1975

La Ley de 1956 fue objeto de una primera reforma por la Ley 19/1975¹⁴, de 2 de mayo, que dio lugar al Texto Refundido de ambas leyes (R.D. 1346/1976)¹⁵. A su vez, dicha norma, fue objeto de desarrollo por el Reglamento de Planeamiento (R.D. 2159/1978)¹⁶, el Reglamento de Gestión Urbanística (RD 3288/1978)¹⁷ y el Reglamento de disciplina urbanística (R.D. 2187/1978)¹⁸. Siguió vigente el Reglamento de Edificación Forzosa y Registro Municipal de Solares (D. 635/1964)¹⁹.

La reforma afectó al régimen del suelo haciéndose más precisa la diferencia entre clasificación y calificación del suelo. La clasificación hace ahora referencia a las nuevas clases de suelo que parcialmente se corresponden con las anteriores. Sigue siendo el mismo concepto de suelo urbano, pero el anterior suelo de reserva urbana se desdobra en suelo urbanizable programado (aquel que ha de ser urbanizado inmediatamente) y suelo urbanizable no programado (que se reserva para su desarrollo futuro mediante Programas de Actuación Urbanística).

La modificación más sustancial reside en el régimen del suelo no urbanizable, en que se elimina el derecho al aprovechamiento mínimo que la anterior ley reconocía. Dentro de las categorías de suelo urbano y urbanizable, aumentó los deberes de los propietarios de urbanizar y edificar, y

¹³ LARRODERA LÓPEZ and Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Curso sobre las figuras del planeamiento y su gestión, p. 275

¹⁴ Ley 19/1975, de 2 de mayo, de reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicada en el B.O.E. núm. 107 de 5 de mayo de 1975.

¹⁵ Real Decreto 1346/1976, de 9 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicado en el B.O.E. núm. 144, de 16 de junio de 1976.

¹⁶ Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicado en el B.O.E. núm. 221, de 15 de septiembre de 1978.

¹⁷ Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicado en el B.O.E. núm. 27, de 31 de enero de 1979.

¹⁸ Real Decreto 2187/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicado en el B.O.E. núm. 223, de 18 de septiembre de 1978.

¹⁹ Decreto 635/1964, de 5 de marzo, que aprueba el Reglamento de Edificación Forzosa y Registro Municipal de Solares, publicado en el B.O.E. núm. 73, de 25 de marzo de 1964.

amplió las cesiones de suelo para fines públicos. En suelo urbanizable, impuso la cesión del 10% del aprovechamiento medio. Se puede decir por ello que se incrementó la participación de la comunidad en las plusvalías urbanas y se intensificó la aplicación del principio de reparto de beneficios y cargas más allá de las operaciones de reparcelación.

El aprovechamiento medio era un valor abstracto expresivo del valor medio del aprovechamiento lucrativo correspondiente a todo el sector en que se sitúa la parcela. Se determinaba en el Plan General sólo para el suelo urbanizable programado, con lo que el suelo urbano quedaba fuera de la distribución de cargas y beneficios. No obstante, el art. 78.3 del Reglamento de Gestión habilitaba la reparcelación voluntaria en unidades especialmente discontinuas en el suelo urbano, permitiendo así utilizar para equipamientos terrenos liberados de su aprovechamiento lucrativo por transferencia a otras parcelas en las que el Plan permitía la acumulación.

La Reforma de 1975 supuso también una mayor nivelación en la valoración de unos y otros suelos que, a partir de entonces, con la desaparición del valor comercial y del expectante, se reducen a dos: el valor urbanístico y el valor inicial.

La nueva ley se desarrolla a través de tres nuevos reglamentos que introducen importantes estándares urbanísticos. Se reguló la nueva figura de los Planes Directores Territoriales de Coordinación, para coordinar el planeamiento físico con el socioeconómico. En cuanto a los Planes Generales de Ordenación Municipal se reduce la discrecionalidad planificadora. Se regulan los sistemas de gestión del suelo: la expropiación, la cooperación y la compensación. Destaca también la regulación de la disciplina urbanística.

Los proyectos de urbanización reciben una definición precisa en cuanto a su naturaleza y contenido, concretamente en el artículo 15 define que son los proyectos de urbanización y su contenido:

“ Son proyectos de obras que tienen por finalidad llevar a la práctica los Planes Generales Municipales en el suelo urbano, los Planes Parciales y, en su caso, las Normas Complementarias y Subsidiarias del Planeamiento, a cuyo efecto no podrán contener determinaciones sobre ordenación ni régimen de suelo y de la edificación, y deberán detallar y programar las obras que comprendan con la precisión necesaria para que puedan ser ejecutadas por técnico distinto del autor del proyecto.

...

Los proyectos de Urbanización comprenderán una Memoria descriptiva de las características de las obras, plano de situación en relación con el conjunto urbano y planos de proyecto y de detalle, mediciones, cuadros de precios, presupuesto y pliego de condiciones de las obras y servicios.”

En el artículo 68 define cuales son los servicios mínimos que debe disponer un terreno para poder constituir suelo urbano, que a su vez permitirá la edificación y desarrollo de actividades:

“... contar con acceso rodado, abastecimiento de agua, evacuación de aguas y suministro de energía eléctrica,... “

El Reglamento de Planeamiento (R.D. 2159/1978)²⁰ amplía el contenido explicativo anterior sobre los proyectos de urbanización y su contenido:

“ Los Proyectos de Urbanización son proyectos de obras cuya finalidad es llevar a la práctica, en suelo urbano, las determinaciones correspondientes de los Planes Generales y de las Normas Complementarias y Subsidiarias del Planeamiento, y, en suelo urbanizable, la realización material de las propias de los Planes Parciales. También podrán redactarse Proyectos de Urbanización para el ejecución de Planes Especiales de Reforma Interior.

Los Proyectos de Urbanización constituirán, en todo caso, instrumentos para el desarrollo de todas las determinaciones que el Plan prevea en cuanto a obras de urbanización, tales como vialidad, abastecimiento de agua, alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, jardinerías y otras análogas.

Con independencia de los Proyectos de Urbanización, podrán redactarse y aprobarse, conforme a la normativa del ente interesado, proyectos de obras ordinarias que no tengan por objeto desarrollar integralmente el conjunto de determinaciones de un Plan de Ordenación.

²⁰ Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicado en el B.O.E. núm. 221, de 15 de septiembre de 1978.

En ningún caso tanto los Proyectos de Urbanización como los de obras ordinarias podrán contener determinaciones sobre ordenación, régimen del suelo o de la edificación.

Los proyectos de Urbanización deberán detallar y programar las obras con la precisión necesaria para que puedan ser ejecutadas por técnicos distintos del autor del proyecto. ”

El artículo 53, del citado Reglamento de Planeamiento, obliga a prever, como mínimo, en el Plan Parcial, y consecuentemente en el Proyecto de Urbanización, las siguientes redes de servicios:

- Redes de abastecimiento de agua, riego e hidrantes.
- Red de alcantarillado.
- Red de distribución de energía eléctrica.
- Red de alumbrado público.

El Reglamento de Gestión Urbanística (R.D. 3288/1978)²¹ establece que el importe de las obras de urbanización comprenderán los siguientes conceptos:

- Obras de vialidad, incluyéndose en ellas las de explanación, afirmado y pavimentación de calzadas, construcción y encintado de aceras y canalizaciones que deban construirse en el subsuelo de la vía pública para servicios.
- Obras de saneamiento, que comprenden colectores generales y parciales, acometidas, sumideros y atarjeas para aguas pluviales y estaciones depuradoras, en la proporción que afecte a la unidad de actuación o polígono.
- Suministro de agua, en el que se incluirán las obras de captación cuando fueran necesarias, distribución domiciliarias de agua potable, de riego y de hidrantes contra incendios.
- Suministro de energía eléctrica, incluidas conducción y distribución y alumbrado público.
- Jardinería y arbolado en parques, jardines y vías públicas.

²¹ Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, publicado en el B.O.E. núm. 27, de 31 de enero de 1979.

El mismo Reglamento, trata sobre la conservación de las obras de urbanización y el mantenimiento de las dotaciones e instalaciones de los servicios públicos, las cuales serán a cargo de la Administración actuante, una vez que se haya efectuado la cesión de aquellas.

Posteriormente a estas normativas, se han desarrollado otras, tanto a nivel nacional como autonómico, pero en ningún momento se ha modificado el planteamiento sobre el contenido de los Proyectos de Urbanización y las redes de servicios mínimas a contemplar para que un determinado terreno pueda considerarse apto para edificar.

Por tanto este es un punto de partida importante en la investigación llevada a cabo, en cuanto a la normativa que ha incidido en las infraestructuras de urbanización de las áreas productivas.

5.2.3. La evolución posterior

Como se ha citado anteriormente, posteriormente a la ley 19/1975, se ha seguido interviniendo en la legislación sobre planeamiento aunque no ha incidido sobre los aspectos que se investigan en esta tesis y que éste capítulo abarca.

Así, en el año 1990 se aprueba la ley 8/1990²², de Reforma del Régimen Urbanístico y Valoraciones del Suelo, que debilitaba la posición jurídica del propietario y potenciaba las facultades de la Administración en orden a la intervención tanto en la definición de los aprovechamientos como en el tráfico inmobiliario, condicionando los derechos de los propietarios al cumplimiento de diversos deberes, aunque no se alteraban los aspectos sobre proyectos de urbanización que contemplaban las leyes existentes hasta entonces.

Esta ley no tuvo mucha transcendencia ya que el Tribunal Constitucional, en Sentencia del 20 de marzo de 1997, la derogaría casi en su totalidad, por recursos presentados por muchas Comunidades Autónomas basándose en que invadía sus competencias sobre ordenación del territorio, urbanismo y vivienda les atribuía la Constitución²³. Con posterioridad a esta Sentencia, poco a poco, todas las autonomías han ido legislando (de manera bastante continuista) respecto a la legislación estatal precedente, y estableciendo un ordenamiento propio adecuado a su marco competencial.

²² Ley 8/1990, de 25 de julio, sobre Reforma del Régimen Urbanístico y Valoraciones del Suelo, publicada en el B.O.E. núm. 179 de 27 de julio de 1990.

²³ Artículo 148.3 Competencias de las comunidades autónomas, Ordenación del territorio, urbanismo y vivienda" Constitución Española de 1978

Así, en Cataluña, desde 1980 se empezó a legislar en materia de urbanismo. Comprobando diversos documentos que han conformado esta capacidad legislativa, analizo la Ley de Urbanismo²⁴, que ha mantenido el criterio de servicios urbanísticos básicos que debe disponer un suelo urbano a:

- Red viaria que permita la conectividad con la trama viaria básica municipal.
- Las redes de abastecimiento de agua y de saneamiento
- El suministro de energía eléctrica

Condicionando que dichos servicios han de tener las características adecuadas para el uso del suelo previsto en el planeamiento urbanístico que lo clasifica.

Posteriormente en la Ley 10/2004²⁵, se mantiene el criterio anterior sobre servicios básicos manifestando que el proyecto de urbanización además de lo citado anteriormente, debe comprender la “conexión a las redes de telecomunicaciones” (Alonso, A - 2006)²⁶.

Retornando a la legislación estatal, se han continuado publicando normativas en materia de suelo, pero que no han incidido de ninguna manera en el establecimiento de nuevas condiciones en lo que ha el establecimiento de redes de servicios en proyectos de urbanización se refiere. Entre ellas cabe citar²⁷:

- Ley 7/1997²⁸, de 14 de abril, de medidas liberalizadoras en materia de suelo y de Colegios Profesionales.
- Ley 6/1998²⁹, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones, aprobada el 13 de abril, vigente hasta el 1 de julio de 2007, derogado también por una Sentencia por invadir parte de las competencias de las Comunidades Autónomas y de los Ayuntamientos.
- Ley 8/2007³⁰, de 28 de mayo, de suelo, donde sigue desarrollando las calificaciones del suelo y sus procedimientos de conversión.

²⁴ Ley 2/2002, de 14 de marzo, de Urbanismo, publicada en el D.O.G.C. núm. 3600, el 21 de marzo de 2002

²⁵ Ley 10/2004, de 24 de setiembre, de modificación de la Ley 2/2002 de Urbanismo, para el fomento de la vivienda asequible, de la sostenibilidad territorial y de la autonomía local, publicado en el D.O.G.C. núm. 4291 de 30 de diciembre de 2004.

²⁶ ALONSO UREBA, Alberto. Código de urbanismo de Cataluña: Normativa autonómica y estatal, p. 148, XXV

²⁷ INSTITUTO PASCUAL MADDOZ DEL TERRITORIO, URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE. Legislación general en materia de Urbanismo.

²⁸ Ley 7/1997, de 14 de abril, de medidas liberalizadoras en materia de suelo y de Colegios Profesionales, publicada en el B.O.E. núm. 90 de 16 de abril de 1997.

²⁹ Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones, publicada en el B.O.E. núm. 89 de 14 de abril de 1998.

5.3. TRATAMIENTO JURÍDICO DEL SUELO PRODUCTIVO

El tratamiento jurídico del suelo destinado a establecimientos o actividades productivas ofrece múltiples dificultades (Sanz, P. – 1990)³¹.

La ubicación de este suelo puede hacerse – y, de hecho, así ocurre – mediante su expresa calificación establecida en un Plan General de Ordenación o unas Normas Subsidiarias de Planteamiento Municipal para áreas determinadas de su territorio, bien sea en suelo urbanizable (programado o no), bien en el propio suelo urbano. La ejecución de estas previsiones dará lugar a los denominados clásicamente “polígonos industriales” u hoy en día “parques empresariales”, “o sectores de actividades económicas”, etc., que representan el prototipo urbanístico de este tipo de suelo.

Sin embargo, la previsión de áreas destinadas a estos usos puede quedar desbordada por la presencia de una mayor demanda de suelo, o por la aparición de nuevas necesidades. Para tales supuestos, la Ley del Suelo dispone del suelo calificado como urbanizable no programado, para el que se haya previsto, exclusiva o alternativamente usos industriales; e incluso, dispensa de la formación de concurso cuando, debidamente autorizado por el Consejo de Ministros (hoy Consejo de Gobierno de la correspondiente Comunidad Autónoma) se trate de “actividades productivas relevantes o de especial importancia”.

Sin embargo, la ubicación de una actividad industrial o de servicios no se presenta siempre en estos términos. Por una parte, existen actividades que no pueden calificarse industriales “stricto sensu”, o, al menos, no lo son inicialmente. Piénsese en actividades extractivas a las que se une un proceso de transformación industrial, que incluso se convierte en permanente; o en explotaciones agrícolas o ganaderas o forestales, incluso vinculadas con el destino de la finca en las que se encuentra, que lleven consigo, también un proceso de transformación industrial. No siempre es fácil delimitar cuándo se está en presencia de una actividad extractora, ganadera, o agrícola y dónde comienza la actividad propiamente industrial. Separar, en tales casos, la actividad llamémosla “industrial” del medio físico en el que se produce el bien que transforma no resultaría posible o, al menos, no sería aconsejable.

Tales actividades, por naturaleza, están ubicadas en el suelo que según el planeamiento debe estar clasificado como no urbanizable. La admisión de términos jurídicos de dichas actividades no parece que puede ponerse en duda y tendría su acogida en las previsiones de usos admitidos

³⁰ Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo, publicada en el B.O.E. núm. 128 de 29 de mayo de 2007.

³¹ SANZ, Pedro. Las nuevas áreas industriales, p. 118

para el suelo no urbanizable que expresa la Ley del Suelo en su artículo 85 y que debieran concretar los Planes de Ordenación. Una extensión indebida de tales usos comportaría una clara vulneración del destino inicial del suelo. Una restricción absoluta de estas actividades determinaría la imposibilidad del ejercicio de unas facultades que el ordenamiento jurídico reconoce.

Las dificultades sobre ubicación de actividades económicas pueden derivarse de otros motivos. Cabe señalar que la ubicación de las instalaciones industriales más importantes – como son las relativas a la producción de energía - que exigen a veces no sólo grandes extensiones de terrenos sino la implantación de técnicas sofisticadas e incluso potencialmente peligrosas, debe realizarse allí donde el medio físico lo exige y, por la regla general, alejadas de los núcleos de población. Dicho en otros términos: han de situarse necesariamente en suelo no urbanizable, para lo cual puede aplicarse el especial procedimiento previsto en el ya citado artículo 85 de la propia Ley del Suelo en relación con las instalaciones de utilidad pública o interés social.

Sin llegar a estos extremos, también debe notarse que la aplicación de la legislación sobre actividades molestas, nocivas, incómodas y peligrosas (anteriormente), hoy en día en manos de las Comunidades Autónomas, determina, a su vez, la procedencia de alejar de los núcleos de población la localización de determinadas instalaciones o actividades, y que ello determinará que su ubicación haya de realizarse en suelo no urbanizable, si bien sería ya de más difícil aplicación el especial procedimiento previsto en el expresado artículo de la Ley del Suelo. Una modificación del planeamiento, a tales efectos, sería quizás el camino más indicado.

Aunque como ya se ha citado anteriormente, los proyectos de urbanización no son instrumentos de planeamiento, sino simplemente proyectos de ejecución de obras (Esteban, J. - 2001)³², sí es cierto que su buen cumplimiento final dependerá, en gran medida, de las soluciones adoptadas a nivel de planeamiento, para las diversas situaciones expuestas anteriormente

Todas estas situaciones expuestas, incidirán posteriormente cuando se desarrollen los proyectos de urbanización correspondientes con sus infraestructuras que será necesario dotar a cada área o zona productiva de acuerdo a toda una legislación sectorial existente y normativa técnica para cada una de las infraestructuras que forman el conjunto de la urbanización.

³² ESTEBAN I NOGUERA. Elementos de ordenación urbana, p. 213

5.4. ORDENANZAS DE UNA ÁREA PRODUCTIVA

El contenido de un plan parcial define dos aspectos importantes en la construcción y funcionamiento de un área productiva:

- 1.) Establece el trazado de las calles y la distribución de las distintas reservas de suelo (espacios técnicos, zonas verdes, etc.). Fija que infraestructuras deberá dotarse el área y establece criterios en cuanto al diseño de estas³³.
- 2.) Establece las normas a tener en cuenta tanto en la fase de construcción de los edificios y las normas en cuanto a las actividades que se desarrollaran – Ordenanzas -.

Tanto en el caso de que existan Ordenanzas locales emitidas por Ayuntamientos, como en el caso frecuente de que no existan, siempre será conveniente el redactar unas ordenanzas reguladoras de las construcciones que se efectúen en el área productiva. En el caso de que existan las ordenanzas locales, las ordenanzas particulares servirán de complemento, aclarando perfectamente todas las cuestiones relacionadas con la construcción de naves, fábricas y otros edificios auxiliares. Si no existen las ordenanzas municipales, las particulares del área las suplirán en la zona de influencia del área, estableciendo tanto las bases como los detalles.

En cualquier caso, las ordenanzas particulares de un área productiva (polígono industrial, parque empresarial, etc.) son sometidas a la aprobación de las Autoridades competentes locales y autonómicas, según la trascendencia que puedan tener.

Aparte de las Ordenanzas, suelen redactarse unos Estatutos que definan los derechos y obligaciones de los propietarios de las actividades situadas en el polígono. Según el régimen administrativo que se adopte, variarán sustancialmente estos Estatutos.

Los apartados básicos que deben incluir unas ordenanzas se distribuyen en ordenanzas de parcela, ordenanzas de edificación y ordenanzas de espacios comunes (De Heredia, R. - 1981)³⁴.

En ellas se establecen las siguientes condiciones:

- Condiciones de uso.
- Condiciones sanitarias.

³³ Por ejemplo, considerar si la red de evacuación de aguas será unitaria o separativa, es un criterio que puede establecerse ya en el plan parcial correspondiente.

³⁴ DE HEREDIA SCASSO, Rafael. Arquitectura y urbanismo industrial: Diseño y construcción de plantas, edificios y polígonos industriales, p. 374

- Condiciones estéticas de las edificaciones.
- Condiciones generales.

Ordenanzas de parcela: Regulan los temas referentes a las parcelas y contienen, al menos, los siguientes apartados:

- Segregación de parcelas.
- Agrupación de parcelas.
- Alineaciones.
- Cerramientos.
- Zonas no edificadas.
- Separación de edificios dentro de una misma parcela.

Ordenanzas de edificación: Regulan las edificaciones dentro de las parcelas. Deberán contener, al menos, los siguientes apartados:

- Coeficiente de aprovechamiento de volumen.
- Superficies de parcela a edificar.
- Composición de las zonas edificadas.
- Alturas máximas.
- Alturas mínimas.
- Construcciones en fachadas.
- Soluciones de esquinas.
- Altura mínima de plantas.
- Semisótanos como locales comerciales.
- Sótanos o semisótanos no aptos para locales de trabajo.
- Patios particulares.

Ordenanzas de espacios comunes: Regulan los espacios comunes a todas las parcelas; comprenden fundamentalmente:

- Red viaria.
- Aparcamiento.
- Mantenimiento y reparaciones.
- Limpieza de espacios comunes.
- Zonas deportivas o sociales.

Condiciones de uso: Establecen los usos a que pueden dedicarse las parcelas o zonas de estas parcelas:

- Tipo de industrias a instalarse.
- Viviendas.
- Garajes.
- Comercios.
- Oficinas.
- Uso público y cultural.
- Uso deportivo.
- Uso sanitario.
- Usos prohibidos.

Condiciones sanitarias: Establecen las condiciones sanitarias mínimas a cumplir:

- Condiciones generales.
- Dimensiones mínimas.
- Relaciones vivienda-industria.
- Luz y ventilación.
- Chimeneas de ventilación.
- Suelos.
- Paredes.
- Aseos de ambos sexos.
- Número de aseos.
- Aguas residuales.
- Ruidos.
- Residuos gaseosos.
- Otras medidas contra la polución del ambiente.

Condiciones estéticas: Dan normas básicas tendentes a conseguir uniformidad de calidades a partir del mínimo que se fije. Establecen normas en cuanto a composición de las edificaciones:

- Composición estética.
- Materiales y sistemas constructivos.
- Entrantes, salientes y vuelos.
- Altura de fachadas.

Condiciones generales: Fijan normas básicas de carácter general y, además, definen las seguridades mínimas frente a incendios:

- Normas básicas.
- Seguridad frente a incendios.

El planteamiento de unas ordenanzas permite definir el uso posterior que se dará a aquella área productiva, con lo cual se podrá coartar la iniciativa empresarial en un determinado sentido. A modo de ejemplo se comprueba el Plan Parcial Industrial "L'ALBA" (PP.VI-4)³⁵, en su artículo 8 define los usos permitidos, clasificándolos en dos grupos:

- Las industrias de obtención y transformación; y los almacenes destinados al conservación, guarda y distribución de productos.
- Otros usos: bares-restaurantes, comercios, oficinas, actividades de servicios, sanitario-asistenciales, educativas, discoteca, sala de fiestas y espectáculos similares, y deportivo.

Comprobamos como además de las actividades industriales "tradicionales" hay una extensa serie de actividades que se pueden desarrollar.

Por el contrario también se presentan limitaciones a las actividades industriales. En el artículo 11 sobre limitación de usos y actividades, dice:

"No se autorizará ninguna de las actividades incluidas en cualquiera de los grupos descritos en el Anexo 1 "Catálogo de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera" del Decreto 322/87 de 23 de septiembre de desarrollo de la Ley 22/83 de 21 de noviembre, de protección del ambiente atmosférico.

Adicionalmente, no se autorizaran, sean quienes sean las substancias que intervengan, las instalaciones industriales que hace referencia el Anexo 1 de la Orden de 13 de abril de 1989 sobre aplicación a Cataluña del Decreto 391/1988 sobre prevención de accidentes mayores (o su equivalente del Real Decreto 886/1988 y posterior modificación R.D. 952/1990.

No se autorizaran los almacenamientos de productos incluidos en los Anexos 2 y 3 de la Orden citada, o los que se consideren peligrosos de acuerdo con los criterios

³⁵ Plan Parcial l'Alba, situado en Vila-seca, aprobado el 4 de diciembre de 1996 por la Direcció General d'Urbanisme de la Generalitat de Catalunya (exp.96/000595)

expresados en el Anexo 4 de la misma Orden (o sus equivalentes en el Real Decreto 886/1988 y en la modificación establecida en el Real Decreto 952/1990).

...

No obstante las limitaciones anteriores, podrán autorizarse instalaciones consideradas auxiliares (por ejemplo, laboratorios de investigación, etc.) y determinadas actividades industriales siempre que se demuestre que las actividades que se llevaran a cabo no podrán ser molestas, ni para el hombre ni para el medio ambiente, y que el impacto ambiental sea aceptable.”

Este es un claro ejemplo de la capacidad que tienen las ordenanzas del planeamiento, en la determinación de los usos del suelo y las actividades a desarrollar.

Hay que plantear también, una segunda problemática que se genera con la creación de las áreas productivas en zonas donde ya existe una implantación de una actividad económica, normalmente de tipo industrial, desde hace muchos años. La definición de las normas del nuevo plan parcial, pensado para una tipología de actividades económicas quizás distinta a las empresas que estaban instaladas provoca graves problemas a estas, para la continuación de su actividad. Parece que se produce un menosprecio de dichas implantaciones que durante años han generado una actividad en aquel territorio.

5.5. LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

La exigencia de una evaluación ambiental de las actividades que probablemente vayan a causar impacto negativo sobre el medio ambiente apareció en el marco internacional en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, y posteriormente en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992. De ellas nacen buena parte de los tratados internacionales en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible, incluido también el derecho ambiental español y comunitario.

Son ejemplos de ello las Directivas 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, y 97/11/CEE del Consejo, de 3 de marzo de 1997, relativas a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, y, en el ámbito internacional, el Convenio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas sobre evaluación del impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, firmado en Espoo en 1991, y su Protocolo sobre evaluación ambiental estratégica, firmado en Kiev en 2003.

En esta línea de actuación, la evaluación de impacto ambiental constituye un instrumento eficaz para la consecución de un desarrollo sostenible mediante la consideración de los aspectos ambientales en determinadas actuaciones públicas o privadas, desde su incorporación a la normativa española con el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

Sin embargo, este instrumento mostró algunas carencias cuando se trataba de evitar o corregir los efectos ambientales en el caso de las tomas de decisión en las fases anteriores a la de proyectos. Era necesario, por lo tanto, establecer una herramienta que permitiera actuar de una forma estratégica en tales fases.

Con este preámbulo, actualmente la legislación ambiental de partida, para el diseño de las áreas productivas, es:

- Directiva 2001/42/CEE³⁶, del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la valoración de los efectos de determinados planes y programas sobre el medio ambiente.

³⁶ Publicada en el Diario Oficial de la Comunidad Europea (DOCE) – ahora Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)-, núm. L197/30, el 21/07/2001.

- Ley 9/2006³⁷, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Esta normativa establece que cualquier plan o programa con incidencia sobre el medio ambiente (por tanto, todo tipo de planes urbanísticos, generales y derivados) ha de elaborarse en paralelo a una evaluación ambiental de sus efectos. Por tanto, hace falta un seguimiento del proceso de planificación en todas sus etapas, y una coordinación entre las directrices urbanísticas y las consideraciones ambientales, que contiene el informe de sostenibilidad ambiental, que acompaña la propuesta del plan o programa. La memoria ambiental es el documento que al final de proceso valora la integración de los aspectos ambientales en el plan o programas, y contiene las determinaciones finales que esta ha de incorporar.

Entre otros planes o programas que son de aplicación están: Agricultura, silvicultura, pesca, energía, industria, transporte, gestión de residuos, gestión de recursos hídricos, telecomunicaciones, turismo, ordenación del territorio urbano y rural o utilización del suelo, u otros que pueden tener efectos significativos en el medio ambiente.

Su incidencia fundamental corresponde en la fase de planificación de una determinada área productiva, pero no se puede olvidar su aplicación en el diseño de las infraestructuras de que se dotan estas áreas, especialmente en los temas relacionados con la gestión del agua, y la gestión de los residuos, tanto durante la ejecución del proyecto como posteriormente en la implantación de las actividades (Cloquell, V. - 2007)³⁸.

³⁷ Publicado en el Boletín Oficial del Estado, núm. 102, el 29/04/2006.

³⁸ CLOQUELL BALLESTER, Víctor A. Localización industrial e impacto ambiental: Una visión unificada del problema, p. 152

5.6. LA LEGISLACIÓN SECTORIAL

La legislación sectorial para cada uno de los servicios o redes que forman parte de las infraestructuras de la urbanización de las áreas productivas es muy amplia, y con los años se ha ido modificando y ampliando. En los siguientes apartados se resumen aquellas normativas, de ámbito estatal, que a lo largo de los años han tenido una especial incidencia en el diseño de las redes de infraestructuras, y por tanto de interés en esta investigación.

5.6.1. Pavimentación

- Orden de 23-4-64 y modificaciones posteriores. Instrucción de carreteras 3.1 IC: Características geométricas. Trazado.
- Orden de 21-6-65 y modificaciones posteriores. Instrucción de carreteras 5.1 IC: Drenaje.
- Orden de 6-2-76 y modificaciones posteriores. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.
- Orden de 26-3-80. Instrucción de carreteras 6.3 IC: Refuerzo de firmes.
- Orden de 14-5-90. Instrucción de carreteras 5.2 IC: Drenaje superficial.
- Orden FOM 3459/2003. Instrucción de carreteras 6.3 IC: Rehabilitación de firmes.
- Orden FOM 3460/2003. Instrucción de carreteras 6.1 IC: Secciones de firmes.

5.6.2. Distribución de agua potable

- Resolución de 09-08-62. Marca de calidad de tubo de amianto-cemento para conducción a presión.
- Orden de 22-08-63. Pliego de condiciones de Abastecimiento de agua: tuberías.
- Orden de 23-08-74. Instalaciones para riego de superficies ajardinadas y calles.
- Orden de 28-07-74. Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua.
- Orden de 27-05-75. Normativas para uso provisional conducciones del agua del estado.
- Real Decreto 2159/1978. Reglamento de Planteamiento para el desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Directiva 80/778/CEE. Relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- Real Decreto 824/1982. Diámetros de mangueras contra incendios y su unión.
- Real Decreto 1423/1982. Reglamentación Técnico Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público.
- Ley 29/1985, de Aguas.

- Real Decreto 2605/1985. Especificaciones técnicas de tuberías de acero inoxidable.
- Real Decreto 849/1986. Reglamento de Dominio Público Hidráulico.
- Orden de 15-09-86. Prescripciones técnicas de tuberías de saneamiento de poblaciones.
- Resolución de 02-03-87. Certificación AENOR en tuberías de acero y fundición.
- Real Decreto 927/1988. Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidráulica.
- Real Decreto 984/89. Confederación Hidrográfica: Tramitación de expedientes.
- Real Decreto 1138/1990. Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de aguas potables para consumo público.
- NBE-CPI-82 / NBE-CPI-91. Referente a diámetros mínimos de tuberías y unas distancias máximas para las bocas de incendios y columnas de hidrantes.
- Real Decreto 111/92. Reglamentación Técnica sanitaria para abastecimiento de aguas potables.
- Real Decreto 1942/1993. Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Directiva 98/83/CE. Relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- Real Decreto 1/2001. Texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 10/2001. Plan Hidrológico Nacional.
- Real Decreto 140/2003. Criterios Sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 606/2003, modificando el RD 849/1986. Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto 4/2007. Modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto 1/2001.

5.6.3. Evacuación de aguas

- Orden de 29-04-77. Instrucciones de vertido al mar: aguas residuales por emisores.
- Orden de 14-04-80. Medidas para corregir y evitar la contaminación de las aguas.
- Orden de 15-09-86. Pliego de Prescripciones Técnicas de tuberías de saneamiento de poblaciones.
- Orden de 12-11-87. Reglamento dominio público hidráulico. Vertidos Residuales.
- Real Decreto 927/1988. Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica.
- Orden de 13-03-89. Sustancias nocivas en vertidos de aguas residuales.
- Real Decreto 258/1989. Normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.

- Directiva 91/271/CEE. Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas.
- Orden de 03-02-91. Emisión y sustancias peligrosas (HCH).
- Orden de 22-02-91. Plan nacional de residuos industriales y reutilización de aceites usados.
- Orden de 28-10-92. Sustancias peligrosas que forman parte de vertidos al mar.
- Real Decreto 11/1995. Normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Resolución de 28-04-1995 Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales. Recoge las directivas europeas sobre el agua (Calidad del agua para consumo humano, Calidad de Aguas para otros usos y Vertidos, Valores límite y objetivos de calidad).
- Ley 46/1999. Modificación de la Ley 29/1985 de Aguas.
- Real Decreto 1/2001. Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 16/2002. Prevención y Control Integrado de la Contaminación.
- Real Decreto 606/2003, modificando el RD 849/1986. Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

5.6.4. Suministro de energía eléctrica

- Real Decreto 3151/1968. Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta tensión.
- Real Decreto 2413/1973. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 2.949/1982. Reglamento sobre acometidas eléctricas.
- Real Decreto 3275/1982. y Orden de 5-7-84. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000. Regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1435/2002. Condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión.
- Real Decreto 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 1699/2011. Conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

5.6.5. Alumbrado público

- Real Decreto 2413/1973. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 2642/1985. Especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación.
- Real Decreto 401/1989. Modifica el R.D. 2642/1985. Sujeciones o especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación.
- Recomendaciones para la iluminación de Carreteras y Túneles en España (RICTE), editadas por el Ministerio de Fomento. 1999. 2006.
- Real Decreto 842/2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1890/2008. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

5.6.6. Telecomunicaciones

- Ley 31/1987. Ordenación de las Telecomunicaciones.
- Ley 32/1992. Modificación de la Ley 31/1987. Ordenación de las Telecomunicaciones.
- Ley 42/1495. Telecomunicaciones por cable.
- Real Decreto 1/1998. Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- Ley 32/2003. General de Telecomunicaciones.
- Real Decreto 401/2003. Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.
- Redes Telefónicas Urbanizaciones y Polígonos Industriales (Norma NP-PI-001).
- Canalizaciones subterráneas en urbanizaciones y polígonos industriales (Norma NT.F1.003).
- Canalizaciones subterráneas. Disposiciones generales. (Norma NT.F1.005).

5.6.7. Abastecimiento de gas

- Decreto 2913/1973. Reglamento General del Servicio Público de Gases Combustibles.
- Orden de 18-11-74. Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos.
- Orden de 17-12-85. Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles.
- Orden de 29-1-86. Reglamento sobre Instalaciones de Almacenamiento de Gases Licuados del Petróleo (GLP), en depósitos fijos.
- Orden de 21-7-92. Reglamento para el Almacenamiento de Productos Químicos, Gases Comprimidos y Licuados.
- Real Decreto 1853/1993. Reglamento de Instalaciones Receptoras de Gas en locales de usos domésticos, colectivos o comerciales.
- Real Decreto 919/2006. Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.

5.7. NORMAS TÉCNICAS

Las normas técnicas son documentos que contienen especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Las normas son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma (fabricantes, administración, consumidores, laboratorios, centros de investigación). Además, debe aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido.

Los principales organismos que elaboran normas son los organismos nacionales de normalización. En España, es AENOR³⁹. La actividad de AENOR comenzó en el año 1986 cuando, mediante una Orden Ministerial que desarrollaba el Real Decreto 1614/1985, fue reconocida como la única entidad aprobada para desarrollar las tareas de normalización y certificación en nuestro país. El inicio de actividades coincidió con la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea, la apertura de fronteras que suponía era al mismo tiempo una gran oportunidad y un tremendo reto para los productos españoles. El objetivo era difundir la cultura de la calidad entre el tejido productivo español para así mejorar su competitividad.

Posteriormente, el Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre que aprobaba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial en España, ratificó el nombramiento de AENOR como responsable de la elaboración de las normas españolas (Normas UNE) y representante de los intereses españoles en los organismos de normalización europeos e internacionales.

La mayoría de estos organismos nacionales son miembros de ISO⁴⁰ e IEC⁴¹. Y en el ámbito europeo es el CEN⁴² - elabora las normas europeas EN -, CENELEC⁴³ y ETSI⁴⁴.

³⁹ AENOR: Asociación Española de Normalización

⁴⁰ ISO: Organización Internacional de Normalización. Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.

⁴¹ IEC: Comisión Electrotécnica Internacional. Es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

⁴² CEN: Comité Europeo de Normalización. Es una organización no lucrativa privada cuya misión es fomentar la economía europea en el negocio global, el bienestar de ciudadanos europeos y el medio ambiente proporcionando una infraestructura eficiente a las partes interesadas para el desarrollo, el mantenimiento y la distribución de sistemas estándares coherentes y de especificaciones.

⁴³ CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica. Es responsable de la estandarización europea en las áreas de ingeniería eléctrica.

⁴⁴ ETSI: Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. Es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.

Las normas se identifican con un código que consta de unos caracteres que identifican el tipo de norma (UNE, DIN, ISO, etc.), que coinciden normalmente con el acrónimo de la entidad normalizadora, además de un número identificativo, año y título -por ejemplo: UNE 133100-1:2002 Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 1: Canalizaciones subterráneas- El código nos permite averiguar el tipo de norma que es para saber a qué catálogo web dirigimos y luego con el número localizaremos la norma concreta que buscamos.

Actualmente, son más de 200 los comités técnicos de normalización en los que participan cerca de 6.000 expertos, siendo el catálogo de normas técnicas español superior a las 28.000 normas relacionadas con todos los ámbitos de la ciencia y la técnica.

Las normas son la herramienta fundamental para el desarrollo industrial y comercial de un país, ya que sirven como base para mejorar la calidad en la gestión de las empresas, en el diseño y fabricación de los productos, en la prestación de servicios, etc., aumentando la competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

De toda la cantidad ingente de normas que esta entidad a generado existen un buen número de ellas que intervienen en el diseño y posterior ejecución de los proyectos de urbanización. Sería muy extensa e innecesario detallar toda la relación de normas que son de aplicación en este ámbito de la técnica, pero a título de ejemplo podemos cuantificar el número de ellas destinadas a determinados materiales o servicios propios del ámbito de las infraestructuras, para comprobar tal afirmación:

- Mezclas bituminosas: 77 normas.
- Canalización de polietileno: 45 normas.
- Infraestructuras de comunicaciones: 15 normas.

5.8. EL PAPEL DE LAS ADMINISTRACIONES

Como se ha comprobado en los apartados anteriores, la administración pública dispone de una capacidad legislativa que le permite establecer los criterios urbanísticos con que desea desarrollar las áreas productivas, utilizando como herramienta la publicación de normativas en los ámbitos del planeamiento y en los ámbitos de la técnica concreta que se estudie.

Actualmente las administraciones con competencias en el desarrollo de la actividad urbanísticas son las autonomías en última instancia⁴⁵, mientras que para la supervisión de la implantación y el desarrollo de actividades productivas son las autonomías junto con los entes municipales y los entes supramunicipales.

En el caso de Cataluña, la Generalitat de Catalunya, a través del *Departament de Territori i Sostenibilitat*⁴⁶, dirige el desarrollo de la actividad urbanística, y por tanto, tiene competencias directas sobre el proceso de implantación y de ejecución de las áreas productivas.

Pero también la legislación sectorial de otros departamentos incide sobre las áreas productivas y, en este sentido, es importante tener en cuenta principalmente los *Departaments* que gestionan los temas de industria y medio ambiente.

Los municipios tienen competencia directa sobre la ordenación de su territorio y corresponde a ellos la formulación de los planes de ordenación urbanística municipal y de los programas de actuación urbanística municipal. También les corresponde la tramitación de los planes parciales urbanísticos que desarrollen un sector de suelo urbanizable. Por su proximidad al territorio, los ayuntamientos tienen un papel fundamental en la orientación de las actuaciones urbanísticas y promoción de aquellas que consideran prioritarias. De hecho, son el primer interlocutor de los agentes implicados en el desarrollo y la gestión de la actividad urbanística.

En el proceso de desarrollo de un sector de suelo urbanizable, el municipio recibe como cesión obligatoria y gratuita los suelos destinados a sistemas urbanísticos locales, integrados por la vialidad, las zonas verdes y los equipamientos y, cuando es la administración actuante, también recibe una cesión del aprovechamiento urbanístico del sector.

⁴⁵ A partir de Sentencia del Tribunal Supremo del año 97, se reconoció que cada Comunidad Autónoma era potestativa en materia de legislación Urbanística.

⁴⁶ El Departament de Territori i Sostenibilitat ha tenido diversas denominaciones y atribuciones con el paso de los años, aunque una de sus funciones siempre ha sido la de velar por los aspectos urbanísticos que son de su jurisdicción.

Por otra parte, corresponde a los ayuntamientos la aprobación de los proyectos de urbanización y la recepción de las obras cuando estas ya están ejecutadas.

Finalmente, corresponde al ayuntamiento recibir la comunicación de la implantación y puesta en marcha de las industriales y demás actividades económicas, informando preceptivamente sobre el otorgamiento de determinadas licencias ambientales. También otorga las licencias de obras que necesitan las empresas para poder construir sus instalaciones.

Las administraciones de ámbito supramunicipal (*Consells Comarcals*, Diputaciones, etc.), han de prestar asistencia técnica y jurídica a los municipios que, por su dimensión o falta de recursos, no puedan ejercer plenamente sus competencias urbanísticas.

En definitiva, el conjunto de las administraciones con competencias en la tramitación de un sector de suelo urbanizable industrial o terciario, tiene un papel relevante en la definición del tipo de área productiva que se pretende implantar, y sus infraestructuras urbanísticas (Buch, M. – 2007)⁴⁷.

⁴⁷ BUCH I CLERMONT, Miquel, et al. Polígons industrials i sectors d'activitat econòmica, p. 123

CAPÍTULO 6:

6. LOS ELEMENTOS DE LA URBANIZACIÓN

6.1. INTRODUCCIÓN

6.2. LAS CALLES. LA PAVIMENTACIÓN

6.2.1. Introducción.

6.2.2. Materiales.

6.3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

6.3.1. Introducción.

6.3.2. Dotaciones.

6.3.3. Materiales.

6.4. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS

6.4.1. Introducción.

6.4.2. Dotaciones.

6.4.3. Materiales.

6.5. RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

6.5.1. Introducción.

6.5.2. Dotaciones.

6.5.3. Materiales.

6.6. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

6.6.1. Introducción.

6.6.2. Dotaciones.

6.6.3. Materiales.

6.7. RED DE TELECOMUNICACIONES

6.7.1. Introducción.

6.7.2. Dotaciones.

6.7.3. Materiales.

6.8. RED DE ABASTECIMIENTO DE GAS

6.8.1. Introducción.

6.8.2. Dotaciones.

6.8.3. Materiales.

6.9. DISPOSICIÓN DE LAS REDES DE SERVICIOS URBANOS

6. LOS ELEMENTOS DE LA URBANIZACIÓN

6.1. INTRODUCCIÓN

La obra de urbanización se define como el conjunto de actividades necesarias para transformar el suelo sin urbanizar, en suelo urbanizado. Una vez se han realizado dichas obras, el espacio urbanizado queda dividido físicamente en espacios públicos (calles, paseos, plazas) y en espacios parcelados (parcelas o solares); estos últimos aparecen ya delimitados materialmente y preparados para su edificación.

Urbanizar es sinónimo de construir los espacios públicos, que deberán dar acceso y servicios a los edificios. Por consiguiente, hay que construir las infraestructuras de las áreas productivas que pueden dividirse en: infraestructuras de calzada, infraestructuras de servicios bajos aceras y pavimentación de los diferentes espacios. Así pues, la construcción de las infraestructuras de servicios o implantación de servicios debe considerarse como una de las actividades básicas de las obras de urbanización.

Como se ha comprobado en el capítulo anterior, la normativa indica que los servicios obligatorios o mínimos necesarios para poder considerar el terreno como “suelo urbanizado” son, la red de alcantarillado, el abastecimiento de agua, la red de suministro eléctrico y el alumbrado público. Considera dicho reglamento que la red de gas canalizado y la red telefónica son servicios que no siempre existirán y únicamente serán obligatorios cuando el planeamiento urbanístico así lo determine¹.

Como se puede apreciar, la idea básica es urbanizar totalmente e implantar todos los servicios antes de la construcción de los edificios en los espacios parcelados. A pesar de todo, la práctica de urbanizar demuestra que ciertas partes de la obra de urbanización, como el acabado de las aceras y la construcción de servicios situados a muy poca distancia de las fachadas (acometidas o conexiones a servicios), resultan en algunos casos totalmente deterioradas a consecuencia de la construcción de los edificios o paramentos delimitadores de los solares. Los elementos de la obra de urbanización citados constituyen lo que se denomina urbanización secundaria, la cual debe realizarse siempre que sea posible inmediatamente después de haberse edificado los espacios parcelados.

En estos casos hay que prever y reservar el espacio necesario, cuando se posponga la implantación de algún servicio para la fase de urbanización secundaria.

¹ Se dictamina en el contenido del plan parcial correspondiente. Ver Capítulo 5.

Otro caso en el que es necesaria la reserva de espacio para la implantación de un servicio futuro, es el de las obras de urbanización ubicadas en municipios que no disponen de la red de un servicio determinado pero que tienen la previsión de establecerla en un futuro próximo. Esta es una situación muy frecuente con la red de gas.

Los planes de ordenación dividen los espacios públicos en zonas de calzada y zonas de acera. También definen la existencia o no del arbolado en cada vial, lo que influye evidentemente en la zona disponible para la futura implantación de servicios.

El dimensionado de las redes de servicios debe quedar perfectamente definido en el proyecto de urbanización, tanto respecto a los materiales como en relación a la geometría y situación de las conducciones, canalizaciones y elementos singulares. En concordancia con ello, las líneas de investigación y transformación de la urbanización que van a afectar a su enfoque técnico en los próximos años; entre ellas destacan: la preocupación por la recuperación de la permeabilidad del suelo, la consideración global del ciclo de agua y su reutilización, el entendimiento de la iluminación desde una perspectiva de sostenibilidad, la gestión informatizada de redes para mejorar su eficacia, el fomento del reciclaje para elementos de urbanización y el entendimiento de la relación del sistema de espacios libres con el pavimento y el drenaje. (Herce, M. - 2006)²

La construcción de las infraestructuras de servicios es el capítulo de las obras de urbanización que comporta más dificultades, debido a diversos factores provenientes de dos orígenes (Alabern, E. – 1999)³:

- Factores inherentes al proceso de urbanización. Son los factores que se derivan de la problemática propia del proceso urbanístico. Su origen se debe siempre a deficiencias de planeamiento urbanístico. La falta de planeamiento urbanístico, o la previsión y definición deficientes del tipo y potencialidad edificatorias de los espacios que tienen expectativas de edificación provocan graves disfuncionalidades.

Una deficiencia o incorrección que se presenta muy a menudo en los planes urbanísticos redactados es la falta de previsión del espacio suficiente para la implantación de los servicios bajo las aceras. A pesar de que es preceptivo que todo planeamiento urbanístico incluya un esquema de las redes de servicios, es muy normal dimensionar aceras estrechas en las que resulta imposible la implantación de los servicios cumpliendo

² HERCE, Manuel and MIRÓ FARRERONS, Joan. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 195.

³ ALABERN I VALENTÍ, Eduard and GUILMANY CASADEMON, Carles. Infraestructuras urbanas: Ejecución, inspección y control de las obras de urbanización, implantación y coordinación de les redes de servicios, secciones estructurales de firmes urbanos, actualización método MSV de costes de urbanización, p. 134.

la normativa vigente. Como el proyecto de urbanización debe conservar las anchuras de las aceras previstas en los planes de ordenación, no llega a estudiarse la cuestión.

- Factores ajenos al proceso de urbanización. Se trata básicamente de la dispersión de las normativas existentes, de la proliferación de responsables y de los criterios particulares en el momento de interpretar las citadas normativas. Estos factores derivan del mismo carácter de “servicio al particular” que tienen las diferentes redes de servicios. Normalmente las redes de alcantarillado y de alumbrado público pertenecen al municipio. La red de abastecimiento de agua puede ser municipal o gestionada en régimen de concesión por determinadas empresas. Las redes eléctricas y de gas canalizado pertenecen a las compañías respectivas, y finalmente, la infraestructura telefónica debe cederse a la compañía encargada de la prestación y explotación del servicio telefónico.

Los elementos de la urbanización⁴ se han clasificado convencionalmente a partir de la función de suministro para la que fueron concebidos: saneamiento como suma de las funciones de drenaje y recogida de aguas residuales; abastecimiento de agua potable; distribución de energía eléctrica; distribución de gas; alumbrado público; conducciones de telecomunicación; e incluso, en algunos contextos, red de calefacción o de distribución por aire comprimido (de paquetes, mensajes o recogida de basuras), a los que se añade el tratamiento superficial y vegetación del espacio público.

La existencia de todas o algunas de estas infraestructuras depende del contexto, de su nivel de renta, idiosincrasia y marco normativo. En España, para las nuevas operaciones urbanísticas de desarrollo urbano, la legislación urbanística remite sus exigencias a lo que determine su Plan Parcial de Ordenación, pero, como se ha citado anteriormente, exige, la distribución de agua potable, saneamiento, el suministro de energía eléctrica y el alumbrado público; siendo habitual la inclusión de red de telefonía y de distribución de gas.

⁴ HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 191.

6.2. LAS CALLES. LA PAVIMENTACIÓN

6.2.1. Introducción

Las calles son el elemento básico conformador de las áreas productivas, ocupando entre el 10 y el 25 % del total del área de actuación, siendo el elemento que une las diferentes parcelas resultantes. Por el tipo e intensidad del tránsito se diferencian en calles principales y calles secundarias, tal como se observa en la imagen siguiente, caracterizando en muchas ocasiones de manera distinta determinadas dotaciones en función de esta categoría, (p.ej. alumbrado público).

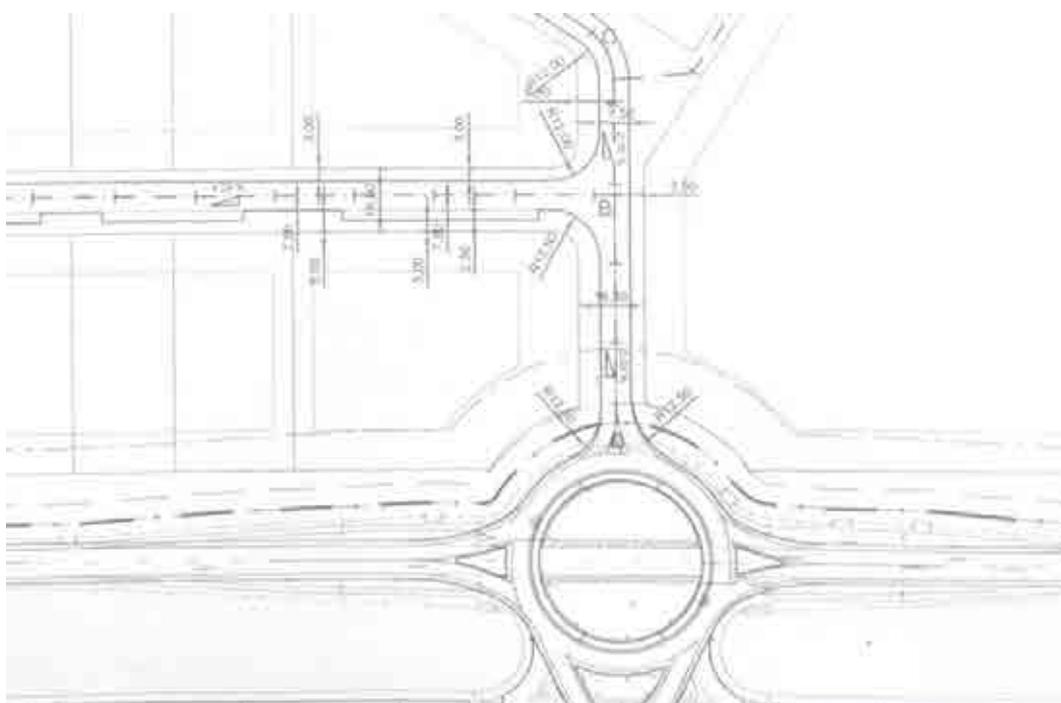


Figura núm. 6-1: Definición geométrica de accesos y vías principales, en el Polígono Industrial Les Tapies II, Vandellòs - Hospitalet de l'Infant, Tarragona⁵.

Se establecen una serie de funciones básicas que deben de atender las calles, quedando resumidas en (Herce, M. - 2002)⁶:

- Precinto de parcelación y edificación, es también fachada; como alineación y como rasante definidoras del plano de referencia de la edificación, y acceso y acometida de servicios urbanísticos.

⁵ SAN MILLAN I FILBÀ, J. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. "Projecte d'Urbanització del Pla Parcial Industrial Les Tapies II, de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant". Visado nº 23630 de 15 de marzo de 2006.

⁶ HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 27.

- Canal principal de relación y por tanto, se dan sobre ella diferentes formas de movilidad rodada y peatonal, con diferentes requerimientos de circulación y seguridad.
- Espacio de paso de los servicios urbanísticos, que aunque subterráneos, tienen servidumbres de distancias de profundidad y de entrecruzamiento y emergen a la superficie a través de sus registros.
- Espacio de drenaje del agua de escorrentía; no solo como soporte del sistema de drenaje, sino por se en sí misma espacio de recogida y canalización.

6.2.2. Materiales

El pavimento más utilizado en la construcción de las calzadas de las calles es el material flexible con utilización de mezclas bituminosas, sobretodo por su facilidad de conservación, al ser susceptible de añadir nuevos recubrimientos asfálticos, por su menor costo y tiempo de ejecución, por la facilidad de reposición en las aperturas de zanjas para servicios urbanos, por la buena adhesividad en ellos de las pinturas de señalización horizontal y por su puesta en servicio inmediato.

En cuanto a las aceras el material más utilizado en los revestimientos de aceras suele ser la loseta de mortero de cemento portland, de dimensiones normalizadas en 20 x 20 x 4 cm y con distintos grabados superficiales, colocado sobre mortero y sobre base de hormigón.

En cuanto a elementos como bordillos, formación de alcorques, rigolas, etc., la utilización de elementos de hormigón prefabricado es la solución más extendida.

6.3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

6.3.1. Introducción

La red de distribución de agua potable, es la red que tiene por finalidad el suministro de agua a industrias y edificios en general, así como el suministro de aguas al espacio público con finalidad de riego y extinción de incendios.

La red de agua tiene normalmente una organización ramificada, en la que a partir de una conducción principal (denominada de alta) se establecen ramales secundarios de abastecimiento a los distintos espacios parcelados del área productiva, siendo creciente una organización en malla que asegura el suministro de cada punto por dos sitios alternativos. La organización de las redes en malla no tiene que extenderse a la totalidad de los ramales, sino que las redes se organizan en sistemas mixtos en los que las conducciones principales se cierran en una malla de la que derivan redes arborescentes y mallas secundarias hasta los espacios parcelados.

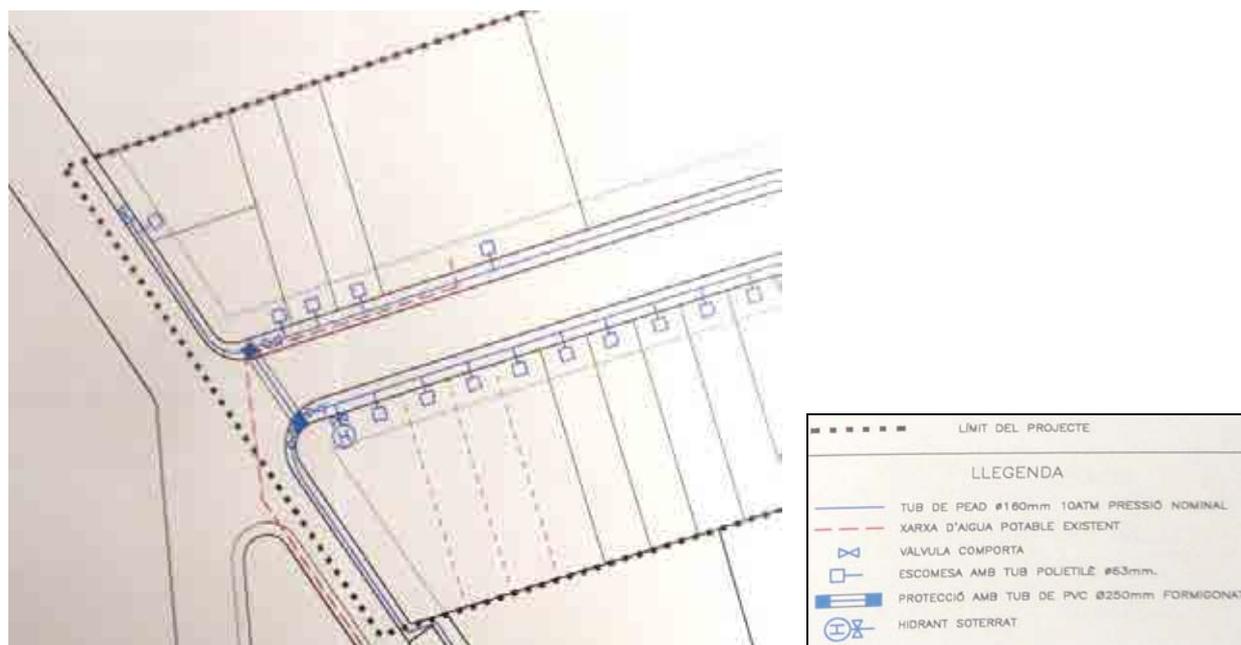


Figura núm. 6-2: Red de distribución de agua potable, Pol. Ind. "La Rigola", Llorenç del Penedès, Tarragona⁷.

La red de suministro de agua tiene por finalidad el abastecimiento de agua con el caudal, continuidad y presión suficiente. De este triple requerimiento emana su concepción técnica; caudal, diámetro y pérdida de carga, pero a mayor diámetro menor velocidad; encontrar el punto de equilibrio es, en teoría, la finalidad del cálculo. En las redes malladas el agua circula dentro de los circuitos de forma que se logra el equilibrio de presiones en puntos alternativos de ella según

⁷ GARRETA PUIG, S., Arquitecto. "Projecte executiu d'urbanització del polígon industrial de La Rigola, de Llorenç del Penedès". Número de visado 2006603369, de 17 de julio de 2006.

consumos, lo que permite jugar con diámetros más uniformes de tubos que si toda la distribución se estableciera en forma arborizada; tiene, por el contrario, el único inconveniente de obligar a la multiplicación de llaves.

Pero en la práctica, el problema toma otros matices. Las pérdidas de carga lo suelen ser en mayor medida por codos, llaves, diferencias de diámetro, cuando no por fugas o instalaciones deterioradas; y, con frecuencia, la falta de anclaje al terreno de los tubos produce roturas causadas por golpes de ariete. Y, por otro lado, existen otra serie de requerimientos que marcan en la actualidad los diámetros a utilizar, como por ejemplo los diámetros de los hidrantes de protección frente a los incendios. Siguiendo el esquema utilizado antes, se puede plantear el enfoque de su proyecto con el siguiente marco de referencia:

- Condicionantes y limitaciones: Red preexistente y presión disponible; alternativas de abastecimiento; diferencia de nivel al punto de abastecimiento; presión necesaria en destino; trazado del viario.
- Demandas: Consumo industrial y para otros usos; consumo de riego, incendios, limpieza y simultaneidades; puntas de consumo; presión de servicio.
- Planteamiento de la red: Niveles de distribución y puntos de abastecimiento; conexiones de seguridad por averías; posibilidades de futuro crecimiento; conexión a edificaciones y situación hidrantes.
- Dimensionado: Tubos y juntas; diámetros y velocidades; comprobación de caudal y presiones; elementos auxiliares de válvulas, anclajes, ventosas, llaves de descarga; anclajes y arquetas de registro.
- Relación con otros servicios: Utilización de descargas para limpieza de alcantarillado o para humidificación espacios verdes. Registros y ocupación del espacio viario. Servidumbres sobre otros servicios.

6.3.2. Dotaciones

El agua es una parte del medio natural y a la vez, es también un recurso imprescindible para la producción en muchas actividades económicas, es por tanto un bien estratégico. La Directiva marco del agua (DMA), 2000/60/CE, ha señalado un objetivo en la política del agua a escala europea, que implica un cambio de visión en tanto que se reafirma la aproximación de que el agua forma parte de la estructura del medio natural pero que también ejerce determinadas funciones. La consecuencia de esta visión es la introducción formal de la aproximación de la sostenibilidad en la gestión de este recurso.

La evolución de los consumos en la industria no es homogénea⁸. Si bien el sector textil ha disminuido, no ha sido igual en sectores como el químico o papelerero en que se ha mantenido prácticamente estable. Lo cierto es que entre 1994 y 2004 el crecimiento medio del consumo de agua en la industria ha sido menor que el crecimiento medio del PIB industrial. Si se analiza el consumo en la industria en estos últimos años, se manifiesta una ligera disminución en algunos sectores, tanto por las mejoras en sus procesos como por la aplicación del principio de “quien contamina paga” que ha actuado como un incentivo para la disminución del consumo.

La estimación de los caudales que puede consumir una determinada zona industrial, se puede enfocar desde dos puntos de vista: El análisis actividad a actividad (siempre de interés si hay alguna actividad predominante en consumo de agua), y la realización de estimaciones más generales asociadas a la superficie productiva ya ocupada o planificada (que se puede instalar en un futuro).

En este sentido, la publicación del Plan Hidrológico Nacional⁹ (PHN), no podía permanecer indiferente hacia los principios esenciales de la Directiva citada anteriormente, constatándose en las dotaciones previstas y en base a las que se redactaron dicho Plan, como se verá posteriormente.

A diferencia de las actividades de servicios, en la industria los consumos son muy variados. Depende del tipo de producto que fabrique, de su actividad o del tipo de proceso que utilice. Las unidades características son del tipo “litros por unidad de producción y día”, “litros por metro cuadrado y día”, “litros por número de operarios y día”, etc.

Se suele recurrir a la estimación en detalle de los caudales de abastecimiento de las actividades más importantes y del resto el cálculo se realiza a partir del tipo de actividad o número de operarios, o cualquier otro tipo de magnitud característica. Se puede diferenciar entre el caudal para usos en proceso y el de usos asimilables a domésticos por parte de los operarios. Los criterios que se adoptan son muy variados, existiendo mucha bibliografía al respecto.

J. Briz¹⁰ (1988) estima que en zonas industriales, cuando no se conozca la demanda, se adoptará como mínimo un caudal medio de 1'0 l/s Ha neta, mientras que las dotaciones de protección contra incendios se ajustarán a la normativa sobre protección contra incendios¹¹.

⁸ ACA: Agència Catalana de l'Aigua. Tabla técnica de ahorro de agua del Segundo convenio ACA-FNCA. Pág.49.

⁹ Plan Hidrológico Nacional. Plan hidrológico nacional. Ley 10/2001, de 5 de julio., p. 78.

¹⁰ BRIZ, Juan and FUMADÓ ALSINA, Joan L. Proyectos de urbanización, p. 62.

Para la preparación del Plan Hidrológico Nacional (PHN) se propusieron los siguientes valores para el caso de industria conocida:

SECTOR	Dotaciones
Refino petróleo	14.8
Química	
... Fabricación de productos básicos, excluidos los farmacéuticos	16.0
... Resto	5.9
Alimentación:	
... Industrias, alcoholes, vinos y derivados de harina	0.5
... Resto	7.5
Papel:	
... Fabricación de pasta de papel, transformación papel y cartón	20.3
... Artes gráficas y edición	0.6
Curtidos	3.3
Material de construcciones	2.7
Transformados del caucho	1.8
Textil:	
... Textil seco	0.6
... Textil ramo del agua	9.2
Transformados metálicos	0.6
Resto	0.6

Tabla núm. 6-1: Dotaciones de demanda industrial (m³ / empleado y día) establecidas en el PHN.

En el caso de gran número y variado de industrias, o en el caso de polígonos o parques industriales todavía no ocupados, se suele asignar una dotación por hectárea. Estos valores se aplican a superficies brutas de industria, es decir, considerando viales, zonas ajardinadas, aparcamientos, etc.; o netas. Así por ejemplo, las N.R.P.A.S.P. (1975)¹² apuntan a un valor de 1'5 l/s Ha de suelo bruto.

M. Herce¹³ (2006) establece que la demanda de agua potable viene afectada por su distribución en punta, que en sectores industriales se estima en puntas de unos 2 l/seg y hectárea a lo largo de 10 horas.

En la Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización, coordinada por L.J. Arizmendi y R. Hernando (1997)¹⁴ se considera que la dotación en industria ha de considerarse como mínimo 1'5 l/seg Ha, manteniendo este criterio es su publicación de 2.007¹⁵.

¹¹ Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-82: Condiciones de protección contra incendios en los edificios, p. 99. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

¹² Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (M.O.P.U.). Normas para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones.

¹³ HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 73.

¹⁴ Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Guía para la redacción de proyectos de urbanización, p. 1.9.

¹⁵ Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Guía para la redacción de proyectos de urbanización, p. 86.

Para la preparación del PHN se adoptaron valores para los nuevos polígonos industriales de $4.000 \text{ m}^3/\text{Ha año}^{16}$, que equivale a $0'55 \text{ l/s Ha}$ bruta aproximadamente, y en el que se tienen en cuenta políticas activas de ahorro en el consumo de agua.

Multitud de entidades gestoras municipales y comarcales de redes de abastecimiento de agua han establecido criterios para el dimensionado de sus redes. Canal de Isabel II¹⁷ (2006), expresa el volumen en función de la superficie edificable permitida para las actividades a desarrollar, adoptando el valor genérico de $9,64 \text{ l/m}^2$ y día para las mismas, para cuando no se dispone de información más detallada al respecto.

Como puede observarse la diversidad de publicaciones y criterios es elevada y no siempre expresados en las mismas unidades, dotación por hectárea bruta de suelo, por hectárea neta de suelo, etc. El valor medio de todos estos datos está cercano a $1'5 \text{ l/seg Ha}$ bruta, aunque no hay que despreciar el valor más reciente contenido en el PHN que tras la adaptación de unidades le corresponde a un valor próximo a 1 l/seg Ha bruta.

Un elemento que interviene en la contabilización de la dotación de agua total de un área, y de manera importante son los hidrantes contra incendios, que se localizan en la red de tal manera que no exista edificio que esté a más de 100 metros de un hidrante, medidos a lo largo del espacio público, con una previsión de caudal de $16'67 \text{ l/seg}$, según NBE-CPI-82¹⁸, lo cual obliga a establecer diámetros mínimos de 100 mm.

6.3.3. Materiales

Los materiales más utilizados son las tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) para diámetros exteriores de hasta 160 mm. y de fundición dúctil (FD) para diámetros superiores; las de hormigón armado (incluso con camisas de acero) y las de acero, se utilizan sobretodo en redes de alimentación (hasta los depósitos) para diámetros superiores a 600 mm. Las tuberías de fibrocemento muy usadas hasta épocas recientes, han quedado totalmente prescritas por razones de salubridad. El PEAD ha desplazado a las históricas tuberías de fibrocemento y más recientemente a las de policloruro de vinilo (PVC) por su flexibilidad y facilidad de puesta en obra en tramos extensos de hasta 100 o más metros lineales sin juntas, y por la seguridad ante fugas de agua mediante juntas soldadas.

¹⁶ Orden de 24 de septiembre de 1992 por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias.

¹⁷ Canal de Isabel II. Normas para redes de saneamiento, NRSCYII - 2006, p. 96.

¹⁸ Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-82 : Condiciones de protección contra incendios en los edificios, p. 99.

6.4. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS

6.4.1. Introducción

Ligada a la anterior red ha de concebirse la red de evacuación de aguas, con una fuerte componente de condicionante de la calle. Dicha red incluye los sistemas de instalaciones, a menudo red de colectores, que sirven para canalizar las aguas, en forma unitaria o separada, de las aguas de lluvia y las aguas residuales producidas por las diferentes actividades urbanas.

El hecho de utilizar la misma red para su evacuación es una decisión fundamental, que condiciona el nivel de inversión y las necesidades de mantenimiento; a este respecto, conviene dejar constancia de que el tipo de red preexistente en el resto del entorno condiciona la solución a adoptar, pero no en forma absoluta, por cuanto toda red tiene finalmente una parte de unitaria y otra de separativa.

La discusión sobre el tipo de sistema y sus ventajas se remonta a la adopción por el mundo anglosajón del sistema separativo y por el latino del sistema unitario. El primero parece el más conveniente a priori, porque separa aguas de muy distintas características y volúmenes, lo que es bueno a efectos de tratamiento y dimensionado. Pero constructivamente presenta importantes desventajas derivadas de las dificultades de encaje de rasantes de dos redes de gravedad que se entrecruzan frecuentemente, de su mayor coste de implantación, y sobre todo de la dificultad de un control continuado de las acometidas de edificaciones (donde hay aguas de lluvia y residuales) e incluso de los imbornales de aguas pluviales.

Por este último motivo se suele exigir un conducto central de pluviales y dos laterales residuales, e incluso se obliga a independizar bajantes de cubiertas (con salida a la calle y recogida posterior en la red de pluviales); aun así no se consigue la separación total porque las primeras aguas de lluvia, que limpian las áreas productivas, tienen un alto nivel de contaminación.

Dicho nivel de contaminación muchas veces es provocado de manera importante por el propio arrastre de los aceites y lubricantes vertidos en la calzada por los vehículos que circulan por ella. La instalación de separadores de hidrocarburos podría aminorar en gran medida esta problemática.

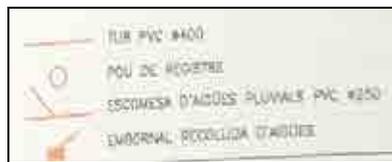


Figura núm. 6-3: Red de evacuación de aguas de lluvia, Pol. Ind. "La Rigola", Llorenç del Penedès, Tarragona¹⁹.

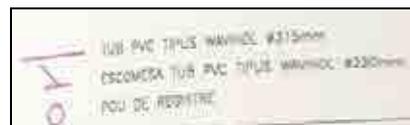
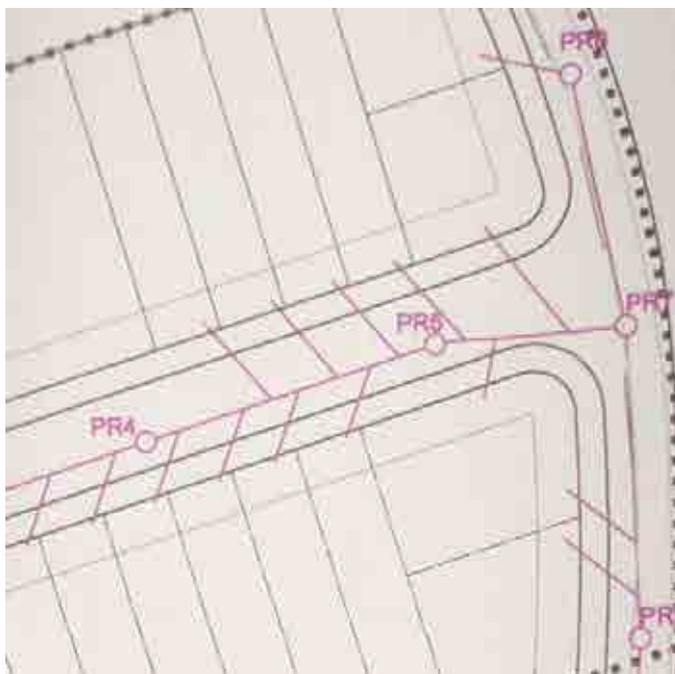


Figura núm. 6-4: Red de evacuación de aguas residuales, Pol. Ind. "La Rigola", Llorenç del Penedès, Tarragona¹⁹.

¹⁹ GARRETA PUIG, S., Arquitecto. "Projecte executiu d'urbanització del poligon industrial de La Rigola, de Llorenç del Penedès". Número de visado 2006603369, de 17 de julio de 2006.

La red unitaria tiene ventajas constructivas y de control, pero la coexistencia de dos tipos de aguas de volúmenes y características tan dispares conlleva problemas de dimensionado; las aguas de lluvia, de volumen varias decenas mayor que las residuales, determinan la dimensión limitada por la condición de no exceder la velocidad máxima; y, por el contrario, se hace difícil de cumplir en ese mismo tubo la condición de velocidad mínima para el transcurso sólo de aguas residuales. Por ello se requieren instalaciones específicas de aliviado e intercepción, que hace la red más compleja.

Pero como se ha dicho, cada situación tiene una solución propia, y las redes acaban siendo una mezcla de ambas concepciones. Al final, la propia organización de la red supone, en sí misma, una nueva estructuración de las cuencas vertientes de aguas, condicionada por la topografía funcional; y también supone un esquema de apoyo a la urbanización futura; por tanto su dimensionado está muy influido por consideraciones tales como su posible ampliación, los márgenes de seguridad en su funcionamiento, su flexibilidad para funcionamientos alternativos, almacenamiento, intercepción y desvío de aguas, y su imbricación en el medio natural, volumen, calidad y lugar de vertido.

Así pues, puede esquematizarse el proyecto del sistema de evacuación de aguas de siguiente forma:

- **Requerimientos:** Características de la red del entorno; ejes de crecimiento; intensidad de lluvia y período de retorno; dotación de consumos de agua (estimación de aguas negras) y características del residuo.
- **Limitaciones:** Redes preexistentes; saltos de umbral que requiera su ampliación; topografía y cauces; características del subsuelo; servidumbres de otras infraestructuras; materiales existentes en el mercado.
- **Compatibilidad con otros servicios:** Posibilidades de utilización del espacio superficial (zanjas, cunetas, calzadas), relación con red de distribución de aguas y riegos para limpieza; posibilidad de desvío, intercepción o aliviado de lluvia.
- **Opciones de proyecto:** Red de evacuación residual o tratamiento individualizado tipo red (separativa, pseudoseparativa o unitaria, o solo red a aguas negras); elementos de desvío, aliviaderos e intercepciones; sistema de depuración.
- **Dimensionado e instalaciones:** Diámetros y tipos de tubo; pendientes y velocidades; elementos de recogida y conexiones de acometidas; pozos de registro; instalaciones de limpieza y de retención.

6.4.2. Dotaciones

Las conducciones que forman parte de un sistema integral de alcantarillado deben diseñarse de manera que se consideren en su cálculo la totalidad de las aguas residuales generadas en las zonas atendidas por las mismas y las aguas de lluvia asociadas a un determinado período de retorno.

J. Briz²⁰ (1988) establece que el periodo de retorno a considerar será de 10 años, y que en zonas con edificaciones aisladas que puedan inundarse sin provocar daños, el periodo podrá reducirse a 3 ó 5 años. En el mismo sentido se manifiesta la AEAS²¹ (1988).

Alternativamente a lo anterior, para la fijación del periodo de retorno para la lluvia, pueden adoptarse los valores que se recogen en la norma UNE-EN 752-4, según la cual el período de retorno de diseño depende del tipo de zona de que se trata, debiendo además hacerse dos comprobaciones diferentes (sin sobrecargar la red o poniéndola e carga, pero sin producir inundaciones). Para áreas industriales con riesgo de inundación conocido establece el siguiente criterio:

- Sin sobrecargar la red: 2 años (5 años sin riesgo de inundación conocido)
- Con carga sin inundar: 30 años

Los caudales de aguas residuales de actividades industriales varían enormemente según tipos de actividades; en las zonas industriales urbanas, con diversidad de instalaciones y frecuencia de almacenes, y en ausencia de grandes plantas siderúrgicas, textiles, papeleras u otras altamente consumidoras de agua; en ausencia de esos datos, se suelen tomar caudales medios de 1'0 l/s Ha y con puntas del doble (Herce, M. – 2006)²². En la *Tabla núm. 6-2*, se relaciona el número de trabajadores con el caudal producido, en función del tipo de actividad industrial²³:

Construcciones metálicas	1 m3 / trabajador. día
Vidrio y cerámica	1 m3 / trabajador. día
Industrias lecheras	4 m3 / trabajador. día
Talleres mecánicos	4 a 5 m3 / trabajador. día
Papel y artes gráficas	20 m3 / trabajador. día
Químicas diversas	18 m3 / trabajador. día
Farmacéuticas	5 m3 / trabajador. día
Lavanderías	30 – 50 k/kg de ropa seca
Industrias papeleras	15 a 30 m3 / kg fabricado de papel

Tabla núm. 6-2: Caudal de aguas residuales por trabajador y día, en función de la actividad industrial²³.

²⁰ BRIZ and FUMADÓ ALSINA. Proyectos de urbanización, p. 50.

²¹ Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. Recomendaciones para redes de alcantarillado, p. 28.

²² HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 61.

²³ Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Guía para la redacción de proyectos de urbanización, p. 130.

Para el cálculo de los caudales de saneamiento las N.R.P.A.S.P.²⁴, consideran los mismos caudales que los apuntados para abastecimiento, es decir 1'5 l/s Ha de suelo bruto.

En las recomendaciones de AEAS²⁵, se indica que para evaluar los caudales de aguas residuales se tome como base de cálculo las dotaciones previstas para el abastecimiento. El ámbito de aplicación de estas recomendaciones concierne a "la recogida y transporte de aguas pluviales y/o residuales hasta su evacuación en el medio receptor (estación depuradora, cauce fluvial, mar, etc.). Para el caso de polígonos industriales recomienda dimensionar con una dotación de 40 – 70 m³/Ha día.

Multitud de entidades gestoras municipales y comarcales de redes de saneamiento han establecido criterios para el dimensionado de sus redes. Así por ejemplo, en PEISEM II²⁶ se establece, para uso de suelo industrial, un valor de 1'0 l/s Ha y un coeficiente de punta (CP) de 3.

La Asociación Técnica para el Saneamiento de Alemania (ATV) publicó la norma ATV-118²⁷, asignando los siguientes valores para el cálculo de los caudales de aguas residuales industriales y/o comerciales:

Tipo de industria y/o comercio	Dotación (L/s·Ha)
Bajo consumo de agua	0.5
Consumo medio de agua	1
Alto consumo de agua	1.5

Tabla núm. 6-3: Caudales de aguas residuales industriales / comerciales, ATV-118²⁷.

Si no se dispone de información sobre el tipo de industria y/o comercio que se va a instalar, la norma ATV-118 recomienda un valor de 1'0 l/s Ha como caudal de aguas residuales debidas a estas actividades.

En Gran Bretaña, Butler²⁸, recomienda que la estimación de caudales de diseño de origen industrial se realice con los siguientes valores:

²⁴ Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (M.O.P.U.). Normas para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones.

²⁵ Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. Recomendaciones para redes de alcantarillado, p. 32.

²⁶ Plan Especial de Infraestructuras del Sureste de Madrid 2002.

²⁷ ATV-118. Standard for the dimensioning and design of stormwater structures in combined sewers.

²⁸ BUTLER, David and DAVIES, John W. Urban drainage, p. 625.

Categoría	Caudal (L/s·Ha)	
	Gestión convencional	Gestión optimizada
Industria ligera	2	0.5
Industria media	4	1.5
Industria pesada	8	2

Tabla núm. 6-4: Caudales de aguas residuales industriales, Butler²⁹.

La norma británica BS-8005³⁰, para el caso de un desarrollo industrial futuro en el que se desconozca el tipo de industria a establecerse, recomienda un valor de 2'0 l/s Ha de aguas residuales para industrias con consumo normal de agua y de 4'0 l/s Ha en el caso de industrias de elevado consumo o instaladas en aglomeraciones pequeñas.

Como puede observarse la diversidad de publicaciones es elevada, aunque se puede concluir que el criterio de 1'0 l/seg Ha es habitual y constante a lo largo del tiempo.

En conclusión, los criterios dotacionales en redes de evacuación de aguas, a igual que para el abastecimiento de agua, no están establecidos en normativas obligatorias y existen multitud de publicaciones con criterios dispares.

6.4.3. Materiales

El tipo de conductos que se utilizan en el alcantarillado es muy variado. Normalmente son de secciones circulares, por su facilidad de prefabricación, aunque no sean las secciones más adecuadas a las condiciones hidráulicas tan dispares planteadas para los sistemas unitarios (los ovoides tienen, por ejemplo, una mejor relación capacidad-velocidad para los caudales mínimos).

Los materiales utilizados más frecuentes son el hormigón vibropresado, el hormigón centrifugado en tubos con enchufe de campana y junta elastómera, el policloruro de vinilo (PVC) el polietileno de alta densidad, el poliéster reforzado con fibra de vidrio e incluso el gres cerámico vitrificado.

²⁹ BUTLER, David and DAVIES, John W. Urban drainage, p. 625.

³⁰ BS-8005. Britis standard sewage. BS 8005. part 1. guide to new sewerage construction.

6.5. RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

6.5.1. Introducción

La red de suministro de energía eléctrica es, en general, una red continua de cables que desde una estación de generación suministra electricidad al medio urbano y la distribuyen mediante instalaciones de transformación y líneas que van disminuyendo la tensión hasta acortarla a la precisa para el consumo de las diferentes actividades urbanas.

La implantación en general aérea del suministro principal, así como la facilidad de transformación y conducción de baja tensión, hace que pueda construirse con bastante autonomía de los condicionantes topográficos y su versatilidad de implantación permite su extensión en cualquier dirección. No obstante las altas tensiones plantean servidumbres físicas importantes de muy costoso desplazamiento posterior. De ahí la necesidad de acordar los trazados con una visión de estructuración del territorio y de disponer, con sentido anticipador del crecimiento de la ciudad, de corredores de paso y concentración de líneas.

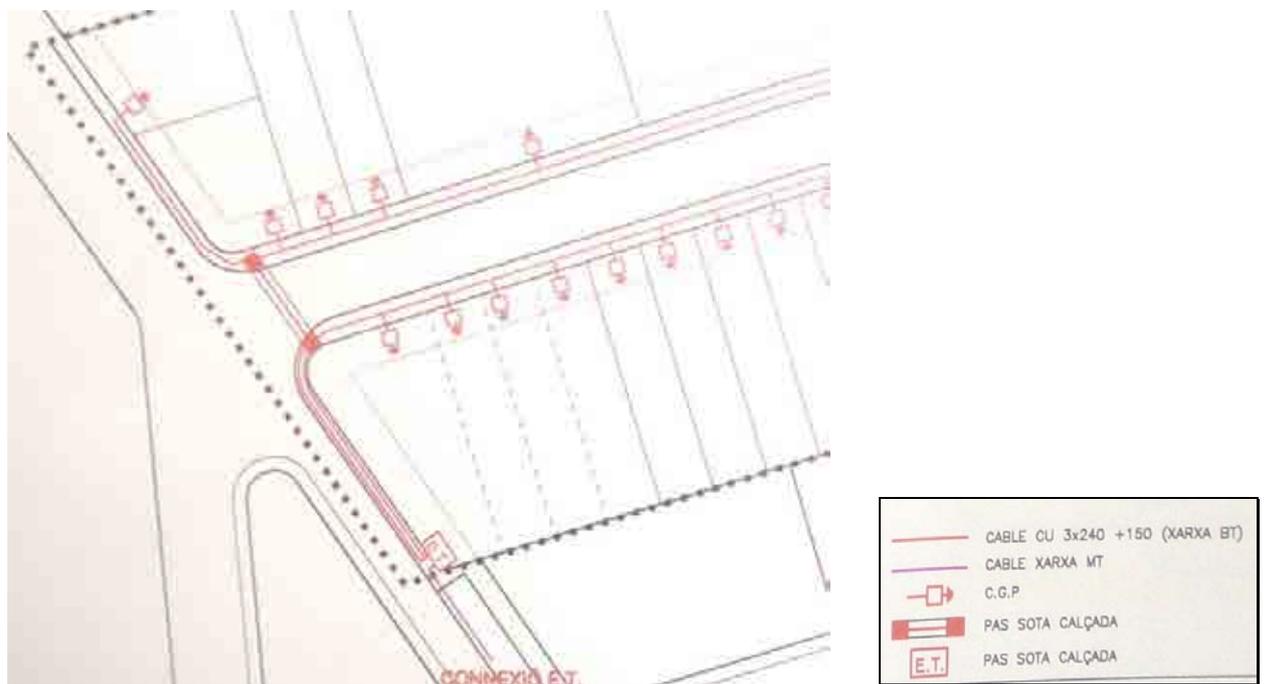


Figura núm. 6-5: Red de suministro de energía eléctrica en baja tensión, Pol. Ind. "La Rigola", Llorenç del Penedès, Tarragona³¹.

Una red de distribución en media tensión no es más que un conjunto de transformadores unidos entre sí y derivados de la red de alta tensión; la unión suele ser en serie y con posibilidad de alimentación desde ambos extremos.

³¹ GARRETA PUIIG, S., Arquitecto. "Projecte executiu d'urbanització del polígon industrial de La Rigola, de Llorenç del Penedès". Número de visado 2006603369, de 17 de julio de 2006.

El problema, desde el punto de vista técnico, se reduce a la decisión del número, ubicación, potencia y tipo de los transformadores a ubicar en un área; su número y potencia son función del consumo previsto; dado que los transformadores son elementos normalizados y en general prefabricados, las compañías de cada país o zona los suelen tener tipificados en potencias determinadas.



Figura núm. 6-6: Estaciones transformadoras. Polígono Industrial Riu Clar, Tarragona³².

Aparece aquí, sin embargo, un primer factor de decisión que marca el nivel de inversión: la potencia total de consumo, que no sólo depende del estándar fijado reglamentariamente para cada uso, sino de la simultaneidad de esos consumos que fijará las puntas.

Ello es importante, no sólo para las potencias de los transformadores sino también para su influencia en la caída de tensión, dado que a partir de la fijación de potencia a consumir, el dimensionado de las conducciones suele estar tipificado en función del tipo de cable del voltaje, sobre la base de limitación de la caída de tensión máxima en la red.

Con este orden de cosas, y sin profundizar en un tema largo y complejo, conviene tener presente que las redes de suministro eléctrico son sistemas caros y que crean grandes servidumbres urbanas y territoriales. Es por ello que determinados asentamientos dispersos o de baja densidad vuelven a mostrar sus ventajas las instalaciones tradicionales de generación de energía (eólica, solar, orgánica, generadores a motor, etc.) de mucho menor coste, menor dependencia y más autonomía de mantenimiento. El creciente problema de la urbanización de baja densidad obliga a ahondar en este campo como parte sustancial de los métodos alternativos de urbanización.

³² En las imágenes se observa la evolución que ha habido en la construcción de las estaciones transformadoras en cuanto a su construcción, pasando de la construcción tradicional "in situ" (izquierda), a la construcción prefabricada de hormigón (derecha). (Fotografías del archivo personal del autor).

6.5.2. Dotaciones

El dimensionado de las redes eléctricas y de sus elementos, se basa en la demanda de potencia de los usuarios y en la simultaneidad de consumos. Para ello, el REBT³³ establece en industrias, en el caso que se desconozca las necesidades eléctricas concretas, una dotación de potencia de 125 w/m^2 de edificación y planta, con una simultaneidad entre 0'50 y 0'80, según el número de abonados. Es un parámetro que se mantiene desde el año 1.973 hasta hoy en día, cuando la industria en todos estos años ha tenido unos cambios muy significativos. ¿Son las mismas necesidades si en el área productiva está prevista la instalación de actividades metalúrgicas como actividades de servicios?

Determinadas compañías suministradoras establecen convenios de suministro con un criterio de dotación de distinta fórmula, no entrado en el parámetro de superficie construible sino superficie de la parcela. Así podemos encontrar para áreas productivas, el parámetro de diseño de 50 w/m^2 de superficie de parcela.

Comprobamos la problemática que se genera con este tipo de criterios tan generales, en una de las áreas analizadas en esta investigación. En el Polígono Industrial del Francolí³⁴, con una implantación importante de empresas de logística, desarrolla sus actividades la empresa logística GLOBAL TALKE en una parcela de superficie 20.000 m^2 . De acuerdo al criterio de la compañía suministradora Endesa³⁵, la potencia con que se ha dimensionado el polígono, 50 W/m^2 de superficie de parcela construida, le corresponde una potencia de 1.000 KW. Actualmente tiene una potencia contratada de 250 KW, es decir un 25% de la potencia dimensionada.

Esta misma situación se produce en muchas de las empresas instaladas, lo cual concluye que la construcción de la red de baja tensión en este polígono, representó una inversión más elevada de la necesaria, atendiendo a la demanda actual, cuando el polígono está totalmente consolidado.

³³ REBT. Reglamento electrotécnico para baja tensión. R.D. 2413/1973 de 20 de septiembre, sustituido posteriormente R.D. 842/2002 de 2 de agosto.

³⁴ Consorci de la Zona Franca de Barcelona. "Proyecto de actualización y terminación de la urbanización del polígono industrial del Francolí", T.M. Constantí

³⁵ Red construida por Enher, actualmente Endesa.



Figura núm. 6-7: Fachada y vista aérea de las instalaciones de Global Talke, Constantí, Tarragona. (fotografía del archivo personal del autor y vista aérea obtenida de Google Earth).

Es un ejemplo en donde se muestra que los criterios de dimensionado las infraestructuras de un polígono industrial no son adecuados, comportando un incremento de costes de construcción que a su vez se traslada en el coste total del terreno.

6.5.3. Materiales

De las distintas gamas de cables, los más utilizados en redes de distribución enterrada de media y baja tensión son los de aluminio, de 3x240 mm² los de MT, y de 3x240+150 (o 3'5x240 mm²) los de baja tensión; es decir los de mayor sección disponible, con independencia de ajustes restrictivos de cálculo de sección.

6.6. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

6.6.1. Introducció

Una red específica de suministro eléctrico es la de alumbrado del espacio público; éste constituye un elemento importante de la ordenación del espacio viario, de forma que el grado y tipo de iluminación depende de los usos previstos sobre ese espacio y de las funciones que se asignen a cada uno de sus partes. Las instalaciones de alumbrado público son un conjunto de farolas unidas mediante conducción de cable subterráneo al punto de alimentación o cuadro de mando. La farola está constituida por báculo de sustentación, luminaria o cabeza de farola y lámpara, que es el elemento de iluminación propiamente dicho; el báculo suele llevar incorporado un cuadro de conexión con los diferentes equipos electrotécnicos de control y seguridad.

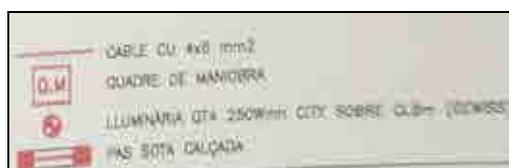
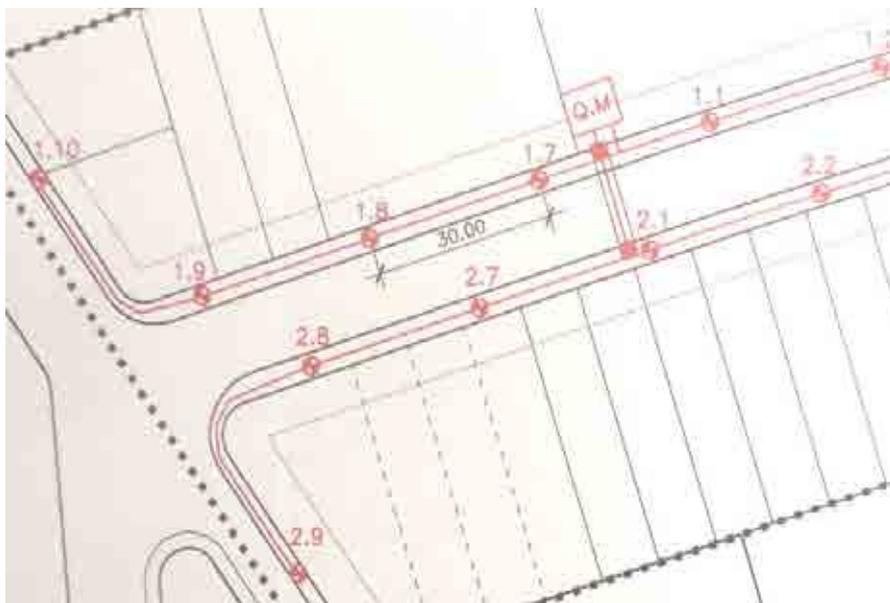


Figura núm. 6-8: Red de alumbrado público, Polígono Industrial "La Rigola", Llorenç del Penedès, Tarragona³⁶.

El nivel de iluminación a conseguir y su distribución es el principal factor de dimensionado y depende de las distintas variables; en principio del tipo de lámpara y de su potencia; pero no sólo eso, sino también de la altura a la que está colocada la farola, de la inclinación de la lámpara que distribuye el haz lumínico, del tipo de luminaria que protege la lámpara, del hecho de si la

³⁶ GARRETA PUIG, S., Arquitecto. "Projecte executiu d'urbanització del poligon industrial de La Rigola, de Llorenç del Penedès". Número de visado 2006603369, de 17 de julio de 2006.

iluminación es directa o reflejada en la carcasa de la luminaria u otro elemento análogo, e incluso de ángulo de incidencia sobre el pavimento o espacio a iluminar, así como de la textura y grado de reflexión de éste.

La aplicación mimética de los criterios de iluminación media, y uniformidad, emanados de los requerimientos de la circulación, es a menudo inadecuada; se ha dicho que la iluminación es el principal complemento de la ordenación, es el elemento que realza el tipo de urbanización en ausencia de luz solar, y visto así, muchos espacios lo que precisan es de desuniformidad, de zonas claras y de zonas oscuras, de focos aislados que marquen itinerarios o que destaquen espacios concretos. Y, en última instancia, muchas veces la iluminación no es más que un sistema de seguridad que precisa de niveles suficientes para evitar áreas negras (Herce, M. – 2006)³⁷.

Con esta perspectiva el dimensionado de la red de alumbrado ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Requerimientos: Tipos de espacios y distribución de luz y sombra; niveles de iluminación deseables; contrastes y uniformidades.
- Opciones de proyecto: Tipo de báculo o de sustentación; tipo de lámpara; alturas de colocación; elementos de reflexión; luz directa o indirecta; luz reflejada; color tono y brillo.
- Dimensionado: Potencia de lámparas y flujo; tipos de luminaria; ínter distancia y altura; factores de depreciación o rendimientos; curvas y niveles de iluminación resultantes; comprobación de puntos aislados; red de alimentación, secciones de cables.

6.6.2. Dotaciones

El nivel de iluminación a conseguir y su distribución espacial es el principal factor para el dimensionado y depende de distintas variables: Tipo de luminaria, tipo de lámpara y su potencia, posición de esta, etc.

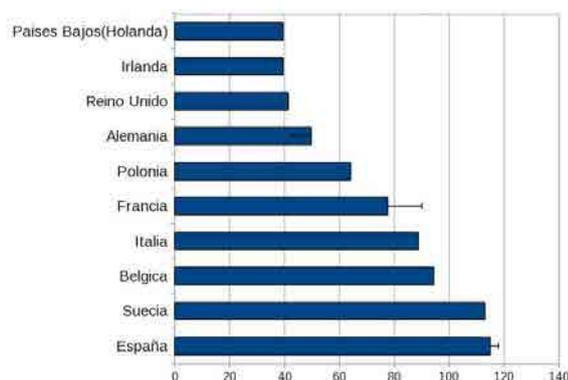
Los niveles de iluminación y uniformidad media recomendados por la CIE³⁸ son de 30-50 lux con uniformidad media 0'75 en calles principales, de 15-25 lux y uniformidad 0'6 en calles de tráfico importante, y de 7-12 lux y uniformidad 0'5 en calles secundarias.

³⁷ HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 61.

³⁸ CIE: Comisión Internacional de Alumbrado.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta en el diseño del alumbrado no solamente es el nivel de iluminación sino el coste energético de su mantenimiento, coste que ha tenido un valor creciente en los últimos años.

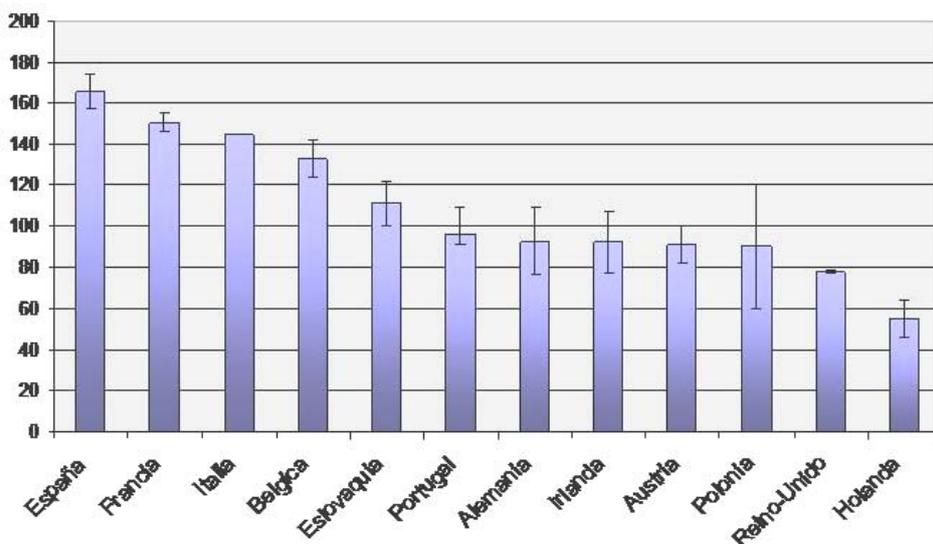
Este crecimiento anual del gasto en alumbrado público en España se sitúa en un 4'7 %³⁹, siendo el mayor de los principales países de la Unión Europea, de acuerdo a la *Figura núm. 6-10*, donde se representa el gasto eléctrico de alumbrado público por habitante:



*Figura núm. 6-9: Gasto eléctrico en alumbrado público por habitante (kWh/año)*³¹.

El gráfico, expresado en kilovatios-hora por año, deja claro que España tiene el récord europeo en consumo energético por habitante, con 118 -114 kW h/año por ciudadano, frente a los 90 - 77 kWh/año de Francia o los 48 - 43 kWh/año de Alemania.

La potencia media por luminaria puede apreciarse en el siguiente gráfico:



*Figura núm. 6-10: Potencia media por luminaria (W/Ud.)*³¹

³⁹ Grupo de Estudio de la Contaminación Luminica, del Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Complutense de Madrid.

En los últimos años, en España, se ha legislado sobre niveles máximos de iluminación, atendiendo a criterios medioambientales y de ahorro energético. en el año 2001 la Generalitat de Cataluña publicó la ley 6/2001 de ordenación ambiental del alumbrado para la protección del medio nocturno, con la intención de entre otros aspectos promover la eficiencia energética de los alumbrados exteriores y prevenir y corregir los efectos de la contaminación lumínica en la visión del cielo.

Más recientemente y con carácter estatal el Ministerio de Industria aprobó el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, correspondiente al Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, estableciendo parámetros determinantes para el diseño de los alumbrados (nivel de iluminación, uniformidad, etc.) con el fin de mejorar la eficiencia energética de dichas instalaciones.

La aplicación de estas leyes junto con la aparición de nuevos materiales y tipos de lámparas, como los leds o el plasma, o la iluminación solar, tienen que ayudar a reducir el consumo eléctrico actual en alumbrado público.



Figura núm. 6-11: Proyecto diseñado por SIARC, con instalación de farolas fotovoltaicas, de 30 leds de alta potencia cada una, en el área de Servicio La Pausa de Montcada i Reixach, Barcelona. Aportan un ahorro energético de 255,5 kWh/año.

6.6.3. Materiales

El material que define mejor la evolución que ha tenido esta infraestructura son las lámparas que incorporan las luminarias. Las más utilizadas son las de vapor de mercurio color corregido (VMCC), aunque han sido desplazadas por las de vapor de sodio de alta presión (VSAP) en espacios destinados a la circulación de automóviles por su mayor rendimiento lumínico, dejando aquellas para iluminación de zonas con predominio de espacios peatonales, por su mejor reproducción cromática.

En los últimos años las lámparas de halogenuros metálicos se han implantado de manera exponencial, aprovechando su reducción de coste y mejora del rendimiento lumínico, desplazando a las luminarias de vapor de mercurio y en algunos casos a las de vapor de sodio.

Por último están apareciendo en el mercado luminarias que incorporan lámparas led, aunque todavía en una fase inicial, debido a que el coste que conlleva no compensa el ahorro energético que aportan (Díaz, P. – 2009)⁴⁰.



Figura núm. 6-12: Farola LED para vías públicas, de alta potencia de 168 W equivalente a lámparas VSAP de 400 W.

Un led, es un diodo emisor de luz, esto es, un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula por él corriente eléctrica. Su gran ventaja frente a las tradicionales bombillas de filamento de tungsteno, e incluso frente a las bombillas de bajo consumo, radica en su eficiencia energética:

- Los diodos led no poseen un filamento de Tungsteno como las bombillas. Por ello, son más resistentes a los golpes y su duración es mayor ya que no dependen de que el filamento se termine quemando (Cuando las bombillas se funden).
- La eficiencia de los leds es mucho mayor. Mientras el rendimiento energético de una bombilla es del 10% (Sólo una décima parte de la energía consumida genera luz), los diodos LED aprovechan hasta el 90%. El equivalente a una bombilla se puede construir con aproximadamente una decena de leds.

⁴⁰ DÍAZ PINÓS, Pedro. Alumbrado Público Ecodigital.

6.7. RED DE TELECOMUNICACIONES

6.7.1. Introducción

La red de telecomunicaciones es la más compleja en su concepción y diseño, y la que comporta en el subsuelo un mayor número de canalizaciones, cámaras arquetas y armarios, a veces de gran tamaño.



*Figura núm. 6-13: Red de telecomunicaciones del Polígono Industrial "La Rigola",
Lorenç del Penedès, Tarragona⁴¹.*

La existencia de diversos operadores en el mercado supone un incremento de redes de canalización de cables. Los servicios prestados por las redes de telecomunicación son cada vez más variados; van de la telefonía a la transmisión de imagen, pasando por su función de distribuidoras de información.

Por el contrario las posibilidades de crecimiento para un futuro son fáciles, ya que básicamente sirven las canalizaciones y aumentan el número de cables.

Existen tres tipos de red de transmisión por cable, al servicio de diferentes tecnologías de transmisión de señal: red de pares de cobre, que es la convencional; red híbrida de fibra óptica y cable coaxial; y red de fibra óptica hasta el abonado.

⁴¹ GARRETA PUIG, S., Arquitecto. "Projecte executiu d'urbanització del poligon industrial de La Rigola, de Lorenç del Penedès". Número de visado 2006603369, de 17 de julio de 2006.

6.7.2. Dotaciones

En este tipo de instalaciones no existe un criterio establecido que determine la dotación a prever, a diferencia del resto de infraestructuras. En función del número de abonados que se tendrá y de los servicios y la calidad que se quiera ofrecer, se diseña la infraestructura, la cual es relativamente fácil mejorarla una vez está construida la infraestructura básica (canalizaciones y arquetas).

6.7.3. Materiales

Por la canalización formada por un conjunto de conductos discurre la red. Los conductos pueden ser de PVC liso de diámetro exterior 110, 63 y 40 mm, de PEAD corrugado exteriormente y liso por el interior de 125 mm de diámetro exterior, o de PEAD liso de 40 mm para los subconductos individuales o tritubos.

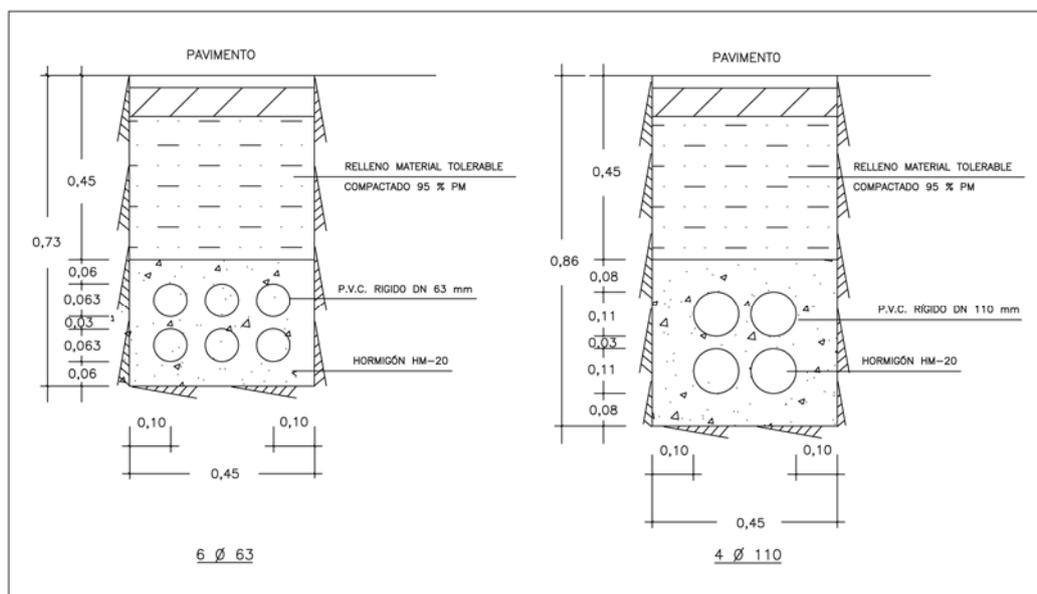


Figura núm. 6-14: Zanjas tipo, para canalizaciones de telecomunicaciones con tubos de PVC de \varnothing 63 y 110⁴².

⁴² Se observa la numerosa cantidad de canalizaciones que comporta una infraestructura de este tipo.

6.8. RED DE ABASTECIMIENTO DE GAS

6.8.1. Introducción

La red de abastecimiento de gas tiene un funcionamiento análogo a la del agua, pero no admite registros; es con tubo continuo, dimensionado por análogos supuestos de caudal y pérdida de presión; y solo tiene como instalaciones singulares las cámaras de despresurización o de cambio de una presión de transporte a una de distribución, o de una de distribución a una de abastecimiento doméstico.

6.8.2. Dotaciones

El dimensionado de una red de distribución parte, como en las otras redes de suministro, de una evaluación previa de la demanda, para la que se adoptan igualmente dotaciones medias de consumos, en este caso medidas en términos de potencia calorífica (termias/hora) de los distintos equipos de gas.

En industrias, la dotación unitaria varía mucho según el tipo de actividad, pero como media se consideran 30 th/h por hectárea.

6.8.3. Materiales

El material de conducción más utilizado para las redes de baja y media presión, es el polietileno de alta densidad (PEAD) color amarillo, con juntas soldadas y sin elementos de válvulas.



Figura núm. 6-15: Zanjas tipo, para canalizaciones de gas natural con tubo PEAD de Ø 125.

En las redes a alta presión, el material usual es el acero con juntas soldadas, y unos revestimientos interiores y exteriores de la tubería con pinturas anticorrosivas para soportar la humedad del gas y del suelo.

En suma, la concepción de las redes de servicios urbanísticos muestra gran variedad de soluciones, en una clara relación con los requerimientos del problema a resolver. Y su enfoque ha de ser desde una perspectiva que no sólo se sustenta en las diferencias de solicitud, uso y significado de un determinado espacio, sino que alza su real dimensión en la necesaria flexibilidad de las redes para su crecimiento y transformación, en la posibilidad de su construcción gradual, y en su facilidad de sustitución.

Se trata, en suma, de enfrentar el tema de la urbanización no solo como servicio directo a las actividades, sino como el soporte que permanece en la construcción de las áreas productivas, el que articula su territorio; acordar el tipo de urbanización a la escala de los problemas que se enfrenten, planteando soluciones no uniformes a problemas diversos.

6.9. DISPOSICIÓN DE LAS REDES DE SERVICIOS URBANOS

A pesar de estar hablando de redes de servicios de características muy diferenciadas, con frecuencia el espacio destinado a su ubicación es muy reducido. Esta circunstancia aconseja una estrecha labor de coordinación conjunta para la organización de los espacios, considerando la implantación de la totalidad de los servicios como una única actividad. No se puede instalar ningún servicio sin tener en cuenta los demás. Además de los motivos técnicos, hay que considerar las ventajas derivadas de la instalación de distintos servicios en una misma zanja (mayor facilidad de excavación, de replanteo, de colocación de las conducciones y de compactación de la zanja).

La organización de los espacios subterráneos resulta obligada por el crecimiento de las infraestructuras y por las características técnicas de las mismas. De hecho cuando se habla de coordinar las instalaciones se da por supuesto que esta coordinación será subterránea, siendo muchas las posibilidades que se presentan en este aspecto para mejorar el rendimiento de los servicios (Arizmendi, L.J. – 1991)⁴³.

También hay que establecer criterios de posibles fases de construcción de las redes, hablamos de redes primarias y redes secundarias. Las redes secundarias derivan de una red primaria y tiene como finalidad el suministro del servicio particularizado a cada parcela,

Cuando se habla de una posible coordinación de instalaciones debe partirse de la base de que nos encontramos con dos problemas independientes: Uno es el del tendido de las distintas redes de infraestructuras técnicas sobre un terreno virgen, constituyendo una segunda posibilidad la concerniente a la actuación sobre redes de infraestructura ya existentes. Este último caso es frecuente por actualización a normativas vigentes, o insuficiencia de las redes existentes.

Para el caso de redes nuevas, que corresponden a todos los casos analizados en esta investigación, la ubicación de los servicios y de los elementos singulares se debe adoptar en base a tres criterios:

Situación de las conducciones respecto a la sección transversal:

Existen una serie de premisas a tener en cuenta en el momento de distribuir los servicios. Estas premisas son de tipo normativo y de tipo funcional:

⁴³ ARIZMENDI, Luis J. Instalaciones urbanas: Infraestructura y planeamiento.

- La red de abastecimiento de agua debe situarse por encima de las conexiones de alcantarillado de las parcelas ya que, en caso contrario, se podrán producir contaminaciones de agua potable originadas por fugas eventuales de las aguas residuales.
- El alumbrado público es el elemento más superficial y, al no tener conexiones con los espacios parcelados, debe ser colocado en la zona más próxima al bordillo. Además en esta zona es donde se sitúan los puntos de luz.
- En el caso de que exista arbolado, hay que tener en cuenta que no es aconsejable instalar ningún servicio debajo de la línea de alcorques, ya que podría quedar afectado por el crecimiento de las raíces de los árboles.
- La red telefónica tiene un grado de protección mayor que el resto de los servicios. Por este motivo, es conveniente situarla en la zona más cercana a los espacios parcelados, minimizando el riesgo de destruir los servicios durante la construcción de las cimentaciones de edificación.
- La red de baja tensión tiene la facilidad de que son cables fácilmente curvables, sin elementos auxiliares y por tanto adquiere mucha flexibilidad en el momento de tomar una decisión sobre donde situarla.
- Entre el bordillo (línea de alumbrado público) y el servicio más próximo a los espacios parcelados (línea interior del prisma telefónico), queda un espacio susceptible de un tratamiento conjunto para el resto de los servicios correspondiente al abastecimiento de agua, el gas canalizado y las conducciones eléctricas de alta tensión.
- Respecto a las conducciones de alta tensión hay que tener en cuenta que únicamente discurren por algunos viales.
- Hay que tener en cuenta que todas las redes, excepto la de alumbrado público y media tensión, están vinculadas por unas tomas más o menos frecuentes hacia el interior de los espacios parcelados. Este hecho origina una limitación importante en sentido vertical que es necesario dimensionar para evitar interferencias.
- Otro criterio importante que debe considerarse es la interferencia entre servicios diferentes en las zonas de chaflanes y cruces. Debido a la existencia de unas distancias de cruce mínimas entre los diferentes servicios, es preciso resolver de una forma especial las zonas de chaflán en las que se cruzan los diferentes servicios.

Ubicación de los elementos singulares:

Es necesario buscar una ubicación compatible de los elementos singulares, (tipo estaciones transformadoras, los cuadros de maniobra y control del alumbrado público, las cámaras telefónicas de gran dimensión, etc.), con el trazado de la red a la que pertenecen, con el entorno urbanístico, con el uso previsto de equipamientos o con el diseño de las zonas verdes de los espacios públicos en los que se instalan.

Las acometidas de servicios:

Respecto a las acometidas de los diferentes servicios a los espacios parcelados, debe aclararse la parte de la construcción que debe acabarse en la fase de urbanización primaria y los elementos que deben instalarse en la fase de urbanización secundaria. Hay que considerar la coordinación de las líneas de acometida en el sentido transversal, hacia los espacios parcelados. En este sentido se recomienda proceder de la siguiente manera (Alabern, E. - 1999)⁴⁴:

- Red de alcantarillado: Las tuberías de acometida deben construirse hasta el límite de la parcelación.
- Red de abastecimiento de agua y gas canalizado: Las mismas compañías concesionarias recomiendan no realizar ninguna conexión en la fase de urbanización primaria, debido por una parte al carácter comercial de estas redes y por otra a la facilidad de ejecución de las tomas.
- Red telefónica y red de distribución eléctrica en baja tensión: Las acometidas eléctricas en baja tensión y las acometidas telefónicas no pueden derivarse directamente desde una conducción primaria. Por el contrario, la derivación última se produce por cambio de sección a partir unas arquetas o armarios de distribución.

Además de estos condicionantes de las redes de servicios propiamente dichos, existen aquellos de los edificios que limitan las vías y los correspondientes cimientos, naturaleza y características físicas y mecánicas de los suelos.

Como norma primera de planificación es siempre deseable que la red de viales y la infraestructuras urbanas discurran juntas, o cuando menos muy próximas. Esto no siempre es posible, pero puede aceptarse como principio básico el que las canalizaciones se coloquen

⁴⁴ ALABERN I VALENTÍ and GUILMANY CASADEMON. Infraestructuras urbanas: Ejecución, inspección y control de las obras de urbanización, implantación y coordinación de les redes de servicios, secciones estructurales de firmes urbanos, actualización método MSV de costes de urbanización, p. 150.

debajo de las aceras. Ello conlleva, en numerosos casos, la necesidad del doblado de los tendidos para evitar el cruce de las calzadas con derivaciones y acometidas largas que dificultan enormemente los trabajos de reparación y reconstrucción de dichas calzadas.

Como segundo criterio, cuando el trazado de las calles sea irregular, o muy estrecho: Las conducciones puedan situarse bajo las calzadas y deben colocarse conducciones en ambas aceras para evitar excesivos cruces de calzadas de cuando el ancho de ésta sea superior a la separación media entre los elementos de acometida (arquetas, pozos, etc.), y también cuando geométricamente sea superior dicha distancia a los 21 metros⁴⁵, aunque hay recomendaciones que indican el ancho de vías superiores a 10 metros para considerar necesaria la duplicación de las conducciones.

En cuanto a la ubicación propiamente dicha de las redes, la ubicación bajo las aceras debe acompañarse siempre con la realización de las mismas en zonas de uso público, pero esto frecuentemente no es posible para la totalidad de los ramales. Debe tenerse presente que la ubicación de infraestructuras en espacios de propiedad privada no puede plantearse más que de forma excepcional y al exterior de las construcciones. En casos como el correspondiente a la red de suministro eléctrico que obliga a prever centros de transformación en edificios para demandas superiores a los 50 kVA se exige la cesión de la propiedad del local afectado y el mantenimiento de una servidumbre de acceso al mismo desde el exterior.

Se han realizado estudios sobre las exigencias espaciales, y por tanto las anchuras mínimas de las aceras, para ubicar los servicios urbanos imprescindibles. Aunque una acera de dos metros constituye un ancho mínimo, la congestión del espacio es muy grande y conlleva la imposibilidad de ampliaciones de las redes, proponiendo como medida recomendable 3,50 a 4,00 m (Arizmendi, J.L. – 1991)⁴⁶.

Por razones de falta de flexibilidad de la red para adaptarse a los giros y encuentros en esquina de las conducciones, es muy frecuente que las redes de alcantarillado, ya sean unitarias o separativas, se coloquen debajo de la calzada y centradas bajo la misma ya que, bien realizadas y ejecutadas plantean muy pocos problemas de reparaciones.

⁴⁵ España. Dirección General de la Vivienda, Arquitectura y Urbanismo. NTE. Normas tecnológicas de la Edificación: Instalaciones (2 parte), p. 519.

⁴⁶ ARIZMENDI. Instalaciones urbanas: Infraestructura y planeamiento.

En las Figuras núm. 6-16, 6-17, 6-18 se puede apreciar las exigencias dimensionales de aceras necesarias para posibilitar el correcto abastecimiento de los servicios, en función de las distintas anchuras de vías. Resulta evidente que, desde un punto de vista estricto en cuanto al abastecimiento se refiere, las correspondientes a las calles colectoras y locales deberían ser similares a las indicadas para las vías arteriales (excepto naturalmente, en el dimensionado intrínseco de las mismas), por ser iguales los servicios suministrados. Por otra parte las necesidades de espacio para las redes de servicios van en aumento ya que cada vez las necesidades son superiores.

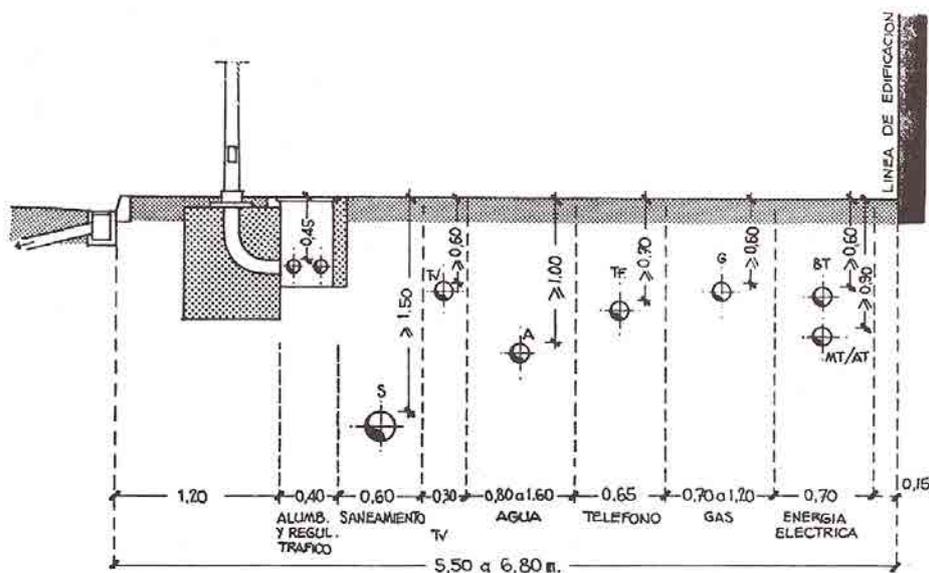


Figura núm. 6-16: Disposición de redes de servicios en aceras de 5'50 a 6'80 m.⁴⁷

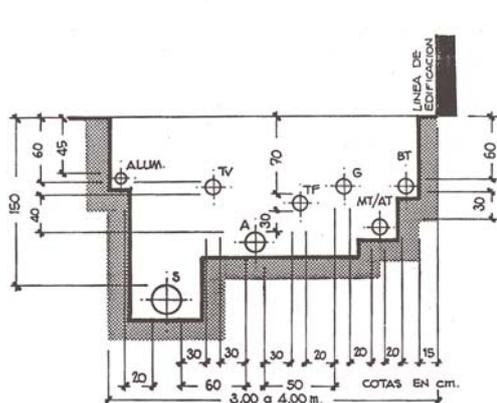


Figura núm. 6-17: Disposición de redes de servicios en aceras de 3'00 a 4'00 m.⁴⁸

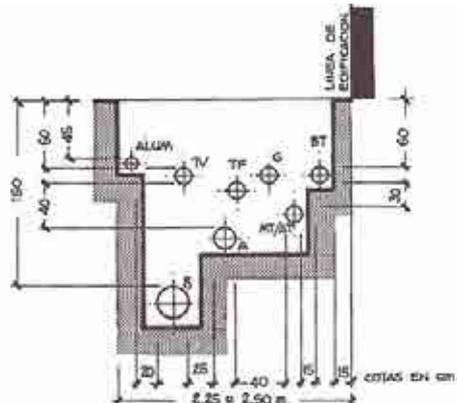


Figura núm. 6-18: Disposición de redes de servicios en aceras de 2'25 a 2'50 m.³⁸

⁴⁷ Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Guía para la redacción de proyectos de urbanización, p. 327.

⁴⁸ ARIZMENDI. Instalaciones urbanas: Infraestructura y planeamiento.

Naturalmente estas secciones tipo solamente nos marcan unas indicaciones y las dimensiones finales responden, lógicamente, al número de habitantes de la zona servida y por tanto a las dimensiones de las canalizaciones respectivas por lo cual los datos de ocupación finales son variables en función de los consumos.

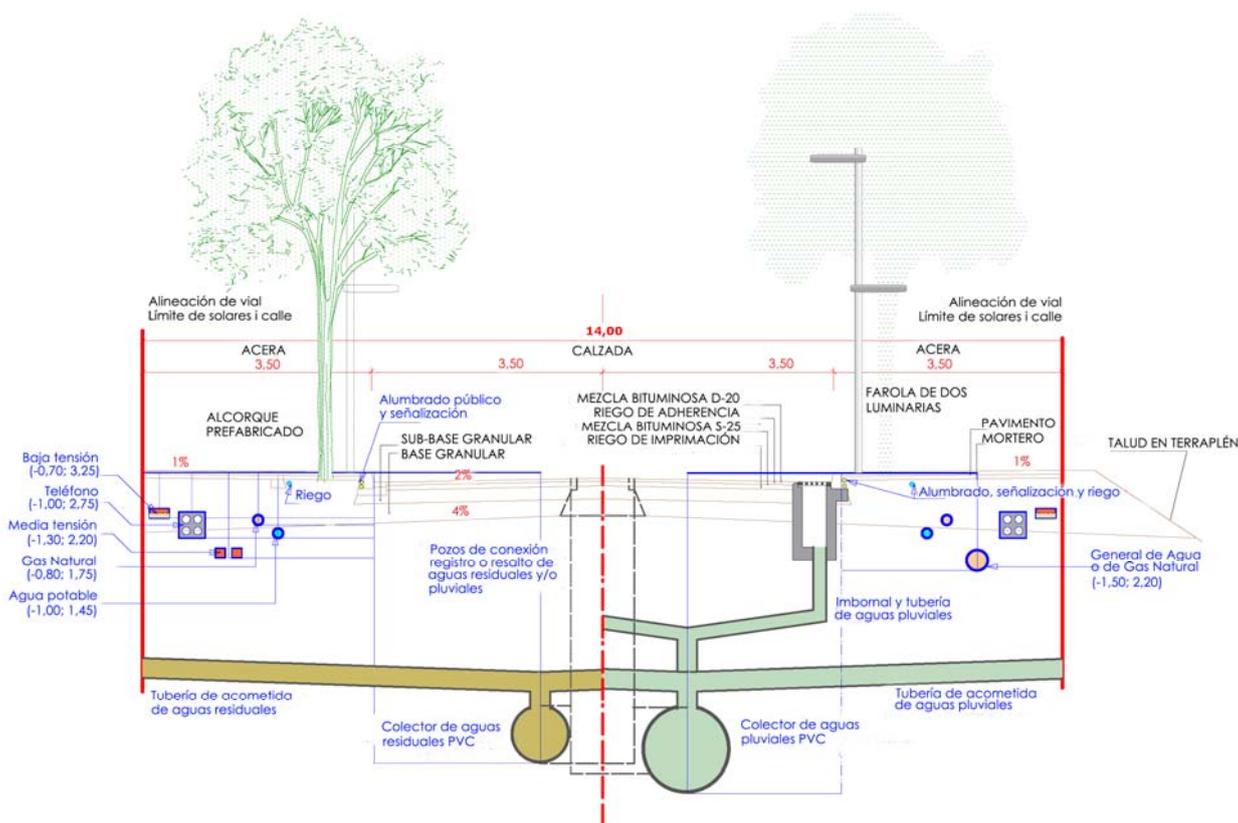


Figura núm. 6-19: Sección tipo de una calle, con sistema de alcantarillado separando aguas residuales de las de lluvia. Incluye servicios de agua potable, electricidad en media y baja tensión, gas natural, telefonía, alumbrado público, arbolado y riego⁴⁹.

Por último y a este respecto, se indica una técnica combinada que consiste en la previsión de una de las aceras reducidas al mínimo estricto de 1,2 m, en función de las necesidades de circulación de los peatones y, concretamente de minusválidos, reservando la acera opuesta con dimensiones adecuadas para la ubicación de las distintas redes.

Como indicación de un orden de posicionamiento de las infraestructuras urbanas en función de su proximidad con respecto a la línea de fachadas, se puede establecer el siguiente criterio:

⁴⁹ ALABERN I VALENTÍ, Eduard and GULEMANY CASADEMON, Carles. Implantació i coordinació dels serveis en l'execució de les obres d'urbanització: Fitxer d'informació i fitxer de formalització, annex II.

1. Canalizaciones de telecomunicación.
2. Transporte de energía eléctrica en alta y baja tensión.
3. Red de gas natural o ciudad.
4. Abastecimiento de agua o incendios.
5. Canalizaciones de calefacción uni o multitubulares.
6. Canalizaciones de saneamiento.
7. Alumbrado y regulación de tráfico.

Todas ellas deben agruparse respondiendo a los criterios tradicionales de alejar de las fachadas los conductos de gas como medida de precaución por las explosiones, eliminación de toda posible contaminación entre aguas usadas y de abastecimiento y separación de un mínimo de 1,20 m de las canalizaciones eléctricas de las fachadas para permitir la curvatura normal de los cables de acometidas.

En cuanto a profundidad se refiere, debe evitarse la superposición vertical de las conducciones para que una posible rotura (siendo el caso más frecuente el de las fugas de agua), puede afectar a las restantes mediante asientos, cortacircuitos, etc. Por ello, las de abastecimiento de agua deben mantenerse bajo las restantes y a una profundidad mínima de 1'00 metro por razones de posibles congelaciones del líquido que conducen. Las situadas a un nivel más inferior serán las de evacuación de aguas, mientras que las eléctricas y de alumbrado lo más superficial posible fundamentalmente por su poca fragilidad frente a los impactos y vibraciones debido al tráfico.

La NTF-IFA⁵⁰ indica como distancias mínimas medidas entre generatrices exteriores en ambas conducciones los valores siguientes:

Instalación	Separación horizontal	Separación vertical
Alcantarillado	60 cm	50 cm
Gas	50 cm	50 cm
Electricidad alta tensión	30 cm	30 cm
Electricidad baja tensión	20 cm	20 cm
Telefonía	30 cm	-

Tabla núm. 6-5: Distancias mínimas de separación entre conducciones según NTE-IFA⁵¹.

⁵⁰ Normas Tecnológicas de la Edificación: Instalaciones de Fontanería Abastecimiento. Separación con otras instalaciones.

⁵¹ Se pueden aceptar distancias menores, siempre que se dispongan protecciones especiales.

Además hay que considerar que la disposición debe tener en cuenta tanto los posibles daños a las fachadas como los que puedan producir fundamentalmente el arbolado en las mismas, por lo cual la trama de las raíces y la naturaleza del propio arbolado puede cuestionar considerablemente el tendido de la red y dificultar en gran manera el problema de la posible inspección, reparación, etc., de la misma. También lo contrario puede suceder y muchos árboles se han secado debido a pequeños escapes de gas y falta de espacio tanto respecto hacia la calzada como hacia las fachadas. Cuando existen plantaciones de árboles y en función de las especies elegidas son necesarias dimensiones de aceras del orden de los 7'00 metros.

En general, puede decirse que los cruces de las redes de infraestructura con carreteras y ferrocarriles rara vez impiden un trazado pero sí producen aumentos del coste por la necesidad de unas obras complementarias de protección y por la alteración que producen en el ritmo de tendido de construcción que se ralentiza e incluye la necesidad de incorporación al trabajo de utillaje e incluso personal específico. Resulta por ello ventajoso, con la excepción de los ferrocarriles electrificados, disponer las conducciones en paralelismo con las vías de comunicación donde, debido a la existencia de servidumbres permanentes, son menores los problemas y más cómodo el acceso a los equipos de mantenimiento tanto para el examen como para las posibles reparaciones que puedan plantearse.

Entre el elevado número de casos diferentes de implantación que pueden producirse en función del también alto número de variables de referencia, se eligen como parámetros de referencia válidos, los que se derivan de considerar variaciones de: Anchura de la acera, existencia o no de arbolado y, número y tipo de servicios a instalar (Alabern, E. – 1999)⁵².

La anchura de la acera:

Es difícil hablar de coordinación entre los diferentes tipos de servicios para anchuras de aceras menores de 2 m. En este caso es imposible cumplir las normativas ni siquiera en la hipótesis de tener que instalar servicios mínimos (agua y electricidad), a menos que se urbanice fuera de todas las recomendaciones.

Existencia o no de arbolado:

Es un parámetro que incide directamente, debido al consumo de espacio de acera que supone. Cuando existe arbolado hay que construir una línea de alcorques en las aceras, para la

⁵² ALABERN I VALENTÍ and GUILMANY CASADEMON. Infraestructuras urbanas: Ejecución, inspección y control de las obras de urbanización, implantación y coordinación de les redes de servicios, secciones estructurales de firmes urbanos, actualización método MSV de costes de urbanización, p. 322.

plantación de los elementos de jardinería que son incompatibles con cualquier línea de servicios debido al crecimiento en profundidad de los árboles.

Número y tipos de servicios:

Uno de los factores que condicionan más la implantación de los servicios es el número y tipo de los mismos que debe considerarse en cada caso particular. Una vez se han analizado las peculiaridades de cada uno de los servicios, se pueden estudiar todos los condicionamientos que pueden producirse.

La solución que parece ideal, es la de las galerías de servicios visitables, especialmente si la red es importante, en al menos, determinados tramos estratégicos de la misma. La solución de los canales técnicos, variante de la anterior, no ha sido suficientemente satisfactoria debido en parte a cierta fragilidad y ligereza en su ejecución y por otra a que se limitan a las redes de telecomunicación y eléctricas por lo cual su uso ha quedado reducido al interior de las construcciones (Arizmendi, J.L. – 1990)⁵³.

Las galerías de servicios son obras destinadas a alojar todas las conducciones de fluidos correspondientes a los distintos servicios de una calle. Su deseabilidad, que es evidente, tiene sin embargo, que ser estudiada cuidadosamente, por las distintas dificultades y limitaciones que han de afrontarse (Domènech, J.M. – 1996)⁵⁴.

En cuanto a aspectos negativos, se puede resaltar:

- Las canalizaciones de distribución de gas, por el peligro más o menos grande de una explosión, ya que sin la ventilación ese peligro es muy poco temible, son conducciones cuya instalación debe evitarse realizándose su tendido exteriormente y paralelo a la galería. En el caso de que se incluya un tendido de gas en la misma, además de la ventilación, debe incluirse la tubería en una vaina de protección de la conducción lo cual encarece extraordinariamente la misma.
- Las tuberías de calefacción, si su aislamiento térmico no es suficiente, pueden elevar la temperatura en la galería más de lo deseable para las conducciones de agua.

⁵³ ARIZMENDI BARNES, Luis J. Instalaciones urbanas: Infraestructura y planeamiento.

⁵⁴ DOMÈNECH I MAS, Josep M. and BATLLE GIRONA, Modest. Planificació i ordenació dels serveis al subsòl urbà.

- Las tuberías de saneamiento, por las pendientes a mantener siempre decrecientes para mantener la circulación por gravedad, suelen constituir otra dificultad, si la pendiente natural de la calle donde se proyecta la galería, es muy distinta e incluso opuesta. En el caso de terrenos rocosos o muy compactos se imponen excavaciones en ciertos puntos de gran profundidad lo cual dificulta y encarece su construcción.
- El peligro de sabotajes, que conseguirían paralizar la vida de un barrio entero, es algo también a tener en cuenta.
- La dificultad de poner de acuerdo a todas las entidades distribuidoras de los distintos fluidos, exige por parte del municipio unas Ordenanzas bien estudiadas, que no lesionen los intereses de esas compañías, dadas las diferencias en tiempo del tendido de unas u otras.
- Son necesarios accesos y pozos de aireación cada determinada distancia para facilitar el acceso al personal, lo cual encarece considerablemente las mismas debido tanto a la realización material de los mismos como a los aumentos de superficie exigidos. Las soluciones mediante prefabricación pesada resultan más rápidas de ejecución a un coste muy elevado.
- Aunque las galerías bien realizadas no deben ser atacadas por las raíces de los árboles, una medida de precaución siempre aconsejable es la de mantener una separación entre la galería y los troncos de 1,5 metros como mínimo, con la exigencia espacial correspondiente.

Los aspectos positivos de las galerías de servicios son más importantes que las dificultades expuestas anteriormente:

- Las reparaciones no obligan a levantar el pavimento de las vías públicas, ya que estas se realizan en el interior de las galerías.
- Mejor conservación y duración de las canalizaciones y de previsión de averías, ya que en las galerías, por una parte, las conducciones no sufren el efecto de la corrosión tan agudamente y, por otra, su constante observación hace posible una previsión eficaz de averías.
- En caso de llegar a producirse una avería por rotura u otras causas, su detección es inmediata y los perjuicios originados mínimos. También es más fácil la reparación de las mismas, al tener acceso directo a los puntos de fugas con equipos adecuados, ya que

existen galerías con carriles para pequeños vagones especiales destinados a estos casos, o incluso, sistemas robotizados con autómatas móviles para determinados tipos de averías.

- Higiénicamente se impiden contaminaciones, especialmente para los servicios de agua que pueden ser afectadas por los diferentes tipos de terrenos aumentando considerablemente la calidad del suministro.
- Se economiza un importante espacio en los núcleos urbanos lo cual es un factor de importancia creciente debido a los problemas de congestión del suelo además de que se eliminan todas las operaciones en las vías públicas.
- Las posibilidades de ampliación son muy grandes permitiendo tanto la instalación de nuevas redes como mejora de las existentes.

Cabe reseñar la creciente sensibilización de los organismos públicos acerca del valor económico del subsuelo, que en un futuro puede impulsar con fuerza el uso de las galerías de servicio. La rentabilidad económica de la galería de servicios va creciendo con el transcurso del tiempo, al permitir el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo mucho menos costoso, aunque, en su contra muestra un coste inicial mayor que el enterramiento tradicional (Cano, J.J. – 2012)⁵⁵.

Pocos proyectos tratan con la suficiente profundidad y rigor el tema de la implantación de los diferentes servicios en la zona de las aceras. Normalmente no se hacen perfiles longitudinales ni secciones transversales de los servicios; es usual proyectarlos de forma separada en planos diferentes, sin llegar tan siquiera a superponerlos.

Prácticamente no se ha llegado nunca a definir geométricamente la disposición de los diferentes servicios en las zonas conflictivas como por ejemplo, los chaflanes, los puntos de cruce de los distintos servicios y las secciones en las que aparecen arquetas, cámaras u otros elementos singulares.

Recomendaciones para la coordinación de servicios en el proceso de diseño:

Se puede establecer un proceso lógico que debe seguirse para diseñar una red de servicios que se incorpora a un proyecto de urbanización (Alabert, E – 1989)⁵⁶ :

⁵⁵ CANO HURTADO, Juan J. Coordinación en ingeniería urbana: La galería de servicio.

⁵⁶ ALABERN I VALENTÍ, Eduard and GUILLEMANY CASADEMON, Carles. Implantació i coordinació dels serveis en l'execució de les obres d'urbanització: Fitxer d'informació i fitxer de formalització, p. 56.

1. Proyectar todas las redes de forma independiente obteniendo las plantas de todos los servicios junto con la situación de los elementos singulares y el perfil longitudinal (cotas) de la red de alcantarillado.
2. Superponer en un plano único todas las plantas de servicios obtenidas.
3. A partir de las anchuras de aceras, la existencia o no de arbolado y el número y tipo de servicios, situar cada caso de implantación dentro de la casuística. Cuando se halle una sección incompatible, hay que intentar proyectar trazados alternativos.
4. Análisis del tipo de edificación, comprobando todas las acometidas precisas y la posible necesidad de implantar algún servicio en la fase de urbanización secundaria.
5. En función de las secciones debe obtenerse la cota de cada acometida del alcantarillado en la zona límite entre el espacio público y el espacio parcelado. Esta cota, junto con la longitud y la pendiente del tramo de acometida, determinará la profundidad a la que debe instalarse el colector principal del alcantarillado.
6. Análisis de todos los chaflanes a partir del plano que incluye todas las redes superpuestas, lo cual permitirá la ubicación exacta de todos los elementos singulares.
7. A partir del estudio de cada chaflán y del análisis de los servicios que se cruzan en cada zona, se calculan todas las cotas de los cruces de vial bajo calzada.
8. Redimensionado, si es necesario, de las pendientes, diámetros de los colectores y cotas de la red de alcantarillado, teniendo en cuenta los posibles puntos de conflicto que pueden suponer los cruces.
9. Buscar la conformidad de cada compañía concesionaria de servicios respecto al diseño de la red correspondiente.

Únicamente cuando se han desarrollado correctamente las operaciones anteriores, podrá afirmarse que la implantación de servicios está totalmente definida. Si no se han estudiado detenidamente todos los puntos anteriores puede asegurarse que se producirán problemas de ejecución.



CAPÍTULO 7

7. CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD APLICADOS A LA URBANIZACIÓN DE ÁREAS PRODUCTIVAS

7.1. INTRODUCCIÓN

7.2. REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE LLUVIA

7.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

7.3.1. Energía solar fotovoltaica.

7.3.2. Energía eólica.

7.3.3. Smart Grid.

7.4. LA URBÓTICA

7.4.1. Distribución de agua potable.

7.4.2. Evacuación de aguas.

7.4.3. Suministro de energía eléctrica.

7.4.4. Alumbrado público.

7.4.5. Telecomunicaciones.

7.4.6. Abastecimiento de gas.

7.4.7. Proyecto "Open Meter".

7.5. EL CONCEPTO "SMART CITY" APLICADO A LAS ÁREAS PRODUCTIVAS



7. CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD APLICADOS A LA URBANIZACIÓN DE ÁREAS PRODUCTIVAS

7.1. INTRODUCCIÓN

En materia de urbanización, la concepción de la urbanización de las áreas productivas ha avanzado poco desde su implantación masiva a finales del siglo XIX. Es cierto que se ha incrementado enormemente la disponibilidad de tecnología aplicada en ellas, pero los ingenieros de cada especialidad (de tráfico, de iluminación, de aguas, de electricidad, de drenaje, etc.) continúan dimensionándolas como cosas independientes, sin interrelación entre ellas, con sus lógicas internas de cálculo y dimensionado.

Además, el incremento del nivel de vida se ha traducido en mayores exigencias normativas, que provocan un dimensionado siempre con criterios de la máxima sollicitación posible en punta; para el día que se espera llueva más en un dilatado espacio de tiempo (periodo de retronó), para la simultaneidad de consumos de todos los usuarios, para iluminar toda la noche y todos los espacios.

Se producen así unas infraestructuras que a menudo, no son funcionales en el momento en que no se produce esa sollicitación de punta; la mayor parte de los días del año, cuando la sollicitación está muy por debajo de los requerimientos que sirvieron para el dimensionado, no funcionan precisamente por no alcanzar aquel nivel de sollicitación.

El ejemplo más claro son las alcantarillas unitarias construidas para una sollicitación en punta derivada de unos volúmenes de lluvia que normalmente no se producen más que esporádicamente; durante la mayoría del tiempo tan solo circulan por ella aguas negras que no alcanzan velocidad mínimas de circulación. Lo que posibilita depósitos de arrastres que restan capacidad al conducto en días de lluvia torrencial; es claro que existen soluciones técnicas para paliar estos fenómenos, pero implican sobrecostes de implantación o de mantenimiento que podrían evitarse con otra concepción del drenaje de las precipitaciones.

Análogas consideraciones podrían plantearse para canalizaciones de torrentes con criterios de máxima avenida en periodos de retorno de 500 años, que además de crear verdaderas barreras en el territorio, devienen a menudo en vertederos de basuras que les restan capacidad el día de producción de aquella. O sobre estaciones de tratamiento de aguas negras, dimensionadas para un caudal que se produce pocas veces, dando origen al anquilosamiento de sus mecanismos e instalaciones y siendo inundadas y desbordadas en sollicitaciones extraordinarias.

La misma tecnología del drenaje y saneamiento está llena de instalaciones de dudosa eficacia que se resolverían mejor teniendo en cuenta estas interrelaciones. Los tubos de aguas negras confían su limpieza o a cámaras de descarga que frecuentemente están estropeadas por falta de mantenimiento, o a tratamientos esporádicos con manguera a presión; y mientras, las redes de distribución de agua potable tienen descargas periódicas de mantenimiento que se pierden en cauces y tubos de drenaje. Las redes de riego utilizan instalaciones sofisticadas (programadores, gota a gota, etc.) de difícil mantenimiento sin que se aprovechen las aguas de lluvia para el riego, simplemente conectando entre sí los alcorques de arbolado a lo largo de las calles; o se requiere de duplicidad de trazados de sus redes con las de abastecimiento de aguas porque se les dota de contadores diferenciados, en un exceso de ello sobre el consumo en redes, que, por otra parte, tienen elevadas pérdidas de agua.

Las consecuencias son muchas, y todas ellas teñidas de despilfarro y de una inconsciente ignorancia de su alto coste en términos económicos y ecológicos. En definitiva, se ha caminado hacia un urbanismo contrario a los preceptos que marca el concepto de la sostenibilidad.

Consideraciones similares podrían plantearse para cada uno de los servicios. Redes de distribución eléctrica sobre las que las compañías, acogidas a los reglamentos normativos, exigen dejar construidas con las acometidas a solares, dejando de ser operativas por substracción o por vandalismo en sus elementos.

En general, puede decirse que sobre la distribución de servicios urbanísticos pesan los dictados de las compañías suministradoras, cuyos criterios de dimensionado son a menudo desmesurados (para garantizarse economías de escala y ámbitos de comercialización en el futuro), máxime en un contexto en que su instalación la pagan los agentes comercializadores y se transmite al precio final de la edificación. Sus normativas técnicas, vistas en forma sectorial, implican dimensionar para puntas desmesuradas, con potencias y estándares de consumo que solo se alcanzan en determinados y escasos supuestos y con ocupación no medidas del subsuelo del espacio público. De ahí la creciente reivindicación municipal sobre la gestión y titularidad del subsuelo.

En general no ha existido una cultura municipal capaz de producir su propia normativa de adaptación de los requerimientos de los servicios técnicos a las condiciones del entorno concreto. Las normativas de referencia han sido producidas en nuestro país desde los estamentos ministeriales, desde perspectivas claramente de funcionamiento interno de cada red, y se han trasladado con muy poco sentido crítico al ámbito local.

Los técnicos redactores de proyectos de urbanización, destinan la mayoría de su esfuerzo a la composición del espacio superficial, a su definición geométrica, a la resolución de los problemas de drenaje, y como mucho a la disposición del arbolado y los báculos de iluminación desde la perspectiva de su colaboración a la ordenación formal del espacio. Sobre el resto se recurre a la utilización de catálogos de firmes, de carreteras para las calzadas y de los fabricantes para la pavimentación, y a pedir a las distintas compañías suministradoras el diseño de sus redes subterráneas, no la información y el consejo, sino decididamente el proyecto. La posterior recepción por ellas de las redes construidas lleva ineludiblemente a esta práctica.

Se pueden establecer posibles interrelaciones entre servicios a fin de maximizar su eficacia y contribuir a la mejora de la sostenibilidad de la urbanización, destacando por su aceptación (Herce, M. – 2006)¹:

- Soluciones que relacionen los pavimentos porosos con la humedad del suelo y la arborización urbana.
- Recogida de aguas de lluvia en superficies y creación de alcorques continuos con alimentación desde ellas.

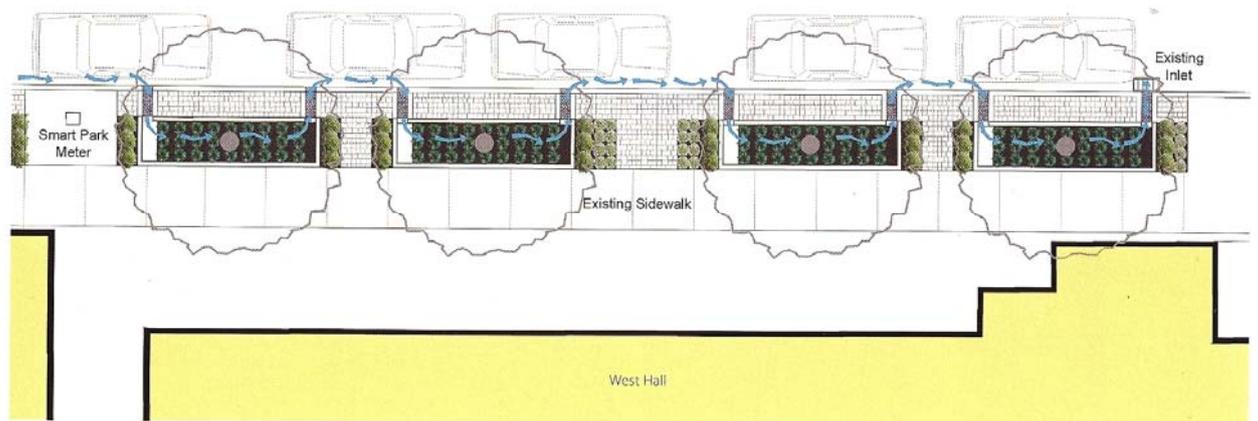


Figura núm. 7-1: Propuesta de sistema de drenaje en SW 12th Avenue Green Street, Portland, Oregon².

¹ HERCE, Manuel and MIRÓ FARRERONS, Joan. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 139.

² MARGOLIS, Liat and ROBINSON, Alexander. Living systems: Innovative materials and technologies for landscape architecture, p. 70.



Figura núm. 7-2: Alcorques continuos en SW 12th Avenue Green Street, Portland, Oregon³.

- Lagunas de recogida de drenaje para riego, incluso la creación de humedades de depuración de vertidos.



Figura núm. 7-3: Laguna de recogida de drenaje en el distrito de Kronsberg, Hannover⁴.

- Ahorro energético con niveles de iluminación diferenciados por espacios y horas, con uso de energías alternativas.
- Tecnificación de las redes, a fin de mejorar la prestación de los servicios urbanos y la sostenibilidad social y medioambiental de estos servicios

A las anteriores propuestas se podría sumar alguna más como las implantadas en el distrito urbano de Kronsberg⁵ (Hannover):

³ Portland Bureau of Environmental Services, City of Portland, Oregon.

⁴ RUMMING, Karin. Desarrollo urbano sostenible bajo el ejemplo representativo ecológico de la nueva urbanización de Kronsberg.

⁵ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía and Geohabitat. *Manual de diseño. la ciudad sostenible*, p. 3.

- Implantación de un sistema eficaz de gestión de residuos urbanos.
- Creación y aplicación efectiva de normativas ecológicas en la gestión de escombros como de materiales de obra.
- Instalación de sistemas centralizados de cogeneración, energía y calefacción con integración efectiva de sistemas de energía solar y eólico.

El distrito de Kronsberg, construido a raíz de la Expo 2000 de Hannover, fue construido según los últimos conocimientos sobre edificación ecológica y hábitat en el sentido del Programa 21⁶. A nivel energético a representado un ahorro de emisiones de CO₂, prácticamente de un 80 % por habitante, a partir de los criterios implantados en su diseño, tanto en la planificación e infraestructuras urbanas, como con las posteriores edificaciones. A nivel energético se instalaron tres aerogeneradores con una capacidad eléctrica total de 3'6 MW y dos plantas de cogeneración alimentadas con gas natural que generan la energía para la calefacción y agua caliente local del distrito.



Figura núm. 7-4: Zona de construcción del distrito de Kronsberg⁷

⁶ Programa 21: Acuerdo de las Naciones Unidas (ONU) para promover el desarrollo sostenible, aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), que se reunió en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992. Este acuerdo se firmó junto con la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y la Declaración de principios relativos a los bosques. El Programa es un plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local, por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las que ocurren impactos humanos sobre el medio ambiente.

⁷ RUMMING, Karin. Desarrollo urbano sostenible bajo el ejemplo representativo ecológico de la nueva urbanización de Kronsberg.

Desgraciadamente no se encuentran ejemplos similares aplicados a áreas productivas, si no entramos en el concepto de los parques industriales ecológicos, o parques ecoindustriales, que están emergiendo para experimentar e implementar la ecología industrial.

Similares en algunos aspectos a las áreas productivas comunes y corrientes, los ecoparques están diseñados, para permitir a las empresas compartir infraestructuras, para mejorar la producción y minimizar costos.

El elemento distintivo de los parques industriales ecológicos es el uso de diseño ecológico, promoviendo la colaboración entre firmas, para gestionar asuntos medioambientales y energéticos. En la conservación del ambiente de un parque industrial ecológico, tanto en la gestión de la producción de las compañías, como en la gestión del mantenimiento general del parque, se trabaja de manera conjunta, siguiendo principios de sistemas naturales a través de ciclos de recursos, funcionamiento dentro de restricciones de los ecosistemas locales y globales, y la optimización del uso de energía (Cervantes, G. - 2007)¹⁰.

Los parques ecoindustriales ofrecen a las firmas la oportunidad de mejorar cooperativamente tanto los resultados medioambientales como los económicos a través de mejoras de eficiencia, minimización de desechos, desarrollo de innovación y tecnología, acceso a nuevos mercados, planificación estratégica, y atracción de financiamiento e inversión. El beneficio colectivo es superior a la suma de los beneficios individuales que obtendrían cada una de las compañías si trabajaran de forma independiente.

El ejemplo Danés

A 75 millas al Este de Copenhague se encuentra Kalundborg, ciudad que posee una pequeña zona industrial al margen de la costa Danesa. Allí nació hace 25 años y sin planificación previa alguna una red de intercambio de residuos, que durante los últimos años fue imitada en numerosas partes del mundo.

El mayor logro del parque ecoindustrial de Kalundborg fue el entender que ciudad y región son una propiedad común. Tanto los ciudadanos, como sus industrias han sido grandes consumidores de reservas naturales, y por esta razón ambos tomaron el liderazgo para estructurar compañías simbióticas. Preocupados por el calentamiento global y la extinción de

¹⁰ CERVANTES TORRE-MARÍN, Gemma. Ecología Industrial.

recursos hídricos, marcaron un derrotero para un camino estructural del sistema industrial (Pinzón, A. - 2009)¹¹.

En principio cuatro empresas y el municipio, tratando de reducir sus costos y cumplir los reglamentos establecidos, buscaron nuevas formas de gestionar sus residuos y de utilizar el agua potable de manera eficiente¹².

El sistema o parque de simbiosis industrial de Kalundborg está constituido principalmente por cinco integrantes:

- Asnaes es la mayor central eléctrica de Dinamarca, alimentada por carbón, con una capacidad de 1500 Megavatios.
- Statoil es la mayor refinería de petróleo de Dinamarca, con una capacidad de 3,2 millones de toneladas procesadas/año.
- Gyproc fabrica placas de yeso para la construcción, con una producción anual es de 14 millones de m².
- Novo Nordisk elabora productos farmacéuticos.
- El municipio de Kalundborg provee calefacción a sus 20.000 residentes y suministra agua a las casas y empresas de la localidad.

El sistema de simbiosis industrial se inicia cuando Gyproc decide instalar su fábrica en Kalundborg, con el fin de reducir sus costes de producción a través de la explotación del gas excedente que Statoil quemaba. A partir de este hecho las empresas empiezan a relacionarse al ver las posibilidades económicas y ambientales después de ser producidos estos intercambios.

La planta de Asnaes en un principio se proveía de agua mediante perforaciones de napa subterránea para su producción de energía. Luego en 1976, modifica su sistema de abastecimiento, al combinar en su consumo, agua proveniente del lago de Tisso junto con agua de refrigeración y residuos de la refinería de Statoil. Además Asnaes ha comenzado a reutilizar sus propios residuos líquidos, evitando en un 100 % el uso de agua proveniente de recursos subterráneos.

¹¹ PINZÓN LATORRE, Andrés. La simbiosis industrial en Kalundborg, Dinamarca, p. 155-161.

¹² Kalundborg posee un stress hídrico importante en lo que se refiere a agua subterránea, por lo que las grandes corporaciones industriales debieron prever el uso que hacían de ésta.

La central eléctrica Asnaes también traspasa los picos de energía excedentes a la red de calefacción central, evitando la contaminación que provocarían los aproximadamente 3500 sistemas de calefacciones individuales a los que reemplaza. La colaboración y comunicación entre la empresa y la comunidad permitió reducir, en un 80 %, los desechos energéticos que produce la empresa y a la vez proveer calefacción a un bajo costo a la comunidad.

Asimismo la empresa Asnaes distribuye unas 400.000 toneladas de vapor que son bombeadas a Statoil y Novo Nordisk. También esta industria construyó una piscifactoría en la que se calienta agua con los excedentes de energía.

Un total de 170.000 toneladas de cenizas que Asnaes produce por año son reutilizadas para fabricar cemento y otros pavimentos, la empresa receptora es Aalborg Pórtland ubicada en las afueras de Kalundborg. Por último Asnaes recibe gas excedente del refinado de petróleo que le permitió reducir su consumo de carbón en un 2 % (30.000 toneladas/año) bajando la emisión de gases de efecto invernadero.

La empresa Gyproc también se beneficia del reaprovechamiento de residuos al recibir parte del gas excedente que antes quemaba Statoil, reduciendo en un 90-95 % el consumo de petróleo. Con esta implementación logro minimizar considerablemente la emisión de gases que incrementan el efecto invernadero. Además utiliza 80.000 toneladas al año de Gypsum para fabricar planchas de yeso, el cual es un producto residual que se obtiene cuando se realiza la desulfuración de las emisiones proveniente de la central eléctrica Asnaes, reduciendo así sus costes de producción.

Por su parte la fábrica Novo Nordisk produce insulina y enzimas industriales. Los fangos residuales provenientes de la etapa de fermentación son reutilizados debido a los elevados niveles de fósforo y nitrógeno que poseen. Luego de un tratamiento con cal y calor la biomasa se convierte en fertilizante (1,5 millones de m²/año), el cual se distribuye a los agricultores locales.

El único elemento o producto que es facilitado gratuitamente es el fertilizante que suministra Novo Nordisk a los agricultores locales, el resto de los desechos en Kalundborg se vende. Los contratos se gestionan de forma bilateral poniendo mayor énfasis en que los beneficios se den para ambas partes.

La planta eléctrica redujo en un 60 % su consumo de agua al emplear agua superficial del lago cercano y el agua tratada de la refinería. Posteriormente, la planta misma recicló sus aguas de desecho y redujo en un 50 % el consumo del agua proveniente del lago Tisso.

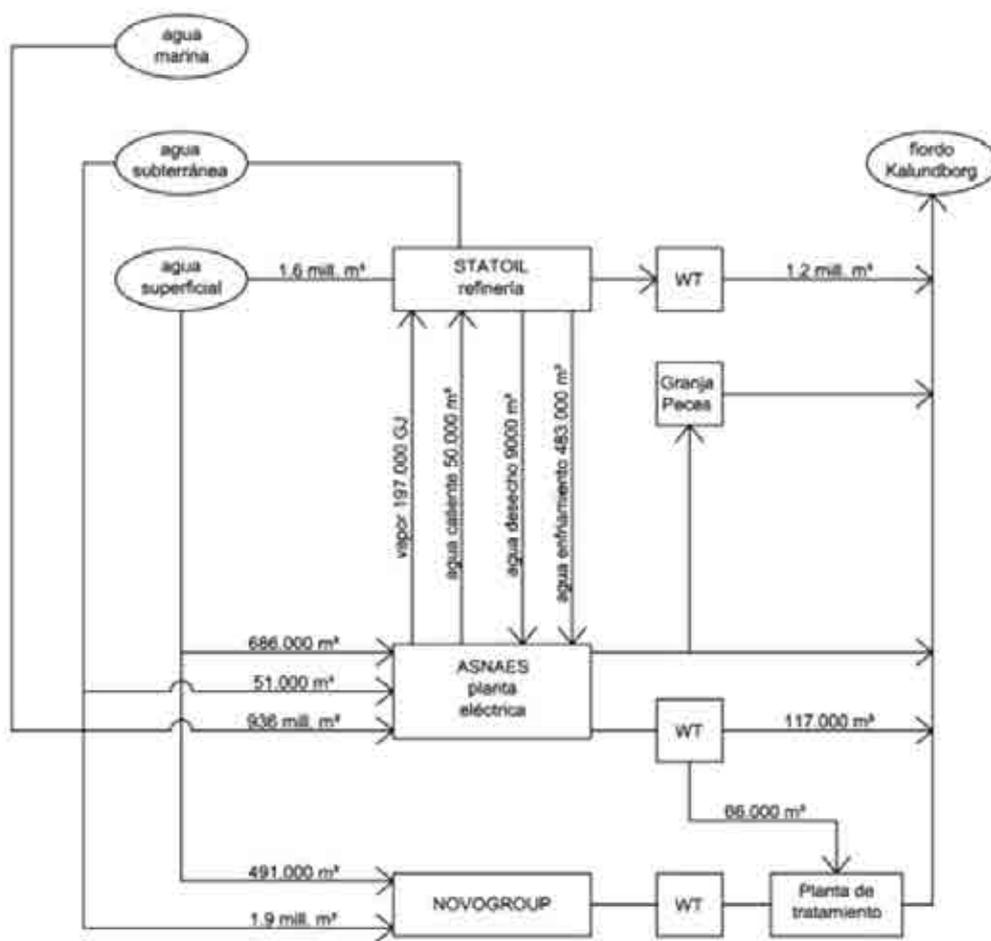


Figura núm. 7-7: Simbiosis Industrial del flujo de agua en Kalundborg ($m^3/año$)¹³

En el sentido de la presente investigación, es interesante el estudio del estado del arte y de experiencias desarrolladas, en los ámbitos de la reutilización de las aguas de lluvia, la generación de energía renovable y la aplicación de la tecnología a las redes de infraestructuras. Estos tres conceptos nos permitirán sentar las bases para un desarrollo urbanístico sostenible de las áreas productivas, tanto las existentes como las de nueva implantación (Comisión de las Comunidades Europeas - 2009)¹⁴.

¹³ PINZON, A. La simbiosis industrial en Kalumborg.

¹⁴ Comisión de les Comunidades Europeas. Fomentar un desarrollo urbano sostenible en Europa: Logros y oportunidades, p. 58.

7.2. REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE LLUVIA

Durante años la práctica habitual de drenaje urbano ha sido conducir el agua rápidamente fuera de las ciudades y las áreas desarrolladas. Los cauces urbanos han sido canalizados y las alcantarillas diseñadas para recibir toda el agua de escorrentía superficial. Fruto de estas prácticas, los ríos han perdido su riqueza natural y su capacidad de respuestas ante las crecidas, mientras que los sistemas de alcantarillado se ven incapaces de absorber la cantidad de agua adicional procedente de las zonas de nuevo desarrollo urbano (Gómez, M. - 2008)¹⁵.

Frente a estos problemas surge el drenaje urbano sostenible. El agua de lluvia que cae sobre los espacios urbanizados es susceptible de reutilización, puesto que se trata de agua no contaminada y fácil de recoger y conducir hacia el lugar escogido. Según las condiciones climáticas, puede suponer una cantidad nada despreciable y, en todos los casos, permite el máximo aprovechamiento de un recurso valioso. Esta posibilidad conlleva beneficios tanto a nivel ecológico como a nivel paisajístico, puesto que puede utilizarse como herramienta de diseño y como instrumento de integración paisajística.

Se pueden establecer algunas opciones de reaprovechamiento de las aguas pluviales, compatibles entre sí (Busquets, J. – 2007)¹⁶:

- A. **Retención sobre cubierta:** Almacenamiento del agua sobre la cubierta de la edificación.
- B. **Estanque de laminación:** Reconducción de las aguas de lluvia de un conjunto edificado hasta un espacio exterior. Requiere la impermeabilización del fondo, de manera que se asegure la retención permanente del agua, y la previsión de un sistema de evacuación cuando se supere el nivel máximo determinado.
- C. **Depósito de almacenamiento:** Almacenamiento del agua de manera que pueda ser reutilizada posteriormente para distintos usos, entre el que se encuentra el riego de las zonas verdes, con el consecuente ahorro económico que esto representa.
- D. **Infiltración superficial:** Manteniendo la dinámica natural del ciclo del agua ya que ésta es evacuada sobre suelo con capacidad de absorción, ya sea una zona verde o un espacio con pavimento permeable.

¹⁵ GÓMEZ VALENTÍN, Manuel, Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona and Universitat Politècnica de Catalunya. Curso de hidrología urbana, p. 407.

¹⁶ BUSQUETS FÀBREGAS, Jaume, et al. Buenas prácticas de paisaje: Líneas guía, p. 106.

- E. **Infiltración subterránea:** Recuperando las aguas pluviales y conduciéndolas hasta un depósito subterráneo formado por un material de gravas, para lograr la filtración total del agua en el terreno. Este sistema permite la recarga de las aguas freáticas y supone una mejora ambiental del territorio.
- F. **Evacuación sobre un curso fluvial:** Reconducción del agua directamente a un curso fluvial existente y, por lo tanto, alimentar ríos, arroyos o torrentes cercano.

En la siguiente imagen se muestran las distintas soluciones planteadas:

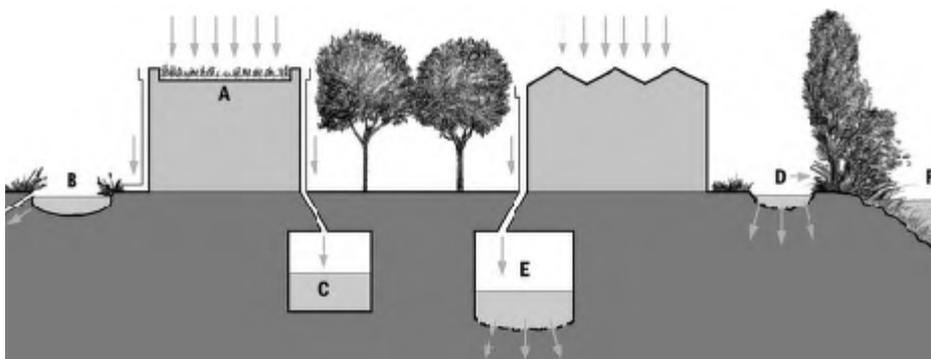


Figura núm. 7-8: Esquema de reaprovechamiento de las aguas de lluvia¹⁷.

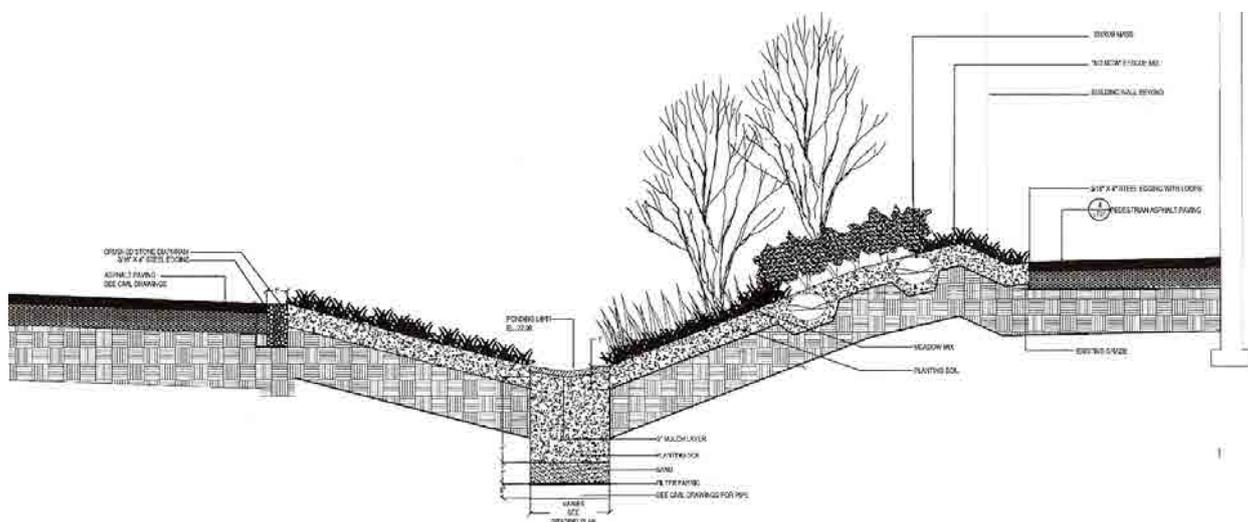
En cuanto a la infiltración superficial que es el caso que en esta investigación tiene un mayor interés por la aplicabilidad que puede aportar a las áreas productivas, se pueden plantear distintas soluciones técnicas (Perales, S. – 2007)¹⁸:

- Superficies permeables: Sistemas constituidos por un volumen de material permeable situado bajo una superficie que permite el paso del agua pudiendo tratarse de: Césped, grava, pavimentos de bloques impermeables con huecos rellenos de césped o grava, pavimento de bloques porosos etc.
- Zanjas y depósitos de infiltración: Perforaciones y trincheras rellenas de material granular que sirven para recoger y almacenar el agua de escorrentía hasta que se produce la infiltración de la misma al terreno natural.

¹⁷ BUSQUETS FÀBREGAS, Jaume, et al. Buenas prácticas de paisaje: Líneas guía, p. 107.

¹⁸ PERALES MOMPARNER, Sara, and ANDRÉS-DOMÉNECH, Ignacio. Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de lluvia.

- Drenes filtrantes: Zanjas recubiertas de geotextil y rellenas de grava dentro de las cuales circula el agua que proviene directamente de las superficies de drenaje de una tubería de aportación.
- Estanques de retención: Depresiones de terreno que contienen un cierto volumen de agua en todo momento.
- Humedales: Superficies amplias de agua construidas artificialmente, con poca profundidad y vegetación propia de pantanos y zonas húmedas.



*Figura núm. 7-9: Propuesta de sistema de drenaje en zanja en Harvard University, Cambridge, Massachusetts*¹⁹

Cualquier tipo de pavimento es susceptible de convertirse en una superficie permeable, las cunetas pueden ser de césped en vez de hormigón, las zonas verdes pueden tener su estanque, cualquier franja de tierra se puede convertir en una franja filtrante. Tan sólo se necesita voluntad para obrar el cambio (Rodríguez, J. – 2005)²⁰.

¹⁹ MARGOLIS and ROBINSON. Living systems: Innovative materials and technologies for landscape architecture, p. 64.

²⁰ RODRÍGUEZ BAYÓN, Joseba, et al. Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), p. 255-260.

7.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

Un segundo concepto interesante de considerar para la consideración de la sostenibilidad de las áreas industriales es la incorporación de infraestructuras generadoras de energía renovable, principalmente solar fotovoltaica y eólica.

7.3.1. Energía solar fotovoltaica

La instalación de paneles solares fotovoltaicos en las áreas productivas es relativamente fácil, aprovechando los múltiples espacios libres, como son las zonas de aparcamiento o en las aceras (tipo pérgolas), generando la energía allí donde se consume.



Figura núm. 7-10: Cubierta solar en un aparcamiento en Onda, Castellón²¹.

7.3.2. Energía eólica

Con el mismo objetivo que en el apartado anterior, la generación de energía “in situ” a la zona de consumo, se puede realizar, si las condiciones lo permiten, con la instalación de turbinas eólicas en las zonas verdes o espacios libres. En España, se han desarrollado experiencias puntuales de este tipo, concretamente en áreas productivas de Canarias y Galicia.

En el caso concreto de Canarias, se ha realizado una instalación eólica en la zona industrial de Arinaga²². Con una topografía prácticamente llana, se desarrolla desde el litoral costero hasta las primeras estribaciones montañosas. Su longitud alcanza 8 km, y su anchura ronda los 2 km.

²¹ GET. Cubierta solar en Onda, Castellón. Con una potencia de 4 Mwp y capaz de generar 6.000.000 de kw/h año, y evitar la emisión de 2100 tCO₂ anuales.

²² Se encuentra localizada en la comarca de mayor potencial de desarrollo industrial y comercial de Gran Canaria y dentro del Municipio de Agüimes, a tan solo 25 km. de la capital de la isla - Las Palmas de Gran Canaria y Puerto de la Luz y de Las Palmas -, a 8 km. del Aeropuerto Internacional y a 22 km. de la Zona Turística del Sur.



Figura núm. 7-11: Instalación eólica en un polígono industrial²³.



Figura núm. 7-12: Instalación eólica en un polígono industria²¹.



Figura núm. 7-13: Instalación eólica en un polígono industria²¹.

²³ Polígono Industrial de Arinaga, Canarias.

La generación de energía eólica en áreas productivas aporta muchas ventajas:

- El impacto ambiental es muy bajo, al ubicarse en zonas industriales o de servicios.
- El coste, aproximadamente 1 €/W, es muy competitivo para que pueda consumirse la electricidad producida. La vida útil de la turbina se estima entre 20 y 25 años, con lo cual la central se amortizaría completamente y además al sustituirla en ese momento no se necesitará hacer obra civil, por lo que el parque, con un mantenimiento adecuado puede estar produciendo electricidad de por vida.
- La generación se produce en el lugar de consumo, disminuyendo el coste derivado de mantenimiento de instalaciones y asegurando un poco más la independencia energética.
- Por supuesto, la energía producida es limpia, renovable y sostenible.

7.3.3. Smart Grid

La irrupción de las energías renovables en la generación de la energía eléctrica, con un constante descenso en los costes, ha cambiado notablemente los flujos de energía en la red eléctrica, ahora los usuarios no sólo consumen sino que también producen electricidad a través de la misma red. Por tanto, el flujo de energía es ahora bidireccional.

La posibilidad de consumir la propia electricidad generada, pudiendo vender la energía sobrante y/o comprar la energía que puede faltar, lo que se denomina autoconsumo, aparece como un reto interesante de implantación, a la vez que potencia el uso de las energías renovables citadas anteriormente.

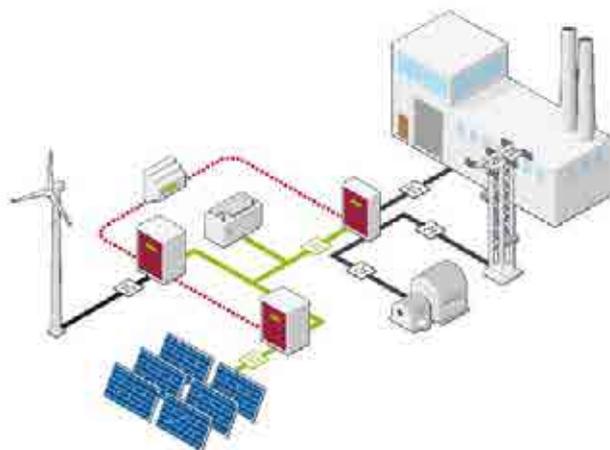


Figura núm. 7-14: Esquema de autoconsumo en una actividad industrial²⁴.

²⁴ Autoconsumo y generación distribuida. I Jornada BioEconomic Castelldefels 2012. Jordi Lorca.

Paralelamente se está produciendo un continuo incremento de los costes de la energía eléctrica generada, transportada, distribuida y comercializada bajo el modelo tradicional, a la vez que se observa una voluntad de reducir el uso de combustibles sólidos y las emisiones de gases tóxicos. Esta situación queda reflejada en la Directiva 2009/28/CE y en la legislación de los países miembros en el que se marca el camino de la reducción de las emisiones tóxicas, con el uso creciente de fuentes de energía renovables mediante la auto generación, en un marco de generación distribuida y autoconsumo²⁵, apoyado en la implantación de microrredes²⁶.

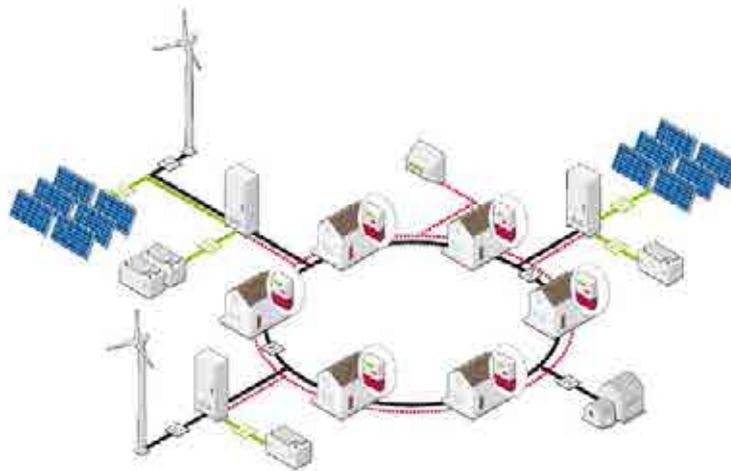


Figura núm. 7-15: Esquema de una microrred.²⁷

El siguiente paso para cumplir con los objetivos citados anteriormente y legislados, pasa por la interconexión de los distintos sistemas - microrredes, autoconsumo – de manera inteligente, creando el concepto denominado *Smart Grid*²⁸.

El término red inteligente se asocia a menudo con el concepto de medidores inteligentes capaces de ofrecer una facturación detallada por franjas horarias lo que permitiría a los consumidores no solo el elegir las mejores tarifas de entre las diferentes empresas eléctricas, sino también discernir entre las horas de consumo, lo que permitiría un mejor uso de la red. Este sistema también permite mapear con más precisión el consumo y anticipar mejor las necesidades futuras a nivel más local, mejorando la eficiencia energética y la confiabilidad²⁹.

²⁵ Se modifica el modelo eléctrico, pasando de la generación centralizada, transporte, distribución y comercialización, a autoconsumo con generación y acumulación distribuida.

²⁶ Son redes de reducido tamaño que constan de distintas fuentes de generación y acumulación distribuidas para el suministro de energía eléctrica, con una clara aplicación a las áreas productivas.

²⁷ Autoconsumo y generación distribuida. I Jornada BioEconomic Castelldefels 2012. Jordi Lorca.

²⁸ Es una red que integra de manera inteligente las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella – generadores, consumidores y aquellos que son ambas cosas a la vez-, con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible.

²⁹ GALLEGOS, M. L. and PICASSO, C. La automatización de la distribución en la red inteligente.

Las SmartGrids utilizan equipos y servicios innovadores, junto con nuevas tecnologías de comunicación, control, monitorización y auto-diagnóstico, que ayudan a conseguir los siguientes objetivos³⁰:

- Robustecer y automatizar la red.
- Optimizar la conexión de las zonas con fuentes de energía renovable.
- Desarrollar arquitecturas de generación descentralizadas.
- Mejorar la integración de la generación intermitentes y de nuevas tecnologías de almacenamiento.
- Avanzar en el desarrollo del mercado de la electricidad.
- Gestión activa de la demanda.
- Posibilitar la penetración del vehículo eléctrico.

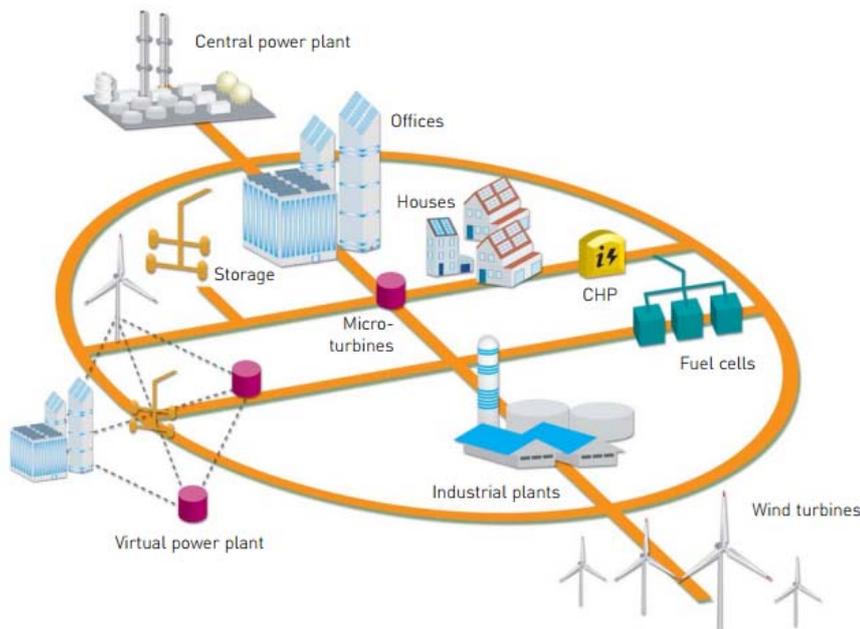


Figura núm. 7-16: Esquema de Smart Grid³¹.

La implantación de estos sistemas de microrredes y Smar Grids en las áreas productivas, permitiría una mejor gestión de los recursos energéticos, a la vez que ayudaría a la implantación de la producción de energía renovable, en el mismo punto donde se produce el consumo, representando un cambio importante respecto a las actuales formas de producción de la energía renovable en España.

³⁰ SMARTGRIDS. Redes eléctricas inteligentes.

³¹ European SmartGrids technology platform.

7.4. LA URBÓTICA

Se entiende por urbótica el conjunto de las tecnologías de la electrónica, de los automatismos, de la informática y de las telecomunicaciones utilizadas en la vía pública o en el espacio urbano, para convertirlo en un sistema inteligente, con la finalidad de ofrecer una mejor prestación de los servicios urbanos, una mejor sostenibilidad social y medioambiental de estos servicios y una gestión más eficiente de los mismos. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de una ciudad.

La urbótica plantea la extensión de las redes de comunicación de alta capilaridad, y la implantación masiva de sensores y de actuadores, que a modo de sistema nervioso y haciendo servir como soporte físico el mobiliario urbano, el pavimento, el arbolado de las ciudades o cualquier otro elemento del espacio público, permiten incidir en la automatización y la gestión inteligente de los servicios urbanos. El resultado de la aplicación de los recursos urbóticos es la ciudad inteligente (*Smart City*, en la terminología anglosajona).

Las redes de sensores y dispositivos de comunicación y una plataforma de gestión, que podría ser tipo “*Cloud*”³², forman el ecosistema tecnológico necesario para adquirir información en tiempo real de lo que está pasando en un entorno o espacio, almacenarla, y ponerla a disposición de los usuarios mediante aplicaciones finales, existentes o de nueva creación, permitiendo actuar en tiempo real sobre el espacio urbano.

Disponer de información en tiempo real y diferido, y de esta capacidad de actuación, mejora la gestión de los servicios estructurales y consigue reducir los costes de gestión y el impacto ambiental que estos generan, siendo el punto de partida de las *Smart Cities* y los *Smart Spaces*³³.

³² IEEE Computer Society: “Propuesta tecnológica adoptada por una comunidad de programadores, en la que la información se almacena de manera permanente en servidores de Internet y se envía a cachés temporales de cliente, lo que incluye equipos de escritorio, centros de ocio, portátiles, etc.”

³³ Ciudades Inteligentes o digitales, y los Espacios Inteligentes o digitales.

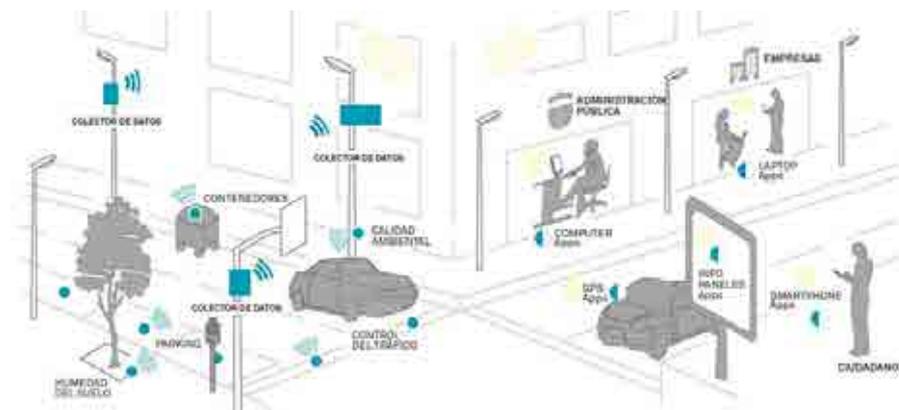


Figura núm. 7-17: Red de sensores distribuidos en un entorno urbano³⁴.

Las redes de sensores captan información en tiempo real de diferentes parámetros de la ciudad. Los datos son transmitidos a una plataforma de gestión donde son convertidos, en tiempo real, en información útil y es posteriormente almacenada y/o puesta a disposición de los sistemas informáticos y aplicaciones externas en el momento indicado.

Se pueden considerar sistemas urbóticos los siguientes ejemplos³⁵:

- Sistemas de control del alumbrado público.
- Sistemas de video vigilancia ciudadana.
- Movilidad.
- Riego de zonas verdes.
- Calidad ambiental (contaminación, ruido, humedad, etc.)
- Puntos de información ciudadana automatizados.
- Gestión de residuos.

Además existen toda una serie de tecnologías desarrolladas para cada una de las infraestructuras, que también contribuyen de manera decisiva en la buena gestión de una determinada área o urbanización, y que paso a analizar en los siguientes apartados.

³⁴ URBOTICA. HERRAMIENTA SMART. La Ciudad como un organismo gestionado eficientemente.

³⁵ Energía y urbanismo sostenible. la ciudad del futuro, p. 134-145.

7.4.1. Distribución de agua potable

El control en tiempo real (RTC), se utiliza como herramienta para el control de sistemas físicos que necesitan de una respuesta del sistema en un tiempo definido, para optimizar su funcionamiento. Con la instalación de sistemas de telemando y telecontrol se consigue un mejor manejo de las instalaciones, ya que permite:

- Conocer las variables que informan del estado de la red (caudales, presiones, concentraciones de cloro libre, etc.), proporcionadas por instrumentación adecuada para garantizar su fiabilidad.
- Conocer el estado de funcionamiento de los elementos y equipos integrados dentro de los centros de producción de agua potable y bombeo.
- Modificar consignas de elementos que funcionen en modo automático.
- Maniobrar determinados elementos de operación de la red a distancia (válvulas, motores bombas, etc.).

Los datos recogidos en tiempo real de cada una de las estaciones remotas son recogidos en las estaciones maestras y gestionados y visualizados en un Centro de Control por aplicaciones basadas en sistemas tipo SCADA³⁶, centralizados a través de entorno seguro mediante sistemas y herramientas informáticas, que permiten enlaces bidireccionales vía internet garantizando máxima seguridad, fiabilidad y flexibilidad en la supervisión remota de las instalaciones.

Además de la gestión de los sistemas de telemando mediante sistemas SCADA, la información obtenida es analizada, almacenada y clasificada, permitiendo:

- Emplearla para la generación de informes estadísticos.
- Analizarla en el caso de afecciones en el servicio.
- Utilizarla para la confección y actualización de modelos matemáticos de las redes de distribución de agua potable.
- Realizar la gestión del mantenimiento.
- Asegurar la calidad y mejora continuada en la gestión de los procesos, etc.

³⁶ Software implantado en un PC que presenta los datos a un operador y a través del cual éste controla el proceso.

El sistema de telemando de los sistemas de abastecimiento, se basa en autómatas, enlazados con las estaciones maestras a través de redes de radio privadas, redes telefónicas, telefonía móvil (GPRS y GSM), redes Ethernet y enlaces por fibra óptica.

Los sistemas de telelectura que realizan el proceso de captación de la información del contador, por medio de una comunicación digital y con los medios para un intercambio de datos, sin la presencia de una persona en la ubicación del contador, es otra aportación interesante de la tecnología a la gestión de las redes. El sistema de comunicación empleado puede ser de distintos tipos: Radio, línea telefónica RTC, línea telefónica GSM., fibra óptica y cable coaxial, entre otros.

La utilización de sistemas de telelectura a distancia con utilización de contadores electrónicos³⁷ que proporcionan datos extendidos, es la opción que aporta un mayor valor añadido en los procesos de gestión de las redes de abastecimiento, ya que permite controlar de forma más eficiente el recurso del agua, al permitir conocer como se realizan los consumos así como optimizar el gasto que realizan los clientes ya que, por los datos aportados, se pueden conocer fugas y al corregirlos se fomenta el ahorro (Veiga, C. – 2008)³⁸.

7.4.2. Evacuación de aguas

De manera similar a la gestión de las redes de abastecimiento de agua, se puede realizar la gestión de las redes de evacuación de aguas.

Las redes de alcantarillado han funcionado de forma tradicional de manera estática, lo que quiere decir que ofrecen una solución única para la solicitud que tiene el sistema, ya sea el caudal de aguas pluviales, residuales, su depuración o posible reutilización. Su dimensionamiento se realiza para una carga estática denominada lluvia de proyecto, de duración conocida y uniformemente distribuida en el espacio. No obstante, la lluvia tiene una distribución espacial no uniforme y función del tamaño del sistema, puede diferir mucho según la zona, por lo que en un episodio de lluvia es posible que haya zonas muy sobrecargadas y otras muy por debajo de sus posibilidades de funcionamiento.

³⁷ Contador compuesto por una parte hidráulica tradicional con una pieza móvil que gira por el paso del agua y un parte electrónica que contiene los siguientes elementos principales: Un sensor capaz de detectar el movimiento de esa pieza móvil, un convertidor A/D que convierte la señal analógica del sensor a señal digital, un microprocesador con reloj interno que recibe esa señal de movimiento del sensor, un módulo de comunicaciones, que permite la comunicación con el exterior mediante el protocolo de comunicaciones adecuado.

³⁸ VEIGA, Camilo. Nuevas tecnologías en la gestión del agua. Uso del contador electrónico.

El control en tiempo real aplicado a los sistemas de saneamiento se desarrolla con el objetivo de aprovechar la capacidad de almacenamiento de toda la red en su conjunto, para así poder reducir las posibilidades de inundaciones en las partes bajas de las cuencas, reducir los vertidos incontrolados a la red mediante la utilización de depósitos de retención y mejorar la gestión de la red, alcanzando los objetivos de eficiencia medioambiental.

Para implantar un sistema de control en tiempo real (RCT) en una red de saneamiento es necesario que haya una supervisión constante de las variables que describen el funcionamiento de la red, como son el caudal y el nivel, se debe disponer de elementos que actúen en la red para variar su comportamiento, disponer de suficientes elementos de cálculo para proponer las soluciones convenientes en cada instante y un buen sistema de comunicación entre los diferentes elementos:

Instrumentación: Son los elementos que permiten conocer en cada momento la variación de los parámetros que describen el comportamiento del sistema. Entre estos elementos se dispone de: Pluviómetros³⁹, limnímetros⁴⁰, caudalímetros⁴¹, medidores de estado y de posición⁴² y medidores de calidad⁴³. Gracias al sistema de sensores, se conoce en tiempo real todas las variables necesarias para poder planificar una respuesta de la red a la solicitud a la que está expuesta.

Elementos de actuación: Son los que manipulan el proceso según el esquema propuesto desde el centro de control. Podemos resumirlos en: Depósitos de Retención⁴⁴, bombeos⁴⁵ y compuertas⁴⁶.

³⁹ Para conocer en cada zona la solicitud que se produce en el sistema en necesaria una red de pluviómetros que midan tanto el volumen de lluvia como su intensidad.

⁴⁰ Dan información sobre el nivel del agua en un punto determinado de la red.

⁴¹ Miden el caudal de forma directa en una sección de un colector.

⁴² Para conocer la posición de los elementos actuantes en la red.

⁴³ Aportan datos en tiempo real sobre las variables de calidad del agua que circula por la red, como la conductividad, turbidez, pH, etc.

⁴⁴ Permiten el almacenamiento de un volumen importante de agua dentro de la red, permitiendo así descongestionar la red aguas abajo. También tienen una función descontaminante, al almacenar el agua procedente del primer lavado y decantar los sólidos en suspensión presentes.

⁴⁵ Han de ser controlados de forma centralizada para aprovechar las posibilidades de almacenamiento de la red.

⁴⁶ Permiten la derivación de caudales de una zona que está más sobrecargada a otras que lo están menos, o incluso retener un cierto volumen de agua en la misma red mediante su interposición al flujo.

Elementos de cálculo: Para poder actuar sobre la red, es indispensable que el sistema sobre el que se actué se haya modelizado, y, por tanto, conozcamos su respuesta a priori ante cualquier cambio que se produzca en el sistema. Es, por tanto, necesario que se disponga de un computador central potente que evalúe los datos que se reciben del sistema mediante un algoritmo de cálculo que contemple todas las variables del sistema.

Sistema de comunicación: La comunicación entre los diferentes elementos del sistema es fundamental en un esquema de RTC. Así, la transmisión de datos entre los elementos de medición y el centro de control, y el posterior envío de órdenes a los elementos actuadores, se ha de efectuar de forma segura y fiable para garantizar un correcto funcionamiento. Los canales habituales para la comunicación de datos, son el cable de conexión directa, el teléfono, la radio o el satélite.

La aplicación de un RTC en una red de evacuación de aguas cambia por completo sus posibilidades de gestión, al convertir un sistema por definición estático, en uno que se comporta de forma dinámica, permitiendo obtener una serie de ventajas claras en cuanto a su funcionamiento (Irusta, R. – 2006)⁴⁷:

- Evitar inundaciones al aprovechar las posibilidades de almacenamiento de la red.
- Reducir los efectos de la contaminación, al permitir el almacenamiento temporal del primer lavado de las cuencas para su posterior tratamiento en la EDAR⁴⁸.
- Reducción de los sólidos en suspensión que debe tratar la EDAR, al permitir su decantación en los depósitos de retención.
- Diseño de una red en condiciones de sollicitación no estática, con reducción de diámetros de las canalizaciones.

7.4.3. Suministro de energía eléctrica

El adecuado funcionamiento de las Smart Grids, vendrá dado por un control en tiempo real del consumo eléctrico de cada abonado, haciendo imprescindible la lectura de contadores de manera remota –telemedida- y transmitir esta información a un ordenador central. Para ello, es imprescindible disponer de contadores electrónicos que con sus funcionalidades aportan una serie de ventajas a la gestión de dichas redes:

⁴⁷ IRUSTA MATA, Rubén, ALAMO MARTÍN, Josué d. and BRIONGOS GIL, R. Gestión centralizada de aguas residuales en polígonos industriales: Una estrategia sostenible, p. 135-143.

⁴⁸ Estación depuradora de aguas residuales.

- Control remoto de consumo: Las compañías distribuidoras puede leer los contadores desde los centros de control. Se ahorra el coste del personal que tiene que tomar lecturas mensuales de los contadores. El centro de control se comunica con los contadores mediante el mismo cableado eléctrico que transmite la electricidad, de manera encriptada.
- Actualización de firmware remota: No es necesario manipular o cambiar nada en el medidor para incorporar nuevas funcionalidades (como nuevos tipos de tarifas). La operación se puede realizar desde el centro de control.
- Mayores parámetros medidos: Energía activa, reactiva, Potencia activa, reactiva, tensión eficaz, etc.
- Control de la potencia demandada: Si la demanda excede la contratada, se corta el suministro. Para restablecerlo se sigue un protocolo establecido.
- Gestión de la conexión/desconexión del suministro: No será necesario enviar un técnico al domicilio para conectar o desconectar la corriente, se podrá realizar desde un ordenador en el centro de gestión. Agilizará las altas de nuevos contratos, y también las bajas.
- Alarmas antifraude: De hecho las características de los contadores no se pueden manipular manualmente, es necesario un aparato electrónico especialmente diseñado al efecto.

7.4.4. Alumbrado público

La telegestión mallada permite reducir la factura que se paga a la compañía suministradora en concepto de alumbrado público, consumiendo menos. A grandes rasgos, consiste en implantar en cada farola un dispositivo que permite controlar la intensidad del alumbrado de cada punto de luz, bien de manera preprogramada o en tiempo real, online. En el primer caso, disminuiría en un porcentaje establecido a partir de cierta hora. Por ejemplo, a partir de medianoche, las luminarias funcionarían al 40 % de su capacidad, con el consiguiente ahorro energético (Barón, R. – 2011)⁴⁹.

El control se ejercería desde un ordenador, que permite que un operario controle directamente, en tiempo real, cada uno de los puntos de luz. Así, podría reducir en un momento determinado la intensidad luminaria de una farola, y al mismo tiempo aumentar la de la que está justo al lado.

⁴⁹ BARÓN CRESPO, Rafael. *Alumbrado público y sostenibilidad*, p. 23.

La comunicación ordenador-farola puede establecerse por diversos sistemas como puede ser la radiofrecuencia, es decir, ondas de radio, lo que requiere instalar en cada luminaria un transmisor/receptor. Así se establece una red que, llegado el caso, sería capaz de transportar cualquier servicio IP, permitiendo detectar averías e incidencias en el punto de luz, complementar la instalación con cámaras de vigilancia, etc.

7.4.5. Telecomunicaciones

Actualmente la fibra óptica se utiliza ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell.

Como ventajas que aporta respecto a otros sistemas están (Acevedo, A. O. – 2006)⁵⁰:

- Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del GHz).
- Pequeño tamaño, por lo tanto ocupa poco espacio.
- Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita la instalación enormemente.
- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, chisporroteo, etc.
- Gran seguridad: La intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además, no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- No produce interferencias.
- Insensibilidad a los parásitos, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados. Esta propiedad también permite la

⁵⁰ ACEVEDO BORREGO, Adolfo O. and LINARES BARRANTES, Carolina. El desarrollo tecnológico de las comunicaciones: En el camino hacia la sociedad de la información.

coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica.

- Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios. Puede proporcionar comunicaciones hasta los 70 km. antes de que sea necesario regenerar la señal, además, puede extenderse a 150 km. utilizando amplificadores láser.
- Gran resistencia mecánica (resistencia a la tracción, lo que facilita la instalación), al calor, al frío y la corrosión.
- Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría, lo que permite detectar rápidamente el lugar y posterior reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.
- Coste menor respecto al cobre.

7.4.6. Abastecimiento de gas

Los conceptos aportados para la red de abastecimiento de agua potable son de similar aplicación a las redes de abastecimiento de gas. Por una parte la tecnología del telecontrol aporta una mejor gestión de las redes, y por otra parte la telelectura aporta un valor añadido a dicha gestión (Arandojo, M. – 1997)⁵¹.

7.4.7. Proyecto “Open Meter”

Diversos proyectos, tanto a nivel europeo⁵² como a nivel español⁵³ se están desarrollando en el ámbito del desarrollo de determinados aspectos de la urbótica, aunque por el enfoque de la presente investigación detallo el proyecto Open Meter⁵⁴.

El objetivo principal del proyecto Open Meter es especificar un conjunto integral de normas abiertas y comunes para la telegestión de los contadores de los suministros de electricidad, gas, agua y calor, basado en el acuerdo de todos los actores relevantes en esta área, y teniendo en cuenta las condiciones reales de las redes de servicios públicos con el fin de permitir la aplicación plena del alcance del proyecto.

⁵¹ ARANDOJO, Miguel and GONZÁLEZ GARCÍA, G. Desarrollo de un sistema de telecontrol y teledatada en redes de gas, p. 59-69.

⁵² Proyectos Europeos: Prime, Open Meter, Fenix, Adress.

⁵³ Proyectos en España: Gad, Star, Smart City, Denise.

⁵⁴ El proyecto Open Meter está financiado por la Comisión Europea dentro del Séptimo Programa Marco, Área 7.1: redes de energía inteligentes o interactivas redes de distribución de energía, tema 7/1/1: Open-accesso estándar para Smart Multi-Servicios de medición.

Para ello se establecen protocolos no resueltos hasta el momento, afectando a equipos de medición y todos los aspectos pertinentes, marcos normativos, funciones de medición inteligente, los medios de comunicación, protocolos y formatos de datos.

El resultado del proyecto es un conjunto de proyectos de normas, en base a *normas ya existentes*⁵⁵ y aceptadas siempre que sea posible, las cuales se complementan con las nuevas normas, en base a soluciones innovadoras desarrolladas en el proyecto, para formar el nuevo cuerpo de normas de medición inteligente. Los proyectos de normas resultantes se introducen en el proceso de normalización europeos e internacionales.

El proyecto está estrechamente coordinado con el mandato de normalización de medición inteligente dada por la Comisión Europea a los organismos europeos de normalización CEN⁵⁶, CENELEC⁵⁷ y ETSI⁵⁸.

La aplicación del proyecto eliminará barreras percibidas para la adopción a gran escala de la medición inteligente en Europa, asegurando que los requisitos para la medición inteligente se pueden cumplir los productos y sistemas basados en estándares abiertos, internacionales para garantizar la interoperabilidad, y que son aceptados y apoyados por el círculo más amplio posible de los interesados.

⁵⁵ Estos estándares incluyen la norma IEC 61334, IEC 62056 y EN 13757.

⁵⁶ CEN: Comité Europeo de Normalización.

⁵⁷ CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.

⁵⁸ ETSI: Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones.

7.5. EL CONCEPTO “SMART CITY” APLICADO A LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

El concepto “Smart City” define aquellas ciudades que, persiguiendo aumentar la calidad de vida de sus habitantes, desarrollan mejoras tecnológicas para crear entornos urbanos no sólo más habitables, sino también más eficientes en la gestión de los recursos disponibles, ya sea la energía, el agua o la calidad del aire (Gómez, L. - 2011)⁵⁹.

Diversas experiencias de implantación de este concepto se están llevando a cabo en el mundo en ciudades como Ámsterdam, Yokohama, Málaga, Barcelona, Boulder, Sant Cugat, etc., en muchas ocasiones con el soporte de diferentes compañías de base tecnológica⁶⁰. A nivel de áreas productivas (polígonos industriales, parques empresariales, etc.), pueden ser trasladados los aspectos conceptuales que definen las Smart City, aunque inicialmente son pensados para ciudades. El número de experiencias⁶¹ en este ámbito, hasta la fecha es muy pequeño, aunque el futuro es muy prometedor.

Aspectos como la eficiencia energética, con la incorporación de las energías renovables, la conexión de las áreas productivas aisladas con las ciudades, la gestión de los recursos hídricos, la gestión de los residuos, son algunos de los aspectos que se deben replantear tanto las áreas existentes como las de nueva construcción.

Lo prometedor de las Smart Cities se debe a que cuentan con su propio “sistema nervioso”, el cual se encarga de “sentir” el entorno para regular los procesos que en él ocurren, igual que ocurre en el cuerpo humano, dotado de un arsenal de sensores que recogen en todo momento informaciones sobre el estado del mismo: La sensibilidad exteroceptiva o cutánea⁶², las vías de la sensibilidad propioceptiva o profunda⁶³, y por último las vías de la sensibilidad interoceptiva⁶⁴.

Toda esta información será procesada y enviada al cerebro que responderá con un estímulo nervioso, de manera automática o voluntaria, inconsciente o no, y continua, cuya finalidad es en

⁵⁹ GÓMEZ FERNANDEZ, Luis. Barcelona: Capital de las ciudades inteligentes, p. 24.

⁶⁰ Ciudades smart city: Tecnologías para la sostenibilidad al servicio de la calidad de vida, p. 30-33.

⁶¹ SmartCity Kochi es una área especializada en IT y otros servicios, situada en Kochi, Kerala en India. Desarrollada por un partenariado público privado, ocupa una extensión de 880 Ha., y se prevé la creación de 90.000 puestos de trabajo directos.

⁶² Se trata de una sensibilidad consciente cuyo punto de partida se encuentra en los corpúsculos sensoriales de la piel, que recoge la sensibilidad termoalgésica, táctil protopática y táctil epicrítica.

⁶³ Se encuentra en las articulaciones y de los músculos y juega una acción muy importante en las actividades musculares ayudando al sentido de actitud, siendo una sensibilidad consciente e inconsciente, pudiendo ser clasificada en: sensaciones de presión o barestesia, de vibración o palestesia, y de actitud o posición que ocupa un miembro en el espacio o batiestesia.

⁶⁴ Transmiten la sensibilidad visceral.

todo momento la preservación de la integridad corporal y el perfecto funcionamiento del mismo. La sensibilidad implica la capacidad de translucir, codificar y finalmente percibir información generada por los estímulos que se originan en el medio ambiente externo e interno.

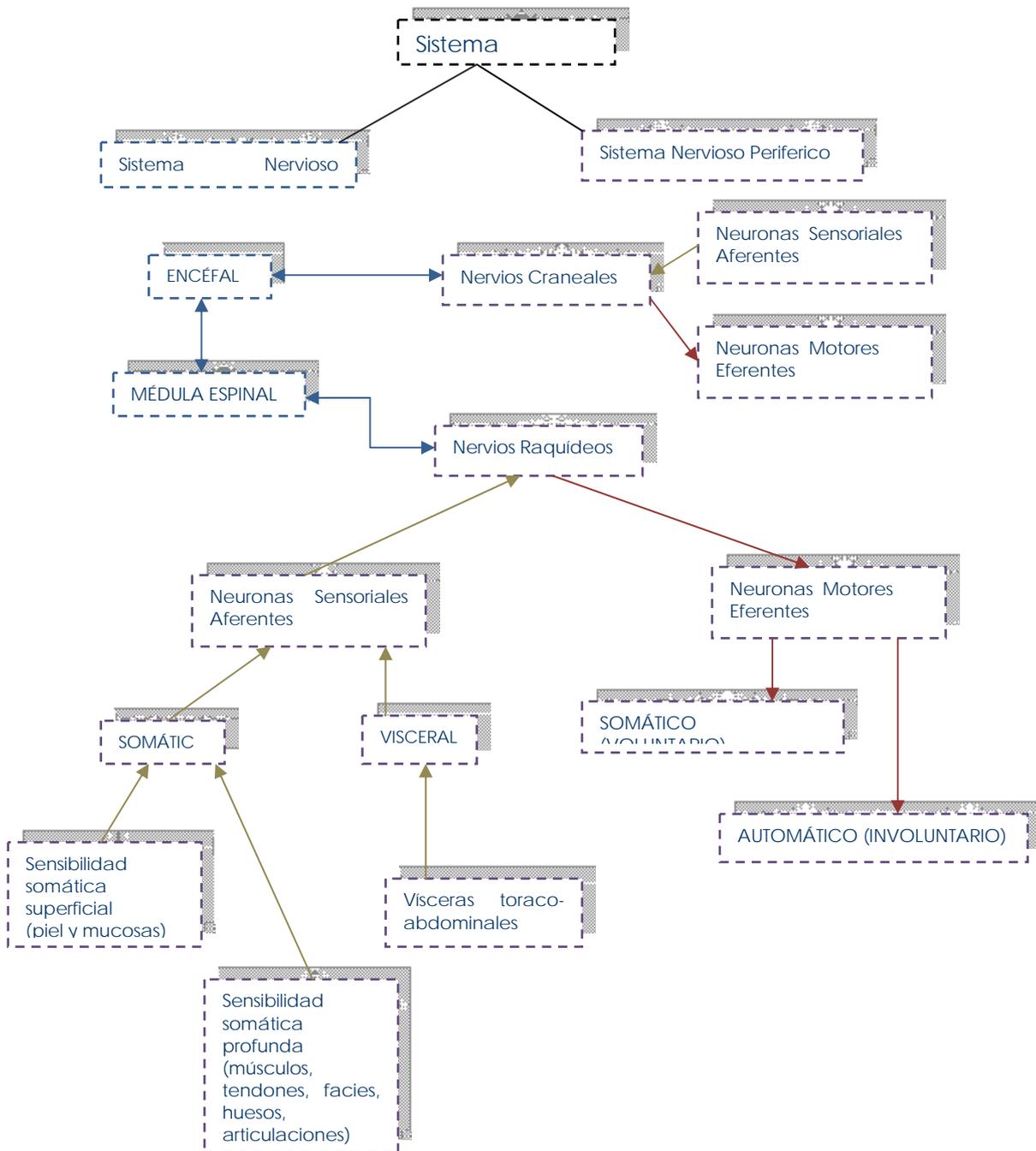


Figura núm. 7-18: Esquema de la organización del sistema nervioso humano⁶⁵.

⁶⁵ CROSSMAN, A. R. and NEARY, D. Neuroanatomía: Texto y atlas en color, p. 185.

Sería oportuno comparar los diferentes principios del modelo de Smart Cities con el funcionamiento del cuerpo humano. De esta forma, el hecho que en las Smart Cities, todos los dispositivos - desde los teléfonos móviles hasta los coches y edificios - tengan sistemas de inteligencia incorporados y estén interconectados, permite una comparación obvia con los órganos del cuerpo cuales están integrados en el organismo a través de la red nerviosa que llega a cada uno de ellos.

Las Smart Cities, armadas de sensores capaces de realizar mediciones automáticas de casi cualquier variable y transmitirlos vía Internet como si de un sistema nervioso se tratara, pueden traducir la complejidad de las ciudades a algoritmos capaces de dar respuesta en tiempo real a sus problemas.

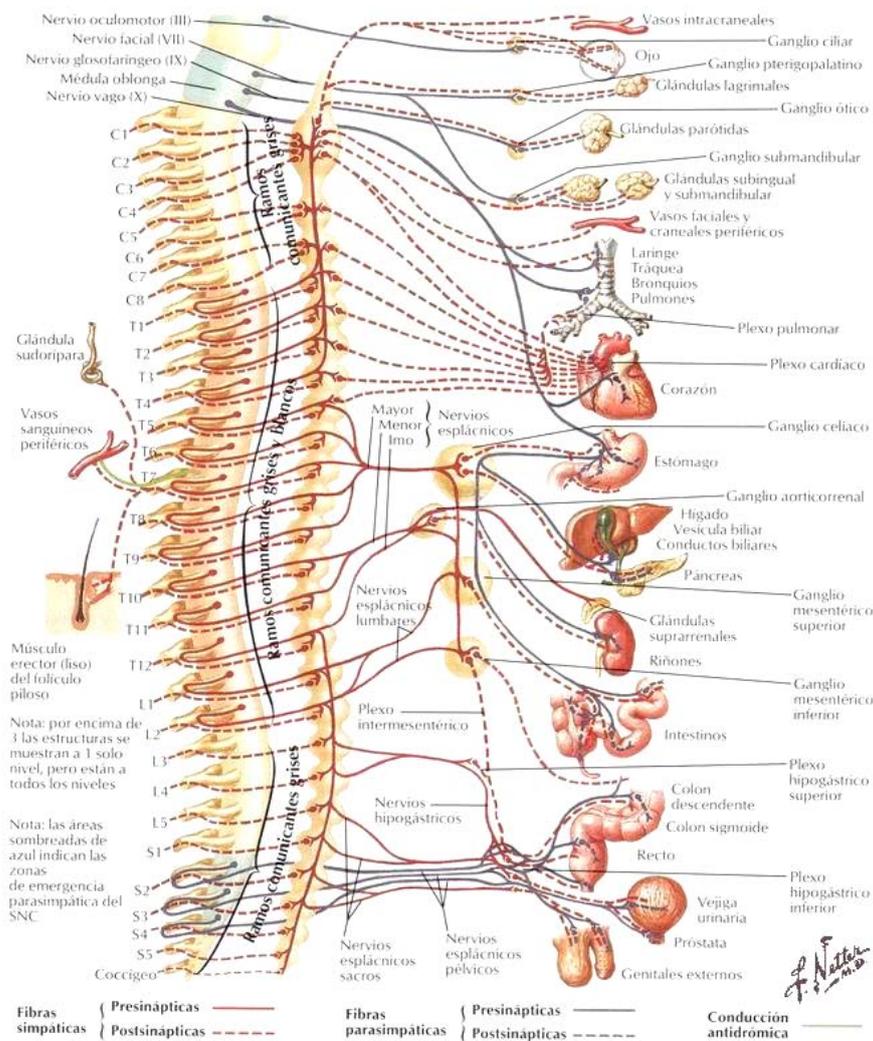


Figura núm. 7-19: Representación del sistema nervioso automático del cuerpo humano⁶⁶.

⁶⁶ NETTER, Frank H. Atlas de anatomía humana, p. 548, 47.

Pongamos el ejemplo del reflejo cornial, que consigue cerrar el parpado en tan solo unas decimas de segundo frente a un estímulo sobre el mismo. De la misma manera, las vías y calles pueden tener sensores que indiquen, en tiempo real, la densidad del tráfico, y elegir o cambiar la prioridad de color en un semáforo⁶⁷.

Un ejemplo de transformación de una área productiva industrial en el nuevo concepto Smart City transmitido anteriormente, es el proyecto 22@Barcelona⁶⁸, donde la ciudad transforma doscientas hectáreas de suelo industrial del barrio de Poblenou, principal motor económico de Cataluña y barrio industrial por excelencia de Barcelona, en un distrito innovador que ofrece espacios modernos para la concentración estratégica de actividades intensivas en conocimiento. Esta iniciativa es a su vez un proyecto de renovación urbana y un nuevo modelo de ciudad que quiere dar respuesta a los retos de la sociedad del conocimiento.

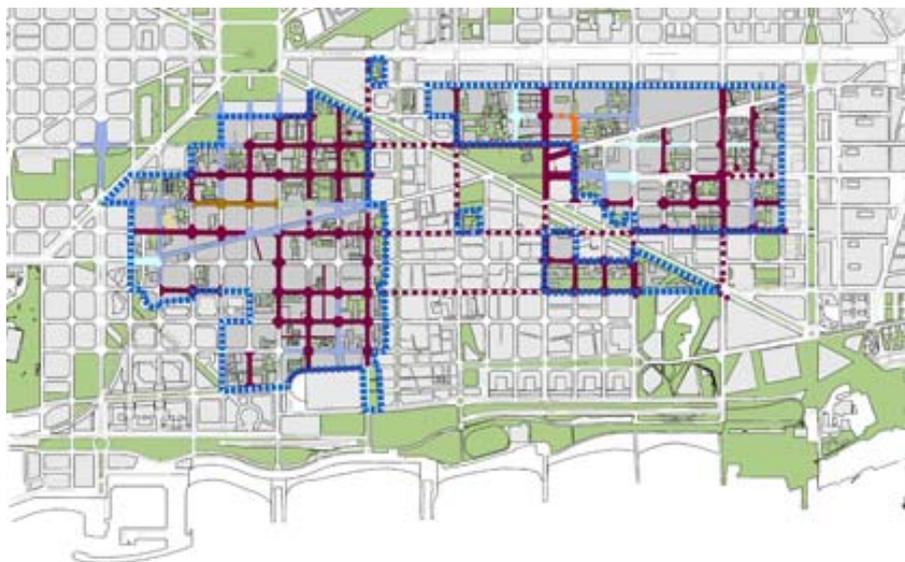


Figura núm. 7-20: Àmbit de actuació del Plan 22@Barcelona⁶⁶.

En el año 2000 el Ayuntamiento de Barcelona aprobó un nuevo ordenamiento urbanístico pensado para transformar en un polo de nueva actividad la antigua área industrial de Poblenou, con fábricas que habían quedado obsoletas y estaban cerradas o con usos poco productivos.

⁶⁷ PLAN AVANZA - Proyecto ARTERIA. Consiste en el desarrollo de nuevos dispositivos que se incorporan en los semáforos y mediante tecnologías de visión artificial captan e interpretan imágenes de la situación real del tráfico en cada momento y en base a estos parámetros y otros que se incorporen, toman decisiones mediante modelos matemáticos que permiten la modelización del tráfico en tiempo real. Además, estos dispositivos son nodos inteligentes con capacidad para la toma de determinadas decisiones. Estos nodos inteligentes se colocan de manera lógica en los semáforos de los cruces y realizan una monitorización en tiempo real, generando una red de nodos que está gobernada mediante una plataforma web central que sea donde se disponga de los modelos matemáticos.

⁶⁸ Barcelona. Smart city barcelona digital city, p. 37.

El nuevo ordenamiento permite una nueva calificación del suelo 22@, en sustitución de la calificación de suelo industrial tradicional 22a. De este modo, un solar de la zona 22@⁶⁹ admite una mayor edificación, más espacios públicos o zonas verdes y usos de vivienda social, siempre que la actividad industrial anterior se sustituya por oficinas y otros servicios de empresas y equipamientos relacionados con las nuevas tecnologías y el conocimiento.

El objetivo es animar a los propietarios de suelo de la zona, a renovar el urbanismo obsoleto de la antigua industria de finales del siglo XIX y principios del XX, pero manteniendo la actividad económica, aspecto que no se habría garantizado si se hubiera optado por una recalificación tradicional de suelo industrial hacia residencial.

Es el proyecto de transformación urbanística más importante de la ciudad de Barcelona en los últimos años y uno de los más ambiciosos de Europa de estas características, con un potencial inmobiliario alto y una inversión pública del plan de infraestructuras de 180 millones de euros. El proyecto plantea tres objetivos: Renovación urbana, renovación económica y renovación social.

- Como proyecto de **renovación urbana**, responde a la necesidad de recuperar el dinamismo económico y social de un barrio y crea un entorno diverso y equilibrado en el que los espacios conviven con viviendas protegidas, equipamientos y zonas verdes que mejoran la calidad de vida y de trabajo.
- Como proyecto de **renovación económica**, constituye una oportunidad única de transformar el barrio en una importante plataforma científica, tecnológica y cultural que convierta Barcelona en una de las ciudades más dinámicas e innovadoras en el ámbito internacional.
- Como proyecto de **renovación social**, favorece la interrelación entre los diversos profesionales que trabajan en la zona y la participación de los vecinos y las vecinas del distrito en las oportunidades que les ofrecen las nuevas tecnologías.

En el momento de la aprobación del Plan 22@Barcelona en el año 2.000, las áreas industriales del barrio tenían una red de infraestructuras claramente deficitarias. Por este motivo, el proyecto crea un nuevo Plan Especial de Infraestructuras que permite reurbanizar los 37 kilómetros de calles del distrito 22@Barcelona con servicios altamente competitivos.

⁶⁹ Aproximadamente implica todo el cuadrante del levante sud de la ciudad, entre la Gran Vía y la Ronda y entre la Vila Olímpica y la Rambla de Prim, y que ocupa una superficie equivalente a 115 manzanas del Ensanche.

El Plan ha supuesto una inversión de más de 180 millones de euros y dotó al sector de modernas redes de energía, telecomunicaciones, climatización centralizada y recogida neumática selectiva de residuos. El diseño de estas nuevas redes prioriza la eficiencia energética y la gestión responsable de los recursos naturales, hecho que permite introducir importantes mejoras en los servicios urbanos:

- Sistema de galerías de servicios subterráneas que une las manzanas entre sí, y permiten reparar y mejorar las redes de servicios sin hacer obras a la vía pública.
- Nueva red de fibra oscura de telecomunicaciones que permite la libre contratación de operador por parte de las empresas, y la posibilidad de enlaces punto a punto dentro del distrito. Por lo tanto, 22@Barcelona se convierte en operador neutral de fibra oscura. Esta red dispone de una gran capacidad que permite ofrecer todo tipo de servicios de calidad de telecomunicaciones a las empresas instaladas al distrito. El diseño de esta red ha tenido en cuenta que cualquier operador de servicios de telecomunicaciones pueda ofrecer servicios de gran capacidad de telecomunicaciones a las empresas ubicadas en el distrito.
- Climatización pública centralizada que supone un ahorro, tanto a escala económica como de emisiones de CO₂. Dispone de un 40 % más de eficiencia energética respecto los mecanismos tradicionales, un ahorro de costes superior al 10 % y la maximización del espacio dentro los edificios.
- Recogida neumática y selectiva de residuos que diferencia entre residuos orgánicos, inorgánicos y papel, minimiza la contaminación acústica producida por el sistema convencional de recogida de basura y contribuye a una mejor calidad del espacio público al hacer desaparecer los contenedores de las calles.
- Nueva red de electricidad que garantiza la calidad del suministro eléctrico a todo el territorio, con una potencia cinco veces superior a la inicial, y servicios de gas y agua más potentes y eficientes.
- Mejora de la gestión y eficiencia de los recursos energéticos y la calidad urbana del entorno. Se garantiza la disponibilidad de plazas de aparcamiento para trabajadores y visitantes en todo el sector e introduce nuevos mecanismos para la reducción de la contaminación acústica y medioambiental. Las empresas disponen, además, de la posibilidad de instalación de antenas y sistemas de transmisión de radio.

El proyecto presenta un nuevo modelo de ordenación del subsuelo. Las redes troncales, constituidas por las conducciones que unen el ámbito con el resto de la ciudad y las centrales (centrales telefónicas, centros de transformación, de climatización centralizada,...), circulan por debajo de las calzadas de las calles llevando el servicio a todo el ámbito. El acceso de estos servicios a las manzanas se hace mediante las galerías de servicios, que disponen de un mínimo de dos salas técnicas (donde encontramos los transformadores, depósitos de acumulación,..) desde los cuales sale la red de distribución por el interior de las manzanas.

Estas redes de distribución conectan las salas técnicas con los espacios técnicos de cada edificio, que recogen los elementos técnicos como pueden ser los contadores. Así, mediante el acceso vertical, los servicios llegan a todas las plantas del edificio. En la azotea de cada edificio se reserva un espacio técnico y una zona para los servicios de radiocomunicaciones. Para los servicios propios de las calles, como por ejemplo el alumbrado público, y para dar servicio a los edificios existentes y a las manzanas todavía no transformadas, se dispone de una red de canalizaciones que rodea las manzanas por las aceras.

En España a partir del año 2007, y concretando en el ámbito de los polígonos industriales o áreas de actividad económica aislados de los centros urbanos, se ha empezado tímidamente con el inicio de proyectos o programas de iniciativa pública, con el ánimo de poner la primera piedra o la base de lo que debería ser un área productiva con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad.

En estos momentos diversas iniciativas públicas están intentando introducir las nuevas tecnologías, como la fibra óptica en los polígonos y áreas de actividad (Generalitat de Catalunya, Diputación de Galicia, Diputación de Málaga, etc.).

En Catalunya, en el marco del Programa Operativo FEDER⁷⁰ 2007-2013 de la Unión Europea, la Secretaría de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, de la Generalitat de Catalunya, está impulsado la iniciativa "Banda Ancha Industrial", con un presupuesto de 16'6 M €.

En 2007, la Secretaría de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y el Centro de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, de la Generalitat de Catalunya, promovieron un estudio con el objetivo de analizar la situación actual en términos de cobertura de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones de banda ancha de los polígonos industriales de Catalunya.

⁷⁰ FEDER. Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Fruto de este estudio se pudo constatar que:

- Los operadores no tienen interés en desplegar redes de nueva generación en gran parte de las áreas productivas.
- Actualmente los modelos de desarrollo basados en la desagregación del par de cobre no ofrecen, o lo hacen de forma limitada, servicios avanzados de telecomunicaciones en las áreas productivas..
- Los operadores no despliegan redes de acceso directo de forma programada y únicamente atienden proyectos especiales bajo parámetros económicos de rentabilidad.

Partiendo de estos resultados, se constató la necesidad de promover una iniciativa que dote de conectividad mediante infraestructuras de nueva generación en determinados polígonos industriales de Cataluña.

Teniendo en consideración el presupuesto disponible, 16,6 M €, y partiendo de la base de datos geo referenciada de 1.769 polígonos industriales de Cataluña se abordó un proceso de priorización de los polígonos candidatos, teniendo en consideración criterios técnicos (cobertura actual, proximidad del polígono a la red troncal, interés de los operadores de telecomunicaciones, reclamaciones / propuestas realizadas por Consejos Comarcales / Uniones Empresariales / Ayuntamientos y resultados de estudios de calidad de las infraestructuras y servicios actuales.) y geo-económicos (reparto territorial equilibrado, definición del " concepto " de clúster de polígonos por área, potenciar las zonas más allá de la primera corona metropolitana, incorporar las telecomunicaciones en las áreas de nueva creación y potenciar zonas con solo disponible pero poca demanda de las empresas para instalarse se debe a falta de servicios.). El alcance previsto de esta iniciativa era desarrollar infraestructura de acceso y de distribución a 34 polígonos industriales, que en estos momentos se está acabando su ejecución.

Por otra parte se han desarrollado anillas sectoriales industriales en busca de fomentar la competitividad de determinados sectores de actividad empresariales catalanes mediante la aplicación de recursos TIC avanzados. En el año 2007, y a modo de prueba piloto, se llevó a cabo el despliegue de una anilla industrial, dirigida al sector de la automoción, y conformada por ocho empresas del sector (GEDAS-Centro SEAT, CIDAUT, FICOSA, GESTAMP, IDIADA, Nissan, Applus-LGAI y SENER).

Con el objetivo de incrementar la competitividad del sector de la automoción catalán se habilitó para las empresas integrantes:

- Interconexión a través de infraestructura de banda ancha de diferentes empresas del sector y pertenecientes a los diferentes eslabones de la cadena de valor.
- Puesta en disposición de recursos de supercomputación, alojando aplicativos en los centros del BSC⁷¹ y del CESCA⁷².
- En el año 2009 se formuló un nuevo convenio evolución del anterior y orientado ya a un régimen de explotación ordinario, estableciendo la organización de la Anilla Industrial, los servicios que presta y los derechos y obligaciones los miembros integrantes.
- Los usuarios se comprometen a utilizar la infraestructura de telecomunicaciones de la Anilla Industrial, facilitada por los operadores certificados.
- La Fundación Privada i2CAT⁷³ asume las funciones de Órgano Gestor de la Anilla Industrial durante los dos primeros años de funcionamiento.
- Se establece una cuota anual de suscripción a la Anilla Industrial, para cubrir los gastos operativos del órgano gestor (subvencionada por la STSI⁷⁴ (100% el primer año, 65% el segundo año y 35% el tercer año).
- Los proveedores anexan su oferta de servicios e inician su facturación.

⁷¹ BSC: "Barcelona Supercomputing Center". Es un centro gestionado por un consorcio compuesto por el Ministerio de Educación y Ciencia de España (51%), la Generalidad de Cataluña (37%) y la Universidad Politécnica de Cataluña(12%). Forma parte de la Red Española de Supercomputación, creada por el Ministerio de Educación y Ciencia. Su misión es investigar, desarrollar y gestionar tecnología de la información con el fin de facilitar el progreso científico.

⁷² CESCA: Centro de Servicios Científicos y Académicos de Cataluña. Consorcio público creado el año 1991 y reconocido como instalación científica y técnica singular (ICTS) por el entonces Ministerio de Ciencia e Innovación desde el año 2000. Esta integrado por la Generalitat de Catalunya, la Fundació Institució Catalana de Suport a la Recerca, nueve universidades catalanas (UB, UAB, UPC, UPF, UdG, URV, UdL, UOC i URL), y el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC). Su misión es gestionar infraestructuras basadas en las tecnologías de la información y la comunicación (e-infraestructuras) para dar servicio a la universidad y a la investigación.

⁷³ i2CAT: "Fundació i2CAT". Es un centro de investigación e innovación, que centra sus actividades en el desarrollo del internet del futuro.

⁷⁴ STSI: "Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació". Generalitat de Catalunya.

En paralelo se está trabajando también en la incorporación de nuevos usuarios y proveedores. Entre las empresas que firmaron el convenio de colaboración están los proveedores de servicios Orange Cataluña, Abertis Telecom, Barcelona Supercomputing Center, Centro de supercomputación de Cataluña, Firma Profesional y T-Systems.

Otro ejemplo, de promoción de estas infraestructuras corresponde a la Comunidad Autónoma de Galicia, la cual detecta que la dispersión de las infraestructuras productivas de Galicia, unido a las dificultades inherentes al despliegue de redes de telecomunicaciones, particularmente de acceso a Internet mediante banda ancha, es uno de los grandes obstáculos con los que se encuentra esta Comunidad para su desarrollo económico, y consecuentemente son obstáculos para la generación de riqueza y para alcanzar mayor bienestar social (Díez, R. - 2010)⁷⁵. Para ello la Consejería de Innovación e Industria, apoyándose en el Plan Avanza⁷⁶ ha desarrollado un proyecto para dotar a las áreas productivas de servicios de banda ancha.

En general no abundan las experiencias de este tipo, son pocas las áreas productivas en España, que actualmente disponen de unas infraestructuras de telecomunicaciones avanzadas, que permitan dar un buen soporte al despliegue de la urbótica y del concepto Smart City.

⁷⁵ DÍEZ VEGA, Rafael. Las redes de banda ancha: Infraestructuras básicas de la sociedad del conocimiento, p. 24-33.

⁷⁶ Plan Avanza: Programa de fomento de las TIC promovido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.

CAPÍTULO 8:

8. EL COSTE DE URBANIZACIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

8.1. INTRODUCCIÓN

8.2. EL COSTE DE INVERSIÓN

8.3. EL COSTE DE MANTENIMIENTO

8.3.1. Pavimentación.

8.3.2. Distribución de agua potable.

8.3.3. Evacuación de aguas.

8.3.4. Suministro de energía eléctrica.

8.3.5. Alumbrado público.

8.3.6. Telecomunicaciones.

8.3.7. Abastecimiento de gas.

8.3. EL COSTE AMBIENTAL



8. EL COSTE DE URBANIZACIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS

8.1. INTRODUCCIÓN

La preocupación por el coste de la urbanización es inherente al inicio de la urbanística como disciplina, planteando en muchas ocasiones los modelos de ordenación en base a la incidencia de la variable coste de inversión, siendo diversos los proyectistas que han desarrollado teorías en este sentido.

Para establecer la incidencia del coste de la urbanización, hay que establecer previamente unos estándares adecuados de prestación de servicios, que cumplan los requisitos mínimos tanto normativos como funcionales.

Para el caso de las áreas productivas, se puede considerar como nivel estándar las siguientes condiciones:

- PAVIMENTACIÓN: Calzada con firme, bordillos y aceras con losetas.
- DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE: Red mallada por cada acera, llaves en derivaciones, hidrantes, riego automatizado para árboles o zona vegetada.
- EVACUACIÓN DE AGUAS: Sistema unitario o separativo completo. Tratamiento en planta convencional.
- SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA: Media y baja tensión enterradas con armarios de acometidas.
- ALUMBRADO PÚBLICO: Líneas eléctricas enterradas, luminarias cerradas en báculos, y niveles de iluminación adecuados.
- TELECOMUNICACIONES: Canalización enterrada con cámaras, arquetas y armarios.
- ABASTECIMIENTO DE GAS: Red de suministro con canalización.

“La concepción de las infraestructuras de servicios urbanísticos se mueve dentro de una gran variedad de soluciones, en una clara relación con los requerimientos del problema a resolver; y el enfoque de su proyecto ha de ser resuelto desde una perspectiva que no sólo se sustenta en las diferencias de solicitud, uso y significado de un determinado espacio, sino que alcanza su real dimensión en la necesaria flexibilidad de las redes para su crecimiento y transformación, en la posibilidad de su construcción gradual, y en su facilidad de sustitución” (Herce, M. – 2010)¹.

¹ HERCE, Manuel and Universitat Oberta de Catalunya. Infraestructuras y medio ambiente, p. 109.

La noción de gradualidad tiene una doble acepción: Por una parte al modo de construcción progresiva de la urbanización, incluso con aprovechamiento de infraestructuras pre-existentes, hasta llegar a alcanzar niveles de complejidad mayores, y por otra parte, por la aparición de las infraestructuras que va volviendo cada vez más compleja la tarea urbanizadora, por acumulación de elementos a lo largo del tiempo (Herce, M. – 2006)².

En definitiva, en función de la solución adoptada, en cuanto a criterios de dotaciones, materiales a emplear, diseño de las redes, etc., el coste tendrá una incidencia u otra, pudiendo tener desviaciones importantes de manera innecesaria, debido a la mala consideración de los criterios antes citados, por la falta de previsión de gradualidad de las infraestructuras o de la complementariedad de ellas.

Para valorar y comparar la evolución de los costes de las obras de urbanización, es necesario aplicar unos criterios que sean fácilmente parametrizables y que estén tabulados para los diferentes servicios (Duran, R. - 2008)³. Los criterios son tres:

- El coste de inversión
- El coste de mantenimiento
- El coste ambiental

² HERCE, Manuel and MIRÓ FARRERONS, Joan. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 8.

³ DURAN I BARBARÀ, Robert, PINÓS I ALSEDÀ, Josep and Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. Estudi comparatiu de tipologies d'urbanització aplicables a creixements urbans dispersos ("urbanitzacions"), p. 71.

8.2. EL COSTE DE INVERSIÓN

A partir de una comparación sobre experiencias de urbanización en ciudades, se evidenció de la importante relación del coste con el tipo de ordenación, marcando unos criterios de eficiencia económica de la urbanización que descansan en la superficie y longitud del viario y en la configuración parcelaria (Caminos, H. – 1984)⁴.

Desde esta perspectiva de rentabilización del coste de urbanización para un estándar prefijado, se muestran como las más eficaces formas organizativas con porcentaje de vialidad entre el 20% y el 30% cuya superación genera despilfarro de suelo y sobrecoste de urbanización.

Respecto a los niveles de servicio adoptados para cada elemento de la urbanización, se detecta que los que más influyen en la producción del coste son la pavimentación y el drenaje, aunque, como es obvio, el coste de urbanización depende del nivel referencial de urbanización que se adopte: Existencia o no de servicios tecnológicamente más adelantados (telecomunicaciones, recogida de basuras, etc.), implantación de los servicios (subterránea en zanjas o galerías de servicios), niveles de dotación adoptados, garantías de suministro (redes en malla o arbóreas) y a la calidad y coste de los elementos de la urbanización.

El elemento de urbanización que comporta mayor ahorro según el tipo de nivel referencial que se adopte es la pavimentación. En el coste de la red de saneamiento influirá la decisión de red separativa o unitaria, máxime si se opta por conducir aguas pluviales por calzada. El nivel de alumbrado a alcanzar y el tipo de luminarias y soportes influyen de manera importante en las variaciones de coste de este servicio, dentro de su pequeña relevancia en la formación del coste total.

INCASOL⁵, estableció unas estimaciones sobre la participación porcentual de costes de cada servicio, realizadas en base a sus actuaciones:

⁴ CAMINOS, Horacio and GOETHERT, Reinhard. Elementos de urbanización: Valoración de proyectos, análisis del emplazamiento, p. 331.

⁵ Institut Català del Sòl, (entidad pública urbanística especial de la Generalitat de Catalunya).

SERVICIO URBANÍSTICO	ACTUACIÓN INDUSTRIAL	ACTUACIÓN RESIDENCIAL
Viarío	48-50 %	52 - 54 %
Suministro energía eléctrica	19 - 21 %	15 - 17 %
Evacuación de aguas	12-14 %	13 - 15 %
Distribución agua potable	4 - 6 %	4 - 5 %
Alumbrado público	5 - 7%	6 - 9 %
Abastecimiento de gas	3 - 4 %	2 - 3 %
Telecomunicaciones	3 - 5 %	3 - 5 %

Tabla núm. 8-1: Participación porcentual de costes de cada elemento de la urbanización (INCASOL)

Se puede observar como el criterio general de participación porcentual es similar en el caso de urbanización industrial y residencial, aunque difieren en algunos aspectos: En la urbanización industrial el sistema viario, alcantarillado, alumbrado público es porcentualmente un poco más bajo que en la urbanización residencial, mientras que el abastecimiento de agua y la red de gas. la participación porcentual es más elevada. En cuanto a las telecomunicaciones, estas no presentan diferencia de costes.

Los estudios de estimación de costes de urbanización utilizan dos tipos de métodos; los que enfocan el análisis a partir de la aplicación a diferentes propuestas de ordenación de un mismo nivel referencial de servicios, estimado el coste total por adición del de cada uno de ellos; y los de estimación empírica, por correlación directa del coste con las variables más destacada de la ordenación. Se estima que este último es más fiable porque un muestreo amplio permite cubrir una amplia gama de condiciones físicas y topográficas (Herce, M. – 2006)⁶.

A mediados de los años 80⁷, INCASOL desarrollo trabajos y estudios sobre estimación del coste de urbanización por procedimientos empíricos, a partir de un denominado módulo de superficie de viales (MSV), estableciendo correlaciones entre el coste unitario de vial urbanizado con el tamaño de la urbanización, logrando ajustar una curva de correlación.

En otra investigación⁸ realizada en el año 1988 sobre una treintena de actuaciones de desarrollo urbano promovidas por INCASOL, entre 1980 y 1986, se demuestra que las variaciones de este

⁶ HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 129.

⁷ ALABERN I VALENTÍ, Eduard, GUILMANY CASADEMON, Carles and Catalunya. Avaluació del cost de les obres d'urbanització pel mètode M.S.V., p. 138.

⁸ ALABERN I VALENTÍ, Eduard. La previsió de costos d'urbanització pel mètode M.S.V.: Actualització a desembre de 1987, p. 149.

coste unitario de producción de suelo urbanizado son directamente proporcionales al porcentaje del viario y a la longitud del viario.

Las variables más relevantes, en el comportamiento de los costes unitarios de urbanización, deducidas tanto de los resultados de comprobaciones analíticas como empíricas en los diversos trabajos y autores analizados, pueden resumirse en:

- Respecto a la eficiencia de la ordenación del sector, el porcentaje y longitud por hectárea del viario (eficiencia superficial y lineal) se correlaciona directamente con el coste unitario de producción de suelo.
- Distribuciones parcelarias rectangulares reducen el coste unitario respecto a distribuciones parcelarias cuadradas.
- El tamaño de la actuación conlleva economías de escala en la producción de la urbanización.
- Los niveles referenciales de prestación de servicios y de los materiales empleados influye de manera importante.

El verdadero problema de la urbanización es “el que emana de la concepción de sus infraestructuras técnicas. Así se toman como referentes obligados de toda actuación los mismos niveles de servicio, los mismos estándares de dimensionado y las mismas soluciones de construcción, para muy diferentes requerimientos de los usuarios, en mimética aplicación de unas normativas no siempre adecuadas” (Herce, M. – 2006)⁹.

En la fase de redacción del proyecto técnico de ejecución de la urbanización, el cálculo del coste de inversión se estructura en dos partes:

- 1.) Presupuesto de ejecución material (PEM): Corresponde a la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas, entendiéndose por unidad de obra el conjunto de recursos necesarios para construir un todo indivisible que queda integrado en una obra, y que constituye la parte más pequeña en que la obra se considera dividida en un presupuesto, de forma que es susceptible de ser medida y certificada como unidad de obra.

Para el precio unitario de cada unidad de obra se tienen en cuenta los costes que intervienen: Mano de obra, maquinaria y materiales, aplicando los rendimientos correspondientes.

⁹ HERCE and MIRÓ FARRERONS. El soporte infraestructural de la ciudad, p. 136.

2.) Presupuesto de ejecución por contrata (PEC): Es el presupuesto total de la inversión, y contempla también al PEM, los gastos generales de la empresa y el beneficio industrial.

La variación distinta de los costes que intervienen en una unidad de obra, hace que la evolución de los costes de la urbanización no siempre sean equivalentes de unas unidades de obra con otras e incluso con la variación del IPC¹⁰ u otros índices más específicos como el IPRI¹¹. En la siguiente tabla se refleja la evolución que han tenido los costes de mano de obra, y determinados materiales con incidencia importante en la ejecución de la urbanización (cemento, aluminio, cobre, etc.), desde el año 1989 hasta el año 2008:

PERIODO	MANO DE OBRA	CEMENTO	SIDE-RURIA	LIGANTES	ALUMINIO	CERAMICA	COBRE	MADERA	ENERGIA
2008	365,33	1.707,7	1.173,7	1.697,7	657,9	1.460,9	806,7	1.730,5	2.190,3
2007	360,44	1.675,5	1.071,4	3.226,1	779,1	1.474,5	1.596,7	1.715,3	2.824,3
2006	347,88	1.577,9	1.073,0	2.108,7	889,9	1.411,2	1.784,1	1.615,6	2.335,6
2005	340,32	1.445,5	977,9	2.144,0	858,0	1.314,5	1.363,3	1.566,2	2.414,8
2004	329,84	1.375,0	1.010,3	1.226,2	763,2	1.262,2	841,6	1.532,5	1.962,2
2003	321,33	1.318,4	716,2	1.402,0	716,9	1.223,8	639,9	1.513,4	1.804,7
2002	314,07	1.342,9	709,8	1.462,8	729,7	1.218,1	564,6	1.505,8	1.907,9
2001	303,36	1.297,3	688,5	1.341,1	773,8	1.197,6	590,2	1.482,4	1.760,5
2000	296,99	1.247,4	719,3	1.585,6	801,0	1.238,3	739,2	1.475,8	2.079,3
1999	287,57	1.265,5	668,4	1.216,3	699,4	1.226,3	627,2	1.450,8	1.736,9
1998	280,58	1.247,9	670,6	944,2	636,7	1.017,7	463,5	1.419,9	1.404,1
1997	277,26	1.212,3	716,3	1.106,9	670,9	977,2	573,0	1.392,1	1.595,8
1996	272,83	1.223,4	666,0	1.097,2	618,2	971,1	640,7	1.363,5	1.658,5
1995	265,74	1.206,8	689,8	967,8	662,9	960,8	772,4	1.355,2	1.476,2
1994	256,45	1.170,7	686,1	935,6	633,6	921,0	830,6	1.272,0	1.424,5
1993	247,68	1.129,4	630,3	810,1	484,8	917,7	511,6	1.197,5	1.365,6
1992	237,60	1.058,4	555,8	872,7	475,6	925,1	528,6	1.163,3	1.309,7
1991	226,98	1.133,3	576,3	826,2	443,6	944,7	473,9	1.140,5	1.203,2
1990	216,83	1.151,2	684,2	990,1	643,9	950,8	511,4	1.125,0	1.215,4
1989	205,57	1.105,5	682,6	844,5	681,1	924,9	605,8	1.104,3	1.085,5

Tabla núm. 8-2: Índice de revisión de precios de obras estatales, en el periodo 1989 – 2008 ¹²

En la siguiente gráfica se ha representado la línea de tendencia en la evolución de cada uno de estos nueve índices, durante el período 1989 - 2008, indicando el coeficiente de determinación R² para cada caso.

¹⁰ Índice de Precios de Consumo, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística.

¹¹ Índice de Precios Industriales, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística.

¹² Índice de revisión de precios de obras estatales en la Península Y Baleares, publicados por el Ministerio de Fomento, en base al Decreto 3650/1970 de 19 de diciembre por el cual se aprueba el cuadro de fórmulas tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras del Estado y Organismos autónomos, publicado en el BOE nº311/1970, el 29 de diciembre de 1970.

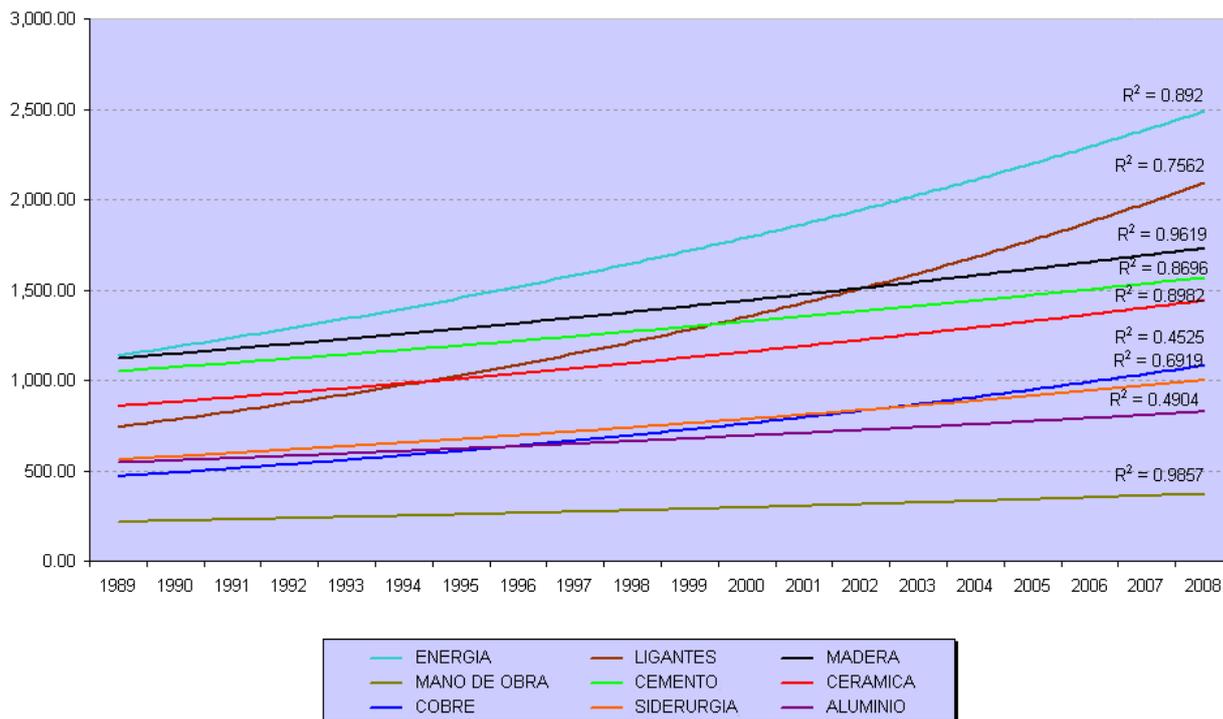


Figura núm. 8-1: Evolución de los índices de costes de la construcción en el periodo 1998 – 2008¹³.

De la gráfica anterior se pueden concluir los siguientes aspectos:

- No todos los materiales han tenido el mismo incremento de coste con el transcurso del periodo estudiado.
- Porcentualmente, el incremento de costes de los materiales ha sido superior al de la mano de obra directa en la ejecución de la urbanización.
- La energía y los ligantes (proceden del petróleo) son los que presentan una tendencia al incremento del coste más acusado en los últimos años del estudio. Este incremento de costes incidirá en los de pavimentación de las calles de las áreas productivas.
- El aluminio y los materiales siderúrgicos porcentualmente han tenido un menor incremento de precio, favoreciendo a una teórica reducción de costes de las redes de distribución de energía eléctrica.

Para completar el estudio de la evolución de los costes de urbanización, se planteas dos comparativas, en donde por una parte se muestra los datos anuales del IPC y del IPRI, y por otra parte los valores acumulados, en el periodo de estudio 1998 – 2008.

¹³ Corresponde a los índices de la mano de obra, la energía, el cobre, los ligantes, el cemento, los materiales siderúrgicos, la madera, los materiales cerámicos y el aluminio. Gráfica de elaboración propia.

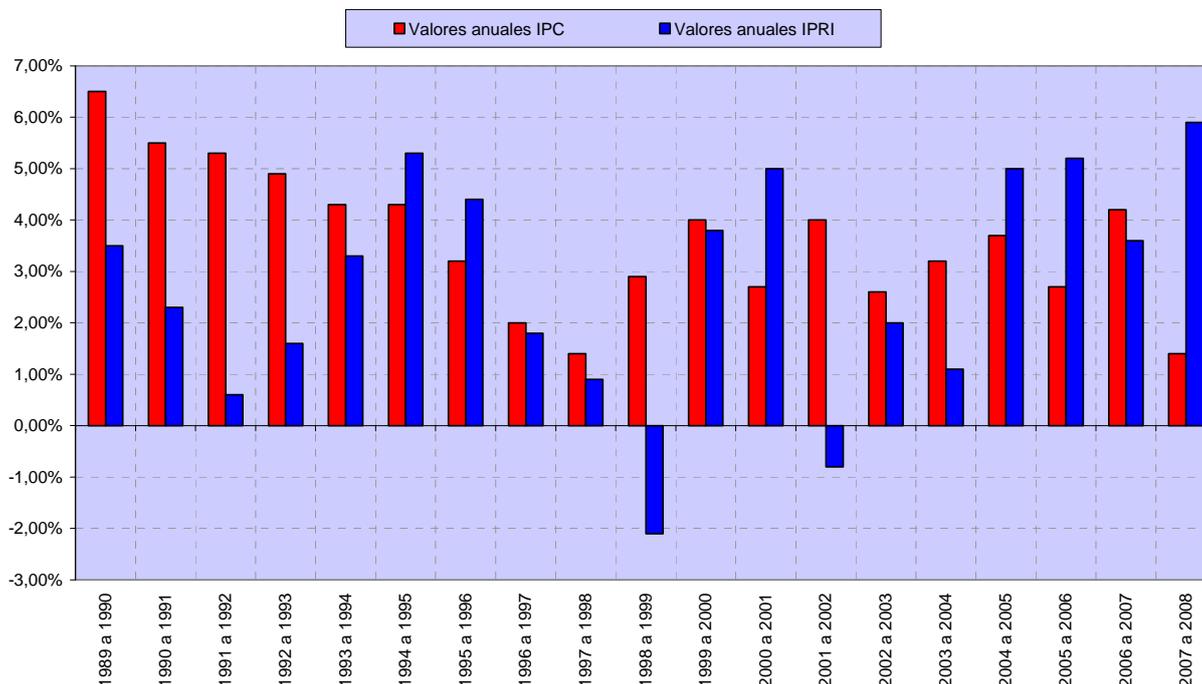


Figura núm. 8-2: Comparativa valores anuales de IPC y IPRI, en el periodo 1989 – 2008.

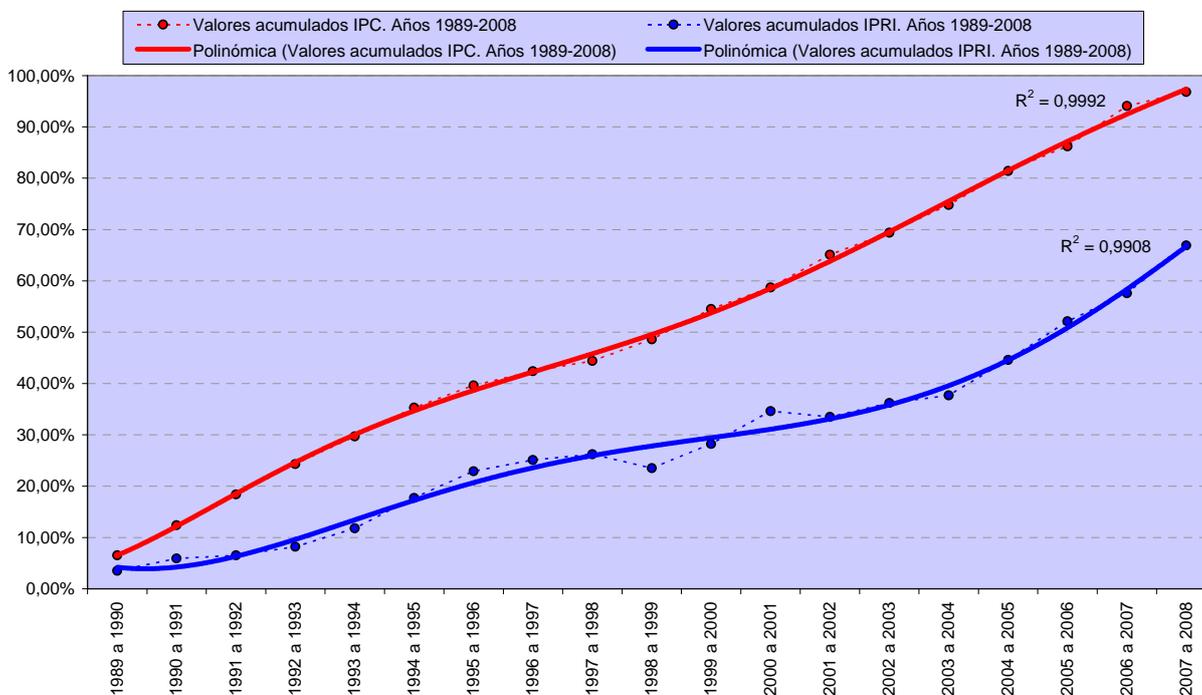


Figura núm. 8-3: Incremento acumulador anual del IPC y IPRI, en el periodo 1989 – 2008.

En la gráfica que hemos elaborado, se observa como los dos índices (precios al consumidor IPC y precios industriales IPRI), aun incrementándose con el tiempo, su evolución porcentual es distinta, presentando el IPC un incremento muy superior, es decir, los precios de los productos industriales se han mantenido más.

A todo ello hay que tener en cuenta además, la mejora de calidad y prestaciones que han ido incorporando los productos industriales, beneficiándose el coste total de la ejecución de la urbanización.

Por ejemplo, en el caso concreto de la luminaria modelo Libra, para las mismas características, el precio en el año 2008 era de 331'75 €, mientras que en el año 2011 era de 336'00 €, un incremento de 1'28%, cuando aplicando el incremento de IPC en estos años le correspondería 5'2%. Además la luminaria incorpora mejoras técnicas, que permiten adaptarse a nuevas normativas, mejora de facilidad de mantenimiento, mayor rendimiento, etc.



Figura núm. 8-4: Luminaria modelo Libra, fabricada por Indal¹⁴.

En conclusión el incremento porcentual de los costes de la mano de obra en determinados tipos de infraestructuras, producida en el transcurso de los años, ha sido parcialmente aminorado por la reducción de los costes de determinados materiales que intervienen en su construcción.

¹⁴ INDAL Luminaria para alumbrado público, modelo Libra.

8.3. EL COSTE DE MANTENIMIENTO

La valoración de los costes de mantenimiento incluye la limpieza viaria, la limpieza de los elementos de saneamiento, el consumo energético del alumbrado, la renovación del mobiliario urbano y el mantenimiento de la jardinería, entre otros.

Además de las consideraciones de mantenimiento específicas de cada red, hay que considerar los costes de mantenimiento y reposición en base a la durabilidad de los materiales, considerando un periodo de 25 años, que es el tiempo de explotación o vida útil comúnmente aceptado para una obra de urbanización.

Un programa de mantenimiento que considere la intensidad del uso, la agresividad del ambiente y el diseño del espacio urbanizado, reporta beneficios evidentes: El mantenimiento continuado y periódico permite disfrutar de un uso saludable, seguro y práctico e las áreas urbanizadas y, al mismo tiempo, evita el deterioro prematuro y garantiza e funcionamiento de las instalaciones.

En el dimensionado y diseño de las distintas redes, en los últimos años se ha alcanzado niveles de despilfarro importantes. El servicio más claro que demuestra esta afirmación es el alumbrado público, con un consumo desproporcionado en general. Áreas productivas que durante la noche no hay ningún tipo de actividad, y se encuentran funcionando a plena carga, incluidas las zonas verdes, y con un nivel de iluminación (lux) elevado.

El mantenimiento de la urbanización se puede categorizar en dos tipos (Bellmunt, R. – 1991)¹⁵:

- Pavimentación y mobiliario urbano, que depende del clima, de la zona geográfica, del nivel de polución y de la acción de las personas que, de alguna manera, utilizan la zona donde se encuentra el elemento.
- Redes urbanas, la complejidad de las cuales requiere personal técnico cualificado para desarrollar los trabajos adecuados de mantenimiento. En este caso, influye la localización de la instalación, si tiene carácter público o privado, las condiciones de infraestructura: general o de red privada, y las características del entorno: terreno, clima, etc.

Las operaciones de mantenimiento más habituales en los distintos elementos de la urbanización son:

¹⁵ BELLMUNT I RIBAS, Rafael and CASADO MARTÍNEZ, Natividad. Manteniment, urbanització: Fitxes, p. 74.

8.3.1. Pavimentación

- Limpieza superficial.
- Recogida de hojas, papeles y restos.
- Inspección del pavimento detectando fisuras, arrastres o cualquier otro tipo de lesión.
- Substitución de piezas defectuosas, sellado de juntas u otros defectos.
- Aplicar herbicida.

8.3.2. Distribución de agua potable

- Inspección y limpieza de válvulas de paso, de retención y de desguace.
- Inspección y limpieza de ventosas.
- Inspección y limpieza de arquetas.
- Inspección de la red para detectar posibles fugas.
- Reparación de averías.
- Limpieza y desinfección de los tramos reparados.
- Limpieza de los sedimentos y las incrustaciones formadas en el interior de las canalizaciones.
- Lubricación y pintado de válvulas y otros elementos.
- Verificación de la accesibilidad y la señalización de los hidrantes y la existencia de tapones en todos los racores de salida.
- Limpieza y reparación de los hidrantes.
- Comprobación de la presión estática de los hidrantes, con un manómetro acoplado a la salida.
- Comprobación de los caudales y las presiones de diseño del hidrante situado en el punto hidráulicamente más desfavorable con todas las salidas en funcionamiento.
- Comprobación del funcionamiento de las instalaciones de riego, el caudal y la presión de servicio.
- Comprobación del funcionamiento de los aspersores.
- Verificación del funcionamiento del sistema de programación automática de riego.
- Limpieza e inspección de las arquetas de las bocas de riego enterradas y reparación de los desperfectos que puedan tener.

8.3.3. Evacuación de aguas

- Limpieza de imbornales pluviales y vigilancia de que siempre haya agua en el cierre hidráulico.
- Limpieza de pozos de registro y reparación de los posibles desperfectos.
- Limpieza de canalizaciones y de las conexiones a las parcelas.

- Eliminación de posibles obstrucciones: Raíces, arenas o grasas.
- Localizar y reparar las causas de fugas en colectores.
- Localizar y substituir los tubos rotos o agrietados.
- Inspeccionar los rebosaderos pluviales después de lluvias torrenciales, incluyendo la limpieza, y substituyendo los elementos rotos o desaparecidos.
- Limpiar los sedimentos depositados en los areneros.
- Comprobación del funcionamiento de las cámaras de descarga, incluyendo la reposición en caso de elementos rotos o desaparecidos.

8.3.4. Suministro de energía eléctrica

Estaciones transformadoras

- Revisión del estado de conservación de los locales de las estaciones transformadoras y limpieza de las rejillas de ventilación, la señalización de seguridad, la rotulación de socorro y el material de seguridad.
- Revisión del líquido refrigerante del transformador, del funcionamiento del termómetro, de los interruptores, contactos y el funcionamiento del sistema auxiliar.
- Revisión de los dispositivos de parada, cortacircuitos de alta tensión y de los seccionadores de la estación transformadora.
- Reparación de los defectos que se encuentre en el equipo transformador en cada revisión.
- Revisión de la continuidad del circuito de puesta a tierra y medida de la conexión a tierra en la época más seca.
- Revisión de los conductores de enlace, y los electrodos de conexión a tierra.
- Medición de las tensiones de paso y de contacto de la línea de conexión a tierra.
- Reparación de los defectos localizados en la línea de conexión a tierra.
- Limpieza del foso y comprobación de la evacuación de líquidos del depósito de grasas, cada vez que sea necesario cambiar o reponer el líquido refrigerante.

Suministro eléctrico

- Inspección del estado de conservación, la continuidad y el aislamiento de los conductores en las conexiones registrables.
- Inspeccionar la continuidad y la conexión a tierra del neutro en los puntos registrables.
- Inspeccionar las distancias y las separaciones mínimas, en paralelismos y cruzamientos con otras instalaciones, en los puntos registrables y siempre que se habrá una zanja por avería, o por modificación de alguna red.

- Reparación de los defectos detectados, incluyendo la protección de los cables, el relleno de las zanjas y la reposición del pavimento tal como estaba inicialmente.
- Inspeccionar el estado de conservación exterior de los armarios de distribución urbana, de los mecanismos de cierre y de las conexiones eléctricas.
- Reparación de los defectos detectados.

8.3.5. Alumbrado público

- Reposición y sustitución de lámparas y ocasionalmente de los equipos auxiliares.
- Limpieza de las luminarias y de sus sistemas ópticos.
- Reparación de los reflectores y nuevo pulido.
- Comprobación de la fijación y verticalidad de los soportes.
- Verificación del estado del báculo y de la trampilla.
- Revisar mecánicamente los elementos de la luminaria.
- Repaso de la pintura de los soportes no galvanizados.
- Poda estacional de los árboles en la parte que constituye una obstrucción al flujo luminoso.
- Verificación del horario de encendido y apagado del alumbrado.
- Verificación de la conexión a tierra de los soportes.
- Verificación del aislamiento de las partes metálicas de luminarias y soportes.
- Inspección de la red eléctrica: líneas, conexiones, protección, cuadros eléctricos, etc.

8.3.6. Telecomunicaciones

- Inspección del estado de conservación y de fijación al soporte de los armarios de enlace, armarios de base y armarios de registro.
- Inspección las canalizaciones y sus conexiones, los registros y las fijaciones en las arquetas de registro.
- Reparación de los defectos detectados.

8.3.7. Abastecimiento de gas

- Control de la presión efectiva del gas canalizado en las redes urbanas, a la salida de las centrales de regulación y compresión.
- Control de la estanqueidad de la red urbana.
- Comprobación del estado de las canalizaciones; en particular, el estado de oxidación de los tubos de acero.
- Reparación de fugas o averías.

- Control de la protección catódica de la instalación: revisión de los aparatos de protección y control del potencial de la canalización respecto a la tierra.

La ejecución de las operaciones de mantenimiento dependerá de la titularidad de cada infraestructura. Así las operaciones de mantenimiento de la pavimentación y alumbrado público son a cargo del ayuntamiento o propietario del área productiva, mientras que las redes de servicios son a cargo de las empresas que explotan y comercializan el servicio¹⁶.

Haciendo una inspección visual en diversas áreas productivas, se puede concluir que en general el mantenimiento no es bueno. En una inspección ocular en el Polígono Industrial Riu Clar de Tarragona, rehabilitado por INCASOL hace cinco años, nos encontramos con un nivel de mantenimiento bajo: Falta de limpieza, tapas de farolas abiertas, arquetas sin tapas, señalización vertical deteriorada, etc.

Véanse algunos ejemplos de las patologías observadas:



Figura núm. 8-5: Arenas arrastradas por el efecto de la lluvia, en un paso de peatones¹⁷.

¹⁶ Las redes de suministro de energía eléctrica, telecomunicaciones y abastecimiento de gas, siempre el mantenimiento corre a cargo de la Compañía suministradora, mientras que las redes de abastecimiento de agua y evacuación de aguas, depende si el ayuntamiento o propietario del área productiva asume directamente la explotación de estas redes o ha concesionado dicho servicio a una empresa externa.

¹⁷ Polígono Industrial Riu Clar, Tarragona. (Fotografía del archivo personal del autor).



Figura núm. 8-6: Restos de basuras en la acera¹⁸.



Figura núm. 8-7: Falta de mantenimiento de la jardinería¹⁸.



Figura núm. 8-8: Señalización vertical en mal estado¹⁸.

¹⁸ Polígono Industrial Riu Clar, Tarragona. (Fotografías del archivo personal del autor).



Figura núm. 8-9: Señalización vertical en mal estado¹⁹.



Figura núm. 8-10: Farola con la trampilla abierta¹⁹.



Figura núm. 8-11: Arqueta de alumbrado sin la tapa¹⁹.

En la visita al Polígono Industrial Francolí, de Constantí, una de las áreas productivas seleccionadas para su estudio en esta investigación, los resultados de la inspección visual sobre el estado del mantenimiento fueron, en general, mejores, aunque también se detectaron diversas patologías interesantes de constatar a continuación.

¹⁹ Polígono Industrial Riu Clar, Tarragona. (Fotografías del archivo personal del autor).



Figura núm. 8-12: Hidrante con bocas sin tapa²⁰.



Figura núm. 8-13: Señalización vertical arrancada²⁰.



Figura núm. 8-14: Grafitis en estación transformadora y armario de distribución eléctrica sin puerta²⁰.



Figura núm. 8-15: Armario de distribución de telecomunicaciones sin tapa en zócalo²⁰.

²⁰ Polígono Industrial Francolí, Constantí, Tarragona. (Fotografías del archivo personal del autor).



Figura núm. 8-16: Columna alumbrado con golpes²¹ **Figura núm. 8-17:** Columna de alumbrado retirada²¹.



Figura núm. 8-18: Pavimento hundido y con baches²¹.

²¹ Polígono Industrial Francolí, Constantí, Tarragona. (Fotografías del archivo personal del autor).

8.4. EL COSTE AMBIENTAL

En el coste ambiental se tienen en cuenta los aspectos ambientales, como son las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero en la fabricación, transporte y puesta en obra de los materiales utilizados en la construcción de cada elemento de la obra, el consumo energético en las mismas operaciones, la calidad del agua resultante de los sistemas de canalización y el uso de materias primas provenientes de reciclaje de materiales renovables.

Este coste puede ser contrario al criterio de coste económico, ya que materiales que cumplen con los requisitos ambientales pueden dar lugar a inversiones mayores. Así podemos comparar dos soluciones técnicas habituales en la construcción de aceras y comparar su coste económico y su coste ambiental. (Casademont, X. – 2011)²².

F9651105 m Bordillo recto de piezas de hormigón, monocapa, con sección normalizada peatonal A1 de 20x14 cm, 21,87 € de clase climática B, clase resistente a la abrasión H y clase resistente a flexión S (R-3,5 MPa), según UNE-EN 1340, colocado sobre base de hormigón HM-20/P/40/I de 10 a 20 cm de altura, y rejuntado con mortero M-5

Consumo	Peso	Costo energètico		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	208,44	228,38	63,44	26,32
agua	7,01	0,042	0,012	0,0020
árido	116,88	17,53	4,87	0,94
cemento	11,05	41,76	11,60	9,21
hormigón prefabricado	73,50	169,05	46,96	16,18
Total	208,44	228,38	63,44	26,32

Residuo	Peso (Kg)	Volumen (m3)
Separación selectiva por códigos LER (Lista Europea de residuos) específicos	3,68	0,0022
Residuo de obra	3,50	0,0014
170101 (hormigón) inertes	3,50	0,0014
Residuo de embalaje	0,18	8,47E-04
150102 (envases de plástico) no peligrosos (no especiales)	0,0060	6,56E-06
150103 (envases de madera) no peligrosos (no especiales)	0,18	8,41E-04

Figura núm. 8-19: Cálculo del coste de ejecución material de un bordillo de hormigón y su coste ecológico¹⁹.

En la figura se muestra el coste ambiental, en tres conceptos finales: Kg de emisiones de CO₂, y, Kg de peso de residuos y m³ de volumen de residuos.

²² CASADEMONT I TORRENTS, Xavier and Banc Estructurat de Dades Alfanumèriques sobre Elements Constructius. Preus de referència d'obra nova i manteniment d'enginyeria civil, de seguretat i salut, assaigs de control de qualitat i despeses indirectes: 2011, p. 537.

TCQ F961A477 m Bordillo recta de piedra granítica escuadrada, abujardada, de 10x25 cm, colocado sobre base de hormigón HM-20/P/40/I de 10 a 20 cm de altura, y rejuntdo con mortero **31,09 €**

Consumo	Peso	Costo energético		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	168,64	56,81	15,78	8,99
agua	5,43	0,033	0,0091	0,0016
árido	89,22	13,38	3,72	0,71
cemento	8,36	31,58	8,77	6,96
piedra natural	65,63	11,81	3,28	1,31
Total	168,64	56,81	15,78	8,99

Residuo	Peso (Kg)	Volumen (m3)
Separación selectiva por códigos LER (Lista Europea de residuos) específicos	3,31	0,0021
Residuo de obra	3,13	0,0013
170504 (tierra y piedras que no contienen sustancias peligrosas)	3,13	0,0013
Residuo de embalaje	0,18	8,47E-04
150102 (envases de plástico)	0,0060	6,56E-06
150103 (envases de madera)	0,18	8,41E-04

Figura núm. 8-20: Cálculo del coste de ejecución material de un bordillo de granito y su coste ecológico¹⁹.

Se comprueba como el bordillo de hormigón es aproximadamente un 40 % más económico en precio de mercado, que el bordillo de granito, pero por el contrario las emisiones de CO₂ a la atmósfera son aproximadamente un 65% superiores, es decir el coste ambiental es muy superior.

Los costes ambientales son difícilmente computables bajo un solo parámetro, y más con criterios crematísticos. De hecho la tendencia es la de contemplar una rica variedad de estadísticas físicas, a pesar de estar expresadas en unidades diferentes, para dar un enfoque realista, descartando llegar a un indicador único y sintético (Martínez, J. – 1999)²³.

En concreto, C. Field²⁴ (2000), establece que los medios para reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera (por medio de la implementación de calderas con combustión de gas natural, reforestación estratégica, etc.) tienen un coste de entre 100 i 300 € por tonelada de CO₂, es decir, 0,2 €/Kg emitido de CO₂. Con razonamientos análogos, se establece el coste ecológico de la energía en 0'03 €/MJ. La calidad del agua efluente de los sistemas de depuración de agua se computará por el precio de tratamiento para reutilizarla en usos secundarios.

²³ MARTÍNEZ ALIER, Joan. Introducció a l'economia ecològica, p. 142.

²⁴ FIELD, Barry C. Natural resource economics: An introduction, p. 477.