

# **SOBRE E INFRA DIMENSIONAMIENTOS EN DEPARTAMENTOS DE DIAGNOSTICO POR IMAGEN. MOTIVOS Y CONSECUENCIAS.**

J.A. GARCIA RUIZ. Ingeniero Superior Industrial. Licenciado en Gestión Comercial y Marketing. Profesor de Planificación y Diseño de Departamentos de Diagnostico por Imagen de la UOC. jose.garcia@alrad.es

## **Resumen**

En estos tiempos las técnicas de imagen han adquirido una enorme popularidad. No solo la vieja radiología, con más de un siglo, sino técnicas como la Ecografía, Resonancia Magnética y el TAC. Solo hay que preguntar a una embarazada sobre su cita para la ecografía de control, o los artículos en la prensa sobre la resonancia de menisco de un importante futbolista. Esta aceptación social ha ido en paralelo a la capacidad de diagnóstico de las técnicas de imagen y a su importancia en la solución de los problemas de salud que tienen los pacientes. Los últimos treinta años han aportado un extraordinario bagaje técnico y de conocimiento médico, y también un importante incremento de la demanda de los departamentos de radiología, hasta devenir en los actuales departamentos de Diagnostico por Imagen.

Tanta es la nueva tecnología se ha integrado, que el clásico Servicio de Radiología se ha quedado pequeño. No solo se explora con rayos x sino con muchas más técnicas de adquisición de imágenes, y pronto habrá más posibilidades.

Lo que hace treinta años se podía hacer en un tablero de dibujo precisa ahora muchas más herramientas para hacerlo con corrección. Los proyectos de los Servicios de Radiología, que antes consistían, en la mayor parte de los casos, en colocar equipos juntos con un cierto orden, han devenido en proyectos de Servicios o Departamentos, o Unidades de Diagnostico por Imagen, donde conviven múltiples modalidades haciendo tareas no solo diagnósticas sino cada vez mas terapéuticas.

La película radiográfica, que aún pervive en la mitad de los hospitales, y en curso rápido de desaparición, marcó una larga época como medio de captación de las imágenes, base diagnóstica, y de archivo. Ahora con los PACS y la informática ha cambiado de forma total la organización del departamento, su funcionalidad y muchas de las tareas, y no solo del departamento, y aquí está una de las grandezas del diagnóstico por imagen, sino de todo el hospital.

La planificación de estos departamentos es hoy una tarea más complicada que hace treinta años, por su dificultad y por los costes que arrastra su posterior funcionamiento. No sirven las viejas rutinas de entonces, hace falta información y herramientas.

Un primer paso en el proyecto de un departamento de imagen es su planificación, y pretendemos analizar en este trabajo los problemas de dimensionamiento, revisando los dos errores que se cometen en la mayoría de los proyectos actuales, donde se incrementan los recursos por encima de las necesidades, o bien, en la mayoría, se infra dotan de espacio y medios y por tanto no pueden cumplir la función prevista.

Hemos tomado casos reales actuales como ejemplos, donde lo importante es su contenido, no su ubicación, recordando que son cotidianos al quehacer actual en los proyectos de diagnóstico por imagen en la mayor parte de los centros tanto hospitalarios como de externos, públicos o privados.

## **Abstract**

By these time imaging techniques have gained enormous popularity. Not only old radiology, with more than a century, but techniques such as the Ultrasound, MRI and CT. We need only ask a pregnant woman on your appointment to the ultrasound control, or articles in the press about the resonance of the meniscus of an important football player. This social acceptance has been parallel to the ability of diagnostic techniques of image and their importance in solving health problems of the patients.

The last thirty years have provided a special technical expertise and medical knowledge, and also an extraordinary increase in the demand for the departments of Radiology, to become the actual departments of diagnostic imaging. So much new technology has been integrated in the classic Department of Radiology has become small. Not only explores with x-rays but with many more techniques for image acquisition, and soon there will be more diagnostic and therapeutic procedures.

What in 30 years ago could be enough in a drawing board, now more tools are needed to do it properly. The projects of the radiology services, formerly consisting, in most cases, putting together equipments with a certain order, have become projects of services, departments, or units of diagnostics imaging, where exist multiple modalities doing tasks not only diagnostic but increasingly more therapeutic.

Radiographic film, that still survives in the half of hospitals, and scored a long time as a means of capturing images, is today in rapid course of disappearance, and was the base for diagnostic, and file. Now with the PACS and Informatics the department, its functionality, and many tasks, and not only the department organization have changed completely, and here is one of the magnitudes of the diagnosis by images, but throughout the hospital.

Planning of these departments is today a task more complicated than thirty years ago, by their difficulty and costs pulls its subsequent operation. Old planning routines are useless and it is needed information and tools.

A first step in the project of a imaging department is its planning and we intend to analyze the problems of dimensioning, reviewing the two errors committed in the majority of current projects, where increased resources from the needs or, at is happening mostly, not required space and resources and therefore unable to meet the intended function. We have taken current actual examples, where the more important is its contents, not its locations, recalling that they are very common in current projects of diagnostic imaging in most of the hospitals and external praxis, public or private.

## **Introducción**

No es fácil calcular un departamento de Diagnóstico por Imagen. Aunque muchos piensan que si lo es; coloca recortes de espacios que necesitan cada modalidad, de la forma más armónica posible, en el plano de pilares, de la planta donde se ha de ubicar el departamento y tras algunos intentos el diseño está hecho. Este es el comienzo, después vienen las consecuencias, que nunca recaen sobre el responsable del juego del rompecabezas, sino sobre los pacientes, el personal que atiende el departamento y finalmente sobre el contribuyente.

Los casos reales que se presentan de forma cotidiana en la práctica hospitalaria permiten acometer un estudio de las causas y consecuencias que resultan de la falta de planificación de los Departamentos de Imagen. Nos referimos a planificación, porque el diseño debe ser motivos de varios artículos adicionales. Varios, porque son numerosos los errores, y merece la pena discutirlos individualmente con el objetivo claro de eliminarlos, o al menos atenuarlos lo mayor posible.

La planificación del Departamento no va aislada de la del Hospital donde va insertado, si se trata de un centro hospitalario. Y tampoco es muy diferente si se ubica de un Centro de Salud. Si es diferente en el caso de una Consulta Privada, no solo por sus características de negocio, sino por las consideraciones de atracción sobre los pacientes que acudirán al departamento a hacerse sus exámenes de imagen.

Todos los Departamentos tienen un punto común de coincidencia en su origen, este es el paciente, expresado de forma genérica, y los exámenes que van a realizar, o realizan, y que son la base de su existencia. ¿Pero si los pacientes y los exámenes son la base de su existencia, porque existen estos problemas de planificación? Parece sencillo determinar cuántos hay y hacer un simple cálculo para atenderlos. No es difícil, ciertamente, no es algebra diferencial, pero raramente se hace con un mínimo

rigor. Unas veces por falta de coordinación entre el equipo de planificación, otras muchas por desconocimiento de los datos básicos, como la población, la frecuentación, los procesos clínicos, etc. ¿Cuántas zonas conocen hoy sus frecuentaciones totales? No digamos por modalidad. No sirve solo conocer la frecuentación pública, hay que conocer la total de la zona, para planificar a medio y largo plazo con cierta precisión. Aquí comienza el problema del incorrecto dimensionamiento del departamento de imagen.

El equipamiento de Diagnóstico por Imagen forma, mayoritariamente, parte de ese 1,5 a 2 por ciento del gasto sanitario, que diversos estudiosos del tema indican como coste de la alta tecnología en la sanidad. Este porcentaje, que es inversión, llega a aproximarse a cifras entre el 10 y 15 por ciento al considerar el gasto total de un centro hospitalario, cuando se añaden el resto de los recursos del sistema productivo. Y cantidades mayores cuando el propio centro difícilmente puede controlar sus gastos al tener, por la fuerza de las circunstancias, que subcontratar exámenes a proveedores externos al centro. Este no dispone de los medios adecuados para satisfacer su demanda de exámenes y paga, en general, un precio muy superior a sus costes reales en caso de producción propia.

Los casos que vamos a analizar tienen sus raíces en la planificación y posterior diseño de las instalaciones donde se va a producir el proceso productivo. Es como si los proyectistas de fabricas de automóviles proyectaran instalaciones sin valorar la demanda a satisfacer, y por tanto sin base suficiente para proyectar la capacidad de producción. Los automóviles tendrían costes fuera de mercado y no serían vendibles. En nuestro entorno sanitario el producto es casi siempre vendible, si bien no siempre son conocidos los costes con suficiente transparencia, ni en el sector privado ni el público.

Intuitivamente se apuesta a que es más fácil resolver un problema de sobredimensionamiento. El espacio sobrante puede dedicarse a otras actividades hospitalarias. Ningún hospital occidental dedicado a agudos ha dejado de crecer en los últimos treinta años. El problema es la mayor necesidad de espacio. Ahora bien, otro asunto es si el sobredimensionamiento ha ocasionado la adquisición e instalación de equipos y la dotación de personal y otros recursos adicionales y con el tiempo observamos la baja ocupación del departamento.

Un infradimensionamiento tiene como respuesta el hacinamiento de pacientes para realizar exámenes, con reducciones en la productividad del personal por colisiones entre los flujos de pacientes y de personal y una consiguiente subcontratación con medios externos, salvo que sea posible encontrar espacio en el centro sanitario para la expansión del departamento de imagen. Esta subcontratación no es, en general, más económica que la producción propia, a menos que coincida con una bajísima productividad del personal.

## **Materiales y Métodos**

Los análisis que aquí se realizan están basados en dos proyectos reales de diseños, ya construidos, uno funcionando desde hace poco tiempo y el otro que comenzará a funcionar posiblemente después de publicarse este trabajo. Por tanto el material es actual. No se precisa determinar los proyectos. Cualquiera con interés en los temas de planificación, o simplemente con suficiente espíritu analítico, puede observar los problemas de diseño en la mayoría de nuestros centros sanitarios.

Para los numerosos cálculos que aquí se exponen se han utilizado los programas del Sistema de Panificación @PLANDIS. Este permite calcular desde las salas y la superficie de un departamento hasta el personal, costes por examen y resultados, basándose siempre en la demanda asistencial. Dos métodos de entrada al cálculo diferencian los programas: Frecuentación y Concertación, y ambos se han utilizado en el análisis de los proyectos motivo de este trabajo.

El proceso de cálculo se sistematiza para cada año, de los diez que comprende el análisis, de forma que se disponen de resultados anuales tanto de costes en general, como de costes por examen, así como de facturación y resultados por modalidad.

Los programas del Sistema PLANDIS están escritos en Excel y en Visual Basic y convertidos en ejecutables con el compilador DONE EXE, de forma que las formulas están bien protegidas y el operador puede trabajar sin miedo a su destrucción por acciones indeseadas.

Un dato sin el que no se puede trabajar es la demanda. Su análisis es la clave de los resultados posteriores y aquí nuevamente hay que hacer un ejercicio de llamada a la responsabilidad de los directores de proyecto. Hay que estudiar la demanda de forma seria y precisa. A la escasez de datos estadísticos y su dificultad para obtener los existentes se suma el desconocimiento del personal planificador, y conformarse con datos incorrectos e inseguros que arrastran a parte de los problemas que aquí estudiamos. La búsqueda de información de datos de demanda es una tarea adicional que requiere esfuerzos complementarios, con resultados económicos muy satisfactorios

En nuestra metodología utilizamos la demanda actual para el cálculo. Con este dato de demanda se hacen dos cálculos que se comparan. El primero es siempre el del departamento idóneo para satisfacer la demanda. El segundo es el del existente, considerando el número de salas y la superficie que se dispuso en su momento, y que hoy están en funcionamiento.

## **Objetivos**

El trabajo actual tiene un primer objetivo concreto, de sensibilizar a planificadores, diseñadores y gestores tanto públicos como privados en los problemas de dimensionamiento de los Departamentos de Diagnostico por Imagen. Los costes que se incurren por estas causas son de muy elevada repercusión, no solo económica, sino también social.

Independiente de las causas que provoquen los errores en dimensionamiento hay unos efectos posteriores que en algunos casos pueden paliarse con facilidad, pero en otros los costos son muy elevados.

Un segundo objetivo se sitúa en ámbito de la corrección, es decir una vez detectado el problema, la acción consecuente, el estudio racional de la demanda, las necesidades, para encarrilar un nuevo proyecto que permita atenuar al máximo los errores existentes sin incubar otros nuevos.

Un tercer objetivo está en el campo de la mejora de los estudios de frecuentación y demanda locales, de zona y regionales para facilitar al planificador la determinación de las superficies.

Y un cuarto debe estar en campo del estímulo formativo para integrar las técnicas de planificación y diseño en la rutina de trabajo de los equipos de planificación de forma que no sean solo cálculos estáticos para el momento de la apertura del centro sino que contemplen periodos mayores en el desarrollo de los departamentos.

## **Estudio de casos**

### **Sobre dimensionamiento.**

Un departamento proyectado para dar asistencia a una población de 450.000 habitantes se diseña con una superficie de 4.800 m<sup>2</sup> y un total de 34 salas de examen. La superficie, lógicamente, incluye las zonas de espera, examen, personal, diagnostica y tecnológica.

Después de un tiempo de funcionamiento los exámenes realizados son los de la tabla adjunta. En esta se detallan los exámenes de cada modalidad, su reparto según su procedencia y el número total de los que se realizan en el departamento central y en las salas ubicadas dentro del departamento de urgencias. Esta posibilidad simplifica los costes de transporte de los pacientes y como se puede observar en la tabla tiene una gran importancia económica por el elevado número de exámenes.

Modalidad	Examen día	%	Externos año	%	Intern año	%	Total año	Frecuentación	
									%
RX DIGITAL RD	367	38	70.997	32	20.753	36	91.750	33	210
RX FLUORO FL	19	2	3.670	2	1.080	2	4.750	2	11
ORTOPANTO OR	8	1	1.545	1	455	1	2.000	1	5
DENSITOM. DS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAMOGRAF. MM	37	4	7.147	3	2.103	4	9.250	3	21
TAC MULT. TMC	71	7	13.714	6	4.036	7	17.750	6	41
R. ES. MAGN. RM	76	8	14.680	7	4.320	8	19.000	7	44
ECOGRAFIA ECO	89	9	17.191	8	5.059	9	22.250	8	51
VASCULAR VAS	9	1	225	0	2.025	4	2.250	1	5
ECOGRAFIA ID	26	3	7.958	4	1.532	3	9.490	3	22
RD	251	26	76.826	35	14.789	26	91.615	33	210
TAC MULT. MC	21	2	6.428	3	1.237	2	7.665	3	18
RIS - PACS									
<b>TOTAL EXAM.</b>	<b>974</b>	<b>100</b>	<b>220.381</b>	<b>100</b>	<b>57.389</b>	<b>100</b>	<b>277.770</b>	<b>100</b>	<b>637</b>

(Tabla 1.- Distribución de los exámenes actuales en el departamento)

Al calcular el número real de salas y la superficie necesaria para esta demanda se llega a la conclusión de la siguiente tabla, con una superficie de 2.905 m2, necesidad real de 18 salas para el momento del análisis. Se han calculado 14 h de trabajo, es decir dos turnos, y 250 días de servicio al año.

Población	Frecuent.	Modalidad	%	Exámenes	t exa	Produc. Media	Sala	Sala	Sup. media	Sup. total
Habitantes	Exam/1000				min	Exámenes			m 2	m 2
436.384	210	RD	33	91.750	4	36.750	2,5	3	20	60
	11	RX FLUORO	2	4.750	15	9.800	0,5	1	25	25
	5	ORTOPANTO	1	2.000	6	24.500	0,1	1	8	8
	0	DENSITOM.	0	0	15	9.800	0,0	0	15	0
	21	MAMOGRAF.	3	9.250	10	14.700	0,6	1	12	12
803	41	TAC MULT.	6	17.750	15	9.800	1,8	2	30	60
	44	R. ES. MAGN.	7	19.000	25	5.880	3,2	3	35	105
	51	ECOGRAFIA	8	22.250	15	9.800	2,3	3	15	45
	5	VASCULAR	1	2.250	60	2.450	0,9	1	35	35
	0		0							
210	ECOGRAFIA	3	9.490	15	24.528	0,4	1	15	15	
22	RD	33	91.615	3	122.640	0,7	1	20	20	
18	TAC MULT.	3	7.665	15	24.528	0,3	1	30	30	
<b>637</b>			<b>100</b>	<b>277.770</b>				<b>18</b>		<b>415</b>
<b>SUPERFICIE NETA DE EXAMEN</b>										<b>415</b>
<b>SUPERFICIE TOTAL BRUTA DEL DEPARTAMENTO</b>										
<b>HOSPITAL</b>										<b>2.905</b>

(Tabla 2.- Calculo de las necesidades de superficie y salas según la demanda real existente)

En el departamento actual trabajando a un turno (7 horas) excepto en TAC y RM que se precisa trabajar a dos turnos para el número de salas existente se habrían

necesitado 5.208 m2. Este dato coincide con los 4.800 existente si tenemos en cuenta que a pesar de esta superficie faltan elementos importantes como un aula, una biblioteca, y separación de circulaciones, al menos en la zona de radiología convencional, con elevado número de camas que obstruyen los flujos de trabajo.

Población	Frecuent.	Modalidad	%	Exámenes	t exa	Produc. Media	Sala	Sala	Sup. media	Sup. total
Habitantes	Exam/1000				min	Exámenes			m 2	m 2
436.384	210	RD	33	91.750	4	18.375	5,0	6	20	120
	11	RX FLUORO	2	4.750	15	4.900	1,0	2	25	50
	5	ORTOPANTO	1	2.000	6	12.250	0,2	1	8	8
	0	DENSITOM.	0	0	15	4.900	0,0	0	15	0
	21	MAMOGRAF	3	9.250	10	7.350	1,3	3	12	36
803	41	TAC MULT.	6	17.750	15	9.800	1,8	2	30	60
	44	R ES. MAGN.	7	19.000	25	5.880	3,2	3	35	105
	51	ECOGRAFIA	8	22.250	15	4.900	4,5	8	15	120
	5	VASCULAR	1	2.250	60	1.225	1,8	4	35	140
	0		0							
	210	ECOGRAFIA	3	9.490	15	24.528	0,4	1	15	15
	22	RD	33	91.615	3	122.640	0,7	3	20	60
	18	TAC MULT.	3	7.665	15	24.528	0,3	1	30	30
	<b>637</b>		100	<b>277.770</b>				<b>34</b>		<b>744</b>
<b>SUPERFICIE NETA DE EXAMEN</b>										<b>744</b>
<b>SUPERFICIE TOTAL BRUTA DEL DEPARTAMENTO</b>										
<b>HOSPITAL</b>										<b>5.208</b>

(Tabla 3.- Cálculo de las necesidades de superficie y salas según demanda real y trabajo en un turno de 7 h, excepto en TAC, RM y Vascular)

Las condiciones de trabajo del centro y los costes de los recursos se muestran en la tabla 4. Los dos cálculos se han realizado con estos mismos costes. Solo varía el tiempo de trabajo en algunas salas, que en el centro actual es de siete horas y en el calculado como ideal de 14.

Personal	keu/año	Energía	Equipos	k.euros	años	tipo int	(Kva)		
Radiólogos	60	El (e/kw)	RD	200	0	0,0%	100	HOSPITAL	DEPARTAMENTO DE DIAGNOSTICO IMAGEN
Técnicos	25	Ag(e/m3)	Fluoro	300	0		100	Numero de Camas	730
Enfermeros	30	Gas(e/m3)	Ortopanto	50	0		2	Horario Laboral (h)	7
Auxiliares	17	Gerencia	Densitom	50	0		2	Dias / año	230
Celadores	17	Potencia kW	Mamografo	70	0		5	Factor de Rotación	6,5
Administrat	20	Instalada	TMC 1	700	0		150	Servicio ( horas/dia)	14
Informatic	25	Equipos	TMC2	400	0		90	Factor de Ocupación	0,7
Farmacos	ke/año	Alumbrado	RM1	1.500	1		150	Servicio ( dias/año)	250
Cont. MR	30	A.A.	RM2	900	0		130	Productividad	0,8
Cont TMC	30	Informatica	RM3	900	0		150	Urgencias	24
Otros Cont.	20	Otros	ECO	80	0		1	Vida de los equipos	10
Lenceria	1	Total KW	Vascular	700	0		150	Tipo de interes	0,0%
Otros	2		Ris+Pacs	2				Inflación(%)	2
Cateteres	500		Otros	100	0			Amortización (años)	10
ALQUILER LOCAL	euros/m2	Total/año	Mantenimiento	%				Publicid.	5
m2			General	0		Valor personaliz		Formac.	10
2.905	1	2.905	Eco	0		6		Oficina	20
			Edificio	20	e/m2			Varios	40

(Tabla 4.- Costes de los recursos utilizados en ambos cálculos, excepto horario)

El cálculo de costes comparativos de ambos departamentos, el calculado con 14 h y el existente indican un sobrecoste que sobrepasa los nueve millones de euros. Los costes de personal, calculando este en función del número de exámenes, son ligeramente inferiores en el caso real por menores necesidades en la recepción.

CALCULO DE COSTES SEGUN DEMANDA ACTUAL									
AÑO	Total	Equipos	Manten.	Personal	Energía	Farmacos	Capital	Obra	Otros
1	9.677	744	614	5.187	271	2.398	37	298	128
2	10.775	754	1.303	5.420	286	2.525	34	323	131
3	11.310	754	1.341	5.776	293	2.654	36	323	134
4	11.851	754	1.368	6.147	300	2.785	38	323	136
5	12.529	804	1.395	6.538	341	2.919	40	352	139
6	13.406	804	1.591	7.061	357	3.054	43	352	145
7	14.290	921	1.559	7.628	417	3.191	47	377	151
8	15.332	929	1.826	8.220	440	3.320	50	390	157
9	16.384	989	1.902	8.839	546	3.472	54	419	164
10	17.356	989	2.040	9.485	579	3.615	58	419	170
<b>TOTAL COSTES</b>	<b>132.911</b>	<b>8.442</b>	<b>14.938</b>	<b>70.301</b>	<b>3.829</b>	<b>29.933</b>	<b>435</b>	<b>3.578</b>	<b>1.454</b>

(Tabla 5.- Calculo de costes en 10 años en el departamento ideal. 14 horas)

Una simple observación con la siguiente tabla (Tabla 7) demuestra que los incrementos de costes se ubican en la adquisición, instalación y mantenimiento de equipos y en sus respectivos costes asociados como son construcción, energía y capital, si bien en este caso este último concepto está atenuado por ser una adquisición con un crédito estatal y la amortización del principal es lineal a diez años. A continuación vemos el impacto de los costes de adquisición de los equipos.

Inversiones en equipos	ke	ke	Inversiones en equipos	ke	ke
Comienzo	11.380		Comienzo	7.440	
Adicionales		2.700	Adicionales		2.580
<b>Total periodo</b>		<b>14.080</b>	<b>Total periodo</b>		<b>10.020</b>

(Tabla 6. Costes reales de adquisición de equipamiento. Costes necesarios calculados)

Los costes por examen son un reflejo de la estructura de costes general de cada departamento. Se reducen sensiblemente al mejorar la operación del departamento sin dejar tantos tiempos inactivos.

CALCULO DE COSTE SEGUN SERVICIO ACTUAL									
AÑO	Total	Equipos	Manten.	Personal	Energia	Farmacos	Capital	Obra	Otros
1	10.209	1.138	660	5.086	225	2.398	37	534	130
2	11.714	1.198	1.697	5.315	253	2.525	34	559	133
3	12.296	1.198	1.788	5.666	260	2.654	36	559	136
4	12.840	1.198	1.823	6.033	265	2.785	38	559	139
5	13.582	1.288	1.859	6.418	328	2.919	40	588	142
6	14.562	1.288	2.165	6.934	342	3.054	44	588	147
7	15.316	1.335	2.102	7.492	382	3.191	47	613	153
8	16.319	1.335	2.366	8.076	397	3.320	50	613	160
9	17.366	1.395	2.454	8.687	495	3.472	54	643	166
10	18.351	1.395	2.622	9.325	520	3.615	58	643	173
<b>TOTAL COSTES</b>	<b>142.554</b>	<b>12.768</b>	<b>19.536</b>	<b>69.031</b>	<b>3.468</b>	<b>29.933</b>	<b>439</b>	<b>5.899</b>	<b>1.480</b>

(Tabla 7. Costes en 10 años en departamento actual. 7 h)

COSTES / EXAMEN PROMEDIO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calculado	euros										
RD	18	16	17	17	17	17	18	18	19	20	20
FLU	69	60	66	67	67	68	70	71	73	74	75
ORT	23	20	22	22	23	23	24	24	25	25	26
DENS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAM	23	30	21	21	21	21	22	22	23	24	24
TMC	78	68	74	74	75	75	77	81	85	86	88
RM	124	105	120	119	119	121	126	126	129	136	139
ECO	37	33	34	35	35	36	37	38	39	41	42
VAS	834	775	804	805	807	809	819	851	882	889	896
ECO	49	44	45	46	46	47	49	50	52	53	55
RD	20	18	18	18	19	19	19	20	21	21	22
TMC	84	74	82	82	83	83	85	86	87	90	92
Existente											
RD	20	17	19	19	19	19	20	20	21	21	22
FLU	81	67	79	79	80	80	83	83	86	87	89
ORT	24	20	23	23	23	24	24	24	25	26	26
DENS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAM	26	32	24	24	24	24	25	25	26	26	27
TMC	79	68	75	75	75	76	78	81	85	86	88
RM	131	106	124	125	124	129	135	135	138	144	147
ECO	40	35	38	38	38	39	40	41	42	43	44
VAS	960	869	972	966	960	956	969	963	977	981	986
ECO	49	44	46	46	47	48	49	50	52	54	55
RD	21	19	20	20	20	20	21	21	22	23	23
TMC	85	74	83	83	83	84	86	87	88	91	92

(Tabla 8. Costos por examen en el hospital calculado y en el existente sobredimensionado)

Aunque aparatoso este caso puede resolverse sin elevados importes económicos. Tal como se ha señalado previamente el sobredimensionamiento tiene mejor solución que el caso contrario. El cálculo para el año 10 trabajando a 14 horas proporciona unas necesidades de espacio en el entorno de las existentes físicamente en la actualidad por lo que se requerirá realizar obras de adaptación para acoplar las nuevas necesidades según la demanda lo vaya exigiendo y llevar a otros centros con necesidades actuales el excedente de modalidades adquiridas.

### Infra dimensionamiento.

Departamento proyectado para dar servicio a 300.000 personas con una superficie 2.050 m<sup>2</sup> y un total de 20 salas.

Analizada la zona presenta una frecuentación pública de 1.132 exámenes por cada mil habitantes. Esto, con los porcentajes de reparto de exámenes entre las diferentes modalidades promediadas en la zona, nos lleva a unas necesidades calculadas expresadas en la tabla siguiente.

Población	Frecuent.	Modalidad	%	Exámenes	t exa	Producc. Media	Sala	Sala	Sup. media	Sup. total
Habitantes	Exam/1000				min	Exámenes			m 2	m 2
300.000	731	RD	65	219.414	3	49.000	4,5	5	20	100
	32	RX FLUORO	3	9.621	15	9.800	1,0	1	25	25
	1	ORTOPANTO	0	339	6	24.500	0,0	1	8	8
	1	DENSITOM.	0	339	15	9.800	0,0	1	15	15
	69	MAMOGRAF.	6	20.721	10	14.700	1,4	2	12	24
Frecuent. toal zona	1.132	TAC MULT.	7	24.621	15	9.800	2,5	3	30	90
	83	R ES. MAGN.	7	24.828	25	5.880	4,2	4	35	140
	129	ECOGRAFIA	11	38.814	15	9.800	4,0	4	15	60
	3	VASCULAR	0	890	60	2.450	0,4	1	35	35
	<b>1.132</b>		100	<b>339.585</b>				<b>22</b>		<b>497</b>
SUPERFICIE NETA DE EXAMEN										<b>497</b>
SUPERFICIE TOTAL BRUTA DEL DEPARTAMENTO										
HOSPITAL										<b>3.479</b>

(Tabla 9.- Calculo de necesidades ideales de superficie y salas)

El cálculo nos lleva en el año 1, a dos salas adicionales, pero necesitamos 3.479 m<sup>2</sup>, es decir faltan algo más de 1.400 m<sup>2</sup>. Los parámetros de cálculo se detallan en las siguientes tablas, que son los mismos para los dos cálculos que se van a exponer: el departamento calculado y el real actual.



AÑO	Total	Equipos	Manten.	Personal	Energia	Farmacos	Capital	Obra	Otros
1	9.152	808	749	4625	319	1334	854	323	142
2	10.406	898	1428	4911	382	1406	887	347	147
3	10.916	898	1533	5210	396	1479	892	358	150
4	11.567	988	1569	5522	463	1553	935	382	153
5	12.100	988	1672	5860	474	1629	938	382	156
6	12.537	988	1739	6153	495	1676	941	382	162
7	14.099	1064	1807	7249	620	1783	981	424	171
8	14.604	1174	1931	7278	702	1861	1029	449	179
9	15.661	1264	2093	7801	834	1941	1062	479	187
10	16.543	1282	2243	8347	884	2022	1076	491	197
<b>TOTAL COSTES</b>	<b>127.585</b>	<b>10.352</b>	<b>16.765</b>	<b>62.956</b>	<b>5.570</b>	<b>16.685</b>	<b>9.595</b>	<b>4.016</b>	<b>1.645</b>

(Tabla 11. Costes calculados para el departamento ideal en 10 años)

La situación del departamento real actual se puede representar de la siguiente forma.

Población	Frecuent.	Modalidad	%	Exámenes	t exa	Produc. Media	Sala	Sala	Sup. media	Sup. total
Habitantes	Exam/1000				min	Exámenes			m 2	m 2
300.000 Frecuent. toal zona 1.132	731	RD	65	219.414	3	49.000	4,5	6	20	120
	32	RX FLUORO	3	9.621	15	9.800	1,0	1	25	25
	1	ORTOPANTO	0	339	6	24.500	0,0	1	8	8
	1	DENSITOM.	0	339	15	9.800	0,0	1	15	15
	69	MAMOGRAF.	6	20.721	10	14.700	1,4	2	12	24
	82	TAC MULT.	7	24.621	15	9.800	2,5	2	30	60
	83	R ES. MAGN.	7	24.828	25	5.880	4,2	2	35	70
	129	ECOGRAFIA	11	38.814	15	9.800	4,0	4	15	60
	3	VASCULAR	0	890	60	2.450	0,4	1	35	35
	<b>1.132</b>		100	<b>339.585</b>				<b>20</b>		<b>417</b>
<b>SUPERFICIE NETA DE EXAMEN</b>										<b>417</b>
<b>SUPERFICIE TOTAL BRUTA DEL DEPARTAMENTO</b>										<b>2.050</b>
<b>HOSPITAL</b>										<b>2.919</b>

(Tabla 12. Número de salas existen en del departamento actual. La superficie actual es de 2.050 m2. Según el cálculo se hubieran precisado para estas salas 2.919 m2)

AÑO	Total	Equipos	Manten.	Personal	Energía	Farmacos	Capital	Obra	Otros
1	8.637	828	720	4625	275	1334	529	191	135
2	9.411	828	1397	4717	281	1334	525	191	138
3	9.528	828	1411	4811	286	1334	525	191	141
4	9.661	828	1439	4908	292	1334	526	191	144
5	9.797	828	1467	5006	298	1334	527	191	147
6	9.933	828	1526	5065	309	1334	528	191	152
7	10.709	828	1586	5761	322	1334	529	191	158
8	10.623	828	1647	5594	334	1334	530	191	165
9	10.905	828	1710	5794	346	1334	532	191	171
10	11.203	838	1773	5994	359	1334	536	191	178
<b>TOTAL COSTES</b>	<b>100.407</b>	<b>8.290</b>	<b>14.678</b>	<b>52.274</b>	<b>3.102</b>	<b>13.340</b>	<b>5.288</b>	<b>1.906</b>	<b>1.530</b>

(Tabla 13.- Costes actuales del departamento con la superficie real actual)

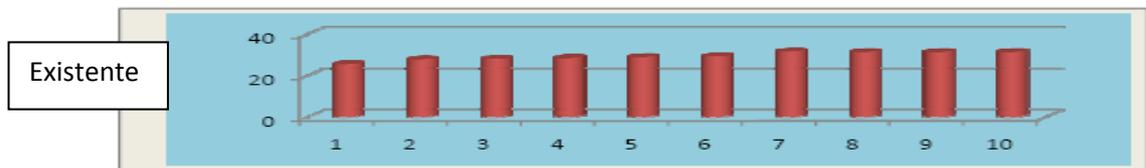
Los costes del departamento real son inferiores a los del que resultaría con el cálculo ideal, con la demanda actual, pero si consideramos los exámenes que se van a realizar en el entorno de los próximos diez años vemos que la incapacidad del departamento para satisfacer la demanda obliga a muchos pacientes a efectuar sus exámenes en otros centros, fundamentalmente en las áreas de TAC, RM y Ecografía. Los convenios actuales de precios para estas modalidades, con los precios medios expresado en la tabla 13, conducen a un elevadísimo coste en los próximos diez años.

		1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	10	S10	Exámenes Totales	Capacidad producción	Diferencia	Coste examen euros	Costes Totales euros
RD	65	219.414	4,5	6	6	6	6	6	6	6	6	239.161	4,9	6				
RX FLUORO	3	9.621	1,0	1	1	1	1	1	1	1	1	10.487	1,1	1				
ORTOPANTO	0	339	0,0	1	1	1	1	1	1	1	1	369	0,0	1				
DENSITOM.	0	339	0,0	1	1	1	1	1	1	1	1	436	0,0	1				
MAMOGRAF	6	20.721	1,4	2	2	2	2	2	2	2	2	28.684	2,0	2				
TAC MULT.	7	24.621	2,5	2	2	2	2	2	2	2	2	34.082	3,5	2	211.689	98.000	113.689	90
R ES. MAGN.	7	24.828	4,2	2	2	2	2	2	2	2	2	46.547	7,9	2	354.488	58.800	295.688	150
ECOGRAFIA	11	38.814	4,0	4	4	4	4	4	4	4	4	61.345	6,3	4	498.466	98.000	400.466	45
VASCULAR	0	890	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1.406	0,6	1				
		339.585		20	20	20	20	20	20	20	20	422.517	20					
Incremento del numero de salas en el periodo				0	0	0	0	0	0	0	0		0					72.606.200

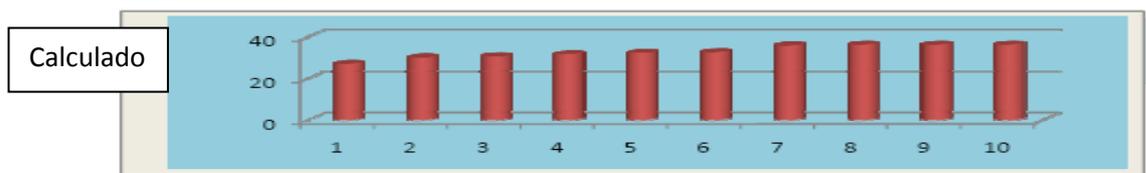
(Tabla13. Número de salas por modalidad. No pueden aumentar por falta de espacio. Los exámenes totales a externalizar son de TAC, MR y ECO. Los precios medios externos están indicados en la columna "Coste examen")

Los costes por examen están optimizados en el caso actual, del departamento realmente construido, debido al ajuste de los factores de producción. Las salas y el personal están trabajando al máximo posible. Bajo este punto de vista la solución es optima, pero el número de pacientes que tienen que salir a otros centros para efectuar sus exámenes es muy elevado y los costes enormes.

COSTES / EXAMEN PROMEDIO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
eturos											
RD	15	13	14	14	14	15	15	16	16	17	17
FLU	52	45	48	49	50	50	51	56	54	56	57
ORT	46	33	45	45	45	46	46	48	49	50	51
DENS	45	32	44	44	44	45	46	47	48	49	49
MAM	30	25	27	28	28	29	29	33	32	33	34
TMC	62	53	58	59	60	60	61	65	65	66	68
RM	96	79	92	93	94	95	97	102	102	104	107
ECO	23	21	22	22	22	23	23	26	25	26	26
VAS	885	797	864	869	874	879	889	914	910	921	931



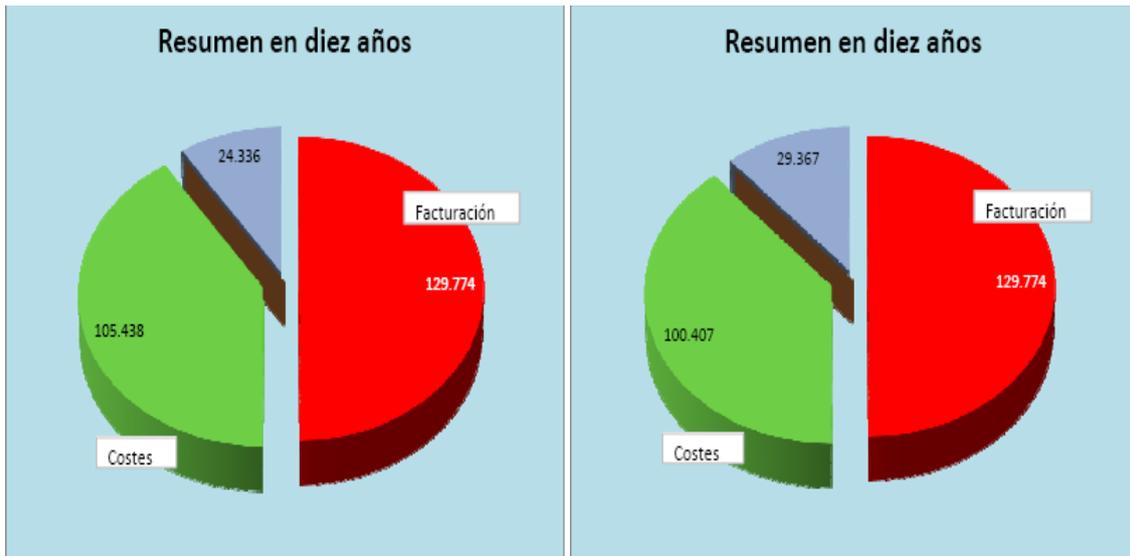
C_Medio		29	25	28	28	28	29	29	32	31	31	31
G-Generales		2.318	2.362	2.390	2.433	2.476	2.432	2.691	2.743	2.836	2.917	
COSTES / EXAMEN PROMEDIO												
eturos												
RD	16	14	15	15	15	15	15	16	16	17	17	
FLU	52	46	49	50	50	51	52	56	55	56	57	
ORT	45	33	45	45	45	45	46	47	47	48	49	
DENS	42	32	44	43	42	42	42	43	43	43	42	
MAM	30	26	28	28	29	29	29	32	31	32	33	
TMC	64	55	60	60	60	60	61	64	69	72	73	
RM	107	89	104	104	107	107	105	112	110	115	116	
ECO	24	21	22	23	23	23	23	27	26	26	27	
VAS	849	798	855	851	848	845	854	865	854	858	862	



C_Medio		33	27	30	31	32	32	33	36	36	36	36
G-Generales		2.576	2.717	2.816	2.937	3.025	3.028	3.428	3.570	3.770	3.953	

(Tabla14. Costes por examen. Arriba departamento actual existente. Abajo departamento necesario según los cálculos)

La construcción del centro hace muy difícil mantener la productividad del personal en valores estándares, con respecto a otros hospitales similares; las colisiones entre flujos de pacientes y flujos de personal son continuas y frecuentes. Si tuviéramos una disminución de la productividad en un 10%, es decir bajamos desde una inicial de 0,8 hasta una de 0,73 el cálculo nos lleva a un incremento de coste adicional de cinco millones de euros en los costes, en el periodo de diez años.



(Ilustración 2. Incremento de costes por caída de productividad. Izquierda, caso eral. Derecha caso idóneo para la demanda existente)

Con la misma metodología, y el mismo programa, es muy sencillo calcular la influencia de la más que posible reducción en el factor de ocupación de sala (FOS) debido a la falta de salas de preparación en TAC, MR y la existencia de una sola cabina en muchas salas de Ecografía. Una disminución del factor de ocupación de sala del 10%, hasta 0,63 llevaría aún a mas pacientes a efectuar sus exámenes en otros centros, con lo que considerando los incrementos de población y de demanda de TAC, RM y Ecografía llevaría al departamento a un incremento adicional de costes como se ve en el grafico adjunto (Tabla15)

		1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	10	S10	Exámenes Totales	Capacidad producción	Diferencia	Coste examen euros	Costes Totales euros
RD	65	219.414	5,0	6	6	6	6	6	6	6	6	239.161	5,4	6				
RX FLUORO	3	9.621	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.487	1,2	1				
ORTOPANTO	0	339	0,0	1	1	1	1	1	1	1	1	369	0,0	1				
DENSITOM.	0	339	0,0	1	1	1	1	1	1	1	1	436	0,0	1				
MAMOGRAF	6	20.721	1,6	2	2	2	2	2	2	2	2	28.684	2,2	2				
TAC MULT.	7	24.621	2,8	2	2	2	2	2	2	2	2	34.082	3,9	2	211.689	98.000	113.689	90
R ES. MAGN.	7	24.828	4,7	2	2	2	2	2	2	2	2	46.547	8,8	2	354.488	5.290	349.198	150
ECOGRAFIA	11	38.814	4,4	4	4	4	4	4	4	4	4	61.345	7,0	4	498.466	8.820	489.646	45
VASCULAR	0	890	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1.406	0,6	1				
		339.585		20	20	20	20	20	20	20	20	422.517		20				
Incremento del numero de salas en el periodo				0	0	0	0	0	0	0	0		0					84.645.800

(Tabla 15. Incremento de costes como consecuencia de una caída en factor de ocupación de sala desde 0,7 hasta 0,63)

## Causas

Son diversas las causas que originan estos desequilibrios entre la necesidad real y las construcciones que se ejecutan en muchos centros sanitarios. No es exclusiva de estos dos mencionados en este trabajo; este fenómeno ocurre en la mayoría de los diseños actuales que estamos observando. Y generalmente el más desfavorable: el de infra dimensionamiento. Espacios pequeños para albergar un departamento de imagen es el aspecto general que ofrecen la mayoría de los planos que se dibujan en los estudios de diseño actuales.

Con la mayor probabilidad la causa principal es la falta de análisis de mercado en los proyectos. No se conoce la frecuentación con la suficiente precisión para efectuar el estudio de planificación y se hacen múltiples supuestos que conducen a pobres resultados. La frecuentación pública es insuficientemente conocida en la mayoría de las administraciones que planifican centros asistenciales, y su correlación con la privada es un dato aún lejano para los actuales planificadores. Sin embargo la interacción entre ambas juega un importante papel en la planificación de instalaciones y su estudio tiene, por lo tanto, mayor trascendencia que la actualmente concedida.

Si la frecuentación es importante el conocimiento de los crecimientos de las modalidades también lo es. Las actuales son muy gruesas y los errores, como vemos demasiado grandes.

Otro factor importante es el tiempo de desarrollo de los proyectos. Uno o dos años entre ejecución del proyecto y visto bueno del presupuesto, más cinco años de construcción es una tónica general en muchos centros públicos y privados. Si bien, con cálculos correctos de espacios, podrían adaptarse nuevas modalidades en el proceso de construcción, dejando el espacio del departamento de imagen diáfano hasta ocho o diez meses antes de la apertura del centro. Pero esta práctica, que se hace con frecuencia, adolece de un cálculo de espacio inicial insuficiente.

Otro factor son los presupuestos cerrados de los centros. Los constructores comprometen un coste total por obra terminada, incluido el departamento de imagen. Todas las modificaciones tienen un extra coste y los acuerdos para modificar el departamento no se alcanzan en muchos casos, con los problemas de dimensionamiento que hemos presentado.

La tecnología actual tiene, en general, ciclos de vida inferiores a los plazos de construcción de muchos hospitales. Se requiere mucha flexibilidad en las obras del departamento de imagen (también en Radioterapia e Imagen Molecular) para adaptar las últimas novedades tecnológicas al centro en construcción.

Indiscutiblemente a estas causas estudiadas se añaden otras con características menos técnicas, pero que están en el campo de la economía, de la administración y otros que

provocan estos mismos problemas de dimensionamiento. Más difíciles de analizar y de enjuiciar.

## Consecuencias

Hemos revisado dos casos de departamentos de imagen integrados en hospitales donde los problemas de dimensionamiento ocasionan costes seguros y significativos en la operación del departamento, y lo hemos analizado solo en la primera fase de su vida, en los primeros diez años. Podría extrapolarse más lejos en tiempo, pero nuestras herramientas actuales de cálculo están diseñadas para este entorno temporal. Adicionalmente, es mucho más aventurado estudiar entornos más lejanos. El cambio en que está inmersa nuestra sociedad, y el cambio tan rápido de la tecnología hacen muy aventurada la precisión de los cálculos a más largo plazo.

Las determinaciones por exceso de superficie y equipos en un departamento tienen un coste ineludible, costes de construcción, equipos, mantenimiento, energía, en muchos casos de personal, etc., pero son fáciles de atenuar si hay organización y voluntad de hacerlo. El estudio de la demanda es, nuevamente, el primer paso. Hay que estimar las previsiones futuras para saber cómo adaptar los recursos existentes a la nueva situación que pueda preverse. Por tanto, sin pánico, hay que comenzar de nuevo, a estudiar la demanda, a saber que superficie y que salas necesitamos, que personal, costes, costes por examen, etc., y entonces, ver que sobra y que falta, y volver a proyectar. El coste de estudios y proyecto es insignificante en relación con los costes adicionales de no hacer nada, o hacer algo atropelladamente sin la racionalización necesaria.



(Ilustración 3.- Dibujo en 3D de un departamento para pacientes externos)

El dimensionamiento por defecto es más difícil de solucionar. El coste es mayor. Pero los pasos son los mismos que hemos descrito en sobredimensionamiento. Estudiar la demanda real y la previsible, y buscar la forma de satisfacerla con medios propios o contratados. Buscar lugares donde ampliar el departamento de imagen en el propio centro tiene ventajas para los pacientes, que no tienen que desplazarse de un centro a otro, y seguramente de costes, en conjunto, para el hospital. Construir un departamento complementario, para pacientes externos, p.e. es otra salida que se emplea con frecuencia, y la subcontratación con proveedores externos es otra adicional que ya hemos calculado en nuestro ejemplo. Nuevamente se requiere un estudio de mercado y un proyecto nuevo para satisfacer la demanda, pero como ya indicábamos antes hay que hacer este trabajo previo. Sus costes son minúsculos en relación con los generados.

## **Discusión**

Ya hemos indicado que los ejemplos presentados, reales, no son únicos, son unos de los muchos existentes en diagnóstico por imagen y como ya apuntábamos en nuestros objetivos, pretendemos buscar mayor sensibilidad en los equipos de trabajo que planifican, diseñan y construyen para mitigar al máximo estos problemas. Estos equipos de trabajo deben ser multidisciplinarios. Se precisan conocimientos en equipos, en arquitectura, en procesos clínicos, y no olvidemos uno esencial: la experiencia del radiólogo que finalmente será el depositario del legado del equipo de trabajo.

Hay varios aspectos que están influyendo en los problemas de dimensionamiento que conviene apuntar en este momento:

- La formación de los equipos de trabajo en lo relativo a la planificación debe mejorar, de forma que las rutinas y disciplinas de actuación se desarrollen de forma regular, sin distorsiones en la aplicación de los principios básicos de planificación y diseño de departamentos de imagen.
- Los responsables de organizaciones sanitarias deben disponer de datos de sus organizaciones que permitan el cálculo rápido de departamentos. La frecuentación local, de zona, de región es una herramienta fundamental, que aún no está lo suficientemente bien desarrollada. Acompañada de los crecimientos anuales de los exámenes y de las modalidades. El mercado mejor estudiado. Frecuentación pública y privada para planificar mejor.
- Las disciplinas presupuestarias deben flexibilizar su actuación en la aplicación de los recursos económicos. Temporalmente puede ser necesario el rediseño de un proyecto

en curso de una obra de larga duración. Es más económico que dimensionar incorrectamente.

## **Bibliografía**

- 1.-Oleaga- L. Lafuente. "Aprendiendo los fundamentos de la Resonancia Magnética". 2007. Panamericana.
- 2.-Jose M. Castro-Beiras. "Avances en Medicina Nuclear y Calidad Científico-Técnica". 2002. Comunidad de Madrid.
- 3.-C. Martínez Serrano. Salas de informes en los nuevos Servicios de Diagnostico por Imagen. SEGECA. 2010. SERAM
- 4.-Erich Krestel. "Bildgebende Systeme fur die medizinische diagnostik". 1980. Siemens.
- 5.-D.G. Williams. "Radiation Shielding for Diagnostic X-Rays. Report of a joint BIR/IPEM Working Party. 2000. BIR. London
- 6.-Busch, H.P. Georgi, M.(Eds.). "Digital Radiography: Quality Assurance and Radiation Protection. 1992. Schnetztor-Verlag. Konstanz.
- 7.-Hein J.L. Diebels. "25 years of changing how the world looks at MR". 2004. Philips Medical Systems.
- 8.-Dixon, R.L., Simpkin, D.J. "Primary shielding barriers for diagnostic radiology facilities: a new model". 1998. Health Phy. 117-22.
- 9.-Energy Agency, Panamerican Health Organization, World Health. "International Basic Standards for Protection against Ionization Radiation and for the Safety Of Radiation Sources". 1996. Safety Series. IAEA. Vienna.
- 10.-B. Rostemberg. "Ergonomics straightens its posture at SCAT 2004". 2004. Diagnostic Imaging.
- 11.-M.Castell. "Historia de la Medicina Nuclear en España". 1993. Cetir Centro Medico.
- 12.-H.Ficher. "Radiology Departaments: Planning, Operation and Mangement". 1982. Ann Arbor.
- 13.-B. Stedeford, H.M. Morgan, W.P.M. Mayles."The Desing of Radiotherapy Treatment Room Facilities".1997. The Institute of Physics and Engineering in Medicine. York.

- 14.-B.Rostemberg. " The architecture of medical imaging" 1996. Wiley and Sons Inc.
- 15.-J.L.del Cura, S. Pedraza, A. Gayete. "Radiología Esencial". 2010. Panamericana.
- 16.-G. Madrid García. Planificar un nuevo servicio de Radiología. SEGECA. Gestión en Radiología. 2010. SERAM
- 17.-J.A.García. Planificación y Diseño de Departamentos de Diagnostico por Imagen y radioterapia. 2009. Ed. Diego Marín.
- 18.-J.A.García. Planificación de Departamentos de Diagnostico por Imagen. SEGECA. Gestión en Radiología. 2010. SERAM
- 19.- J.A. García. Diagnostico por Imagen. Influencia del diseño arquitectónico de un departamento en sus costes operativos en un entorno temporal de diez años. Fundación Signo. 2010
- 20.-Guía de Gestión de los Servicios de Radiología. Radiología, 2000, vol 42-2.
- 21.-Zamarriego Crespo J, Pérez Corral F. Nuevos paradigmas de la profesión médica para el próximo milenio. Ilustre Colegio Oficial de Médicos (ICONEM), 1999.
- 22.-Moreu, F.: Proyecto de investigación sobre la reinención del hospital. Consultoría y Gestió SA. Sanofi Aventis. Barcelona 2004.
- 23.-Muñoz, F., Gómez, F. y Madrid, G.: Programas de comunicación para Servicios de Radiología. Todo Hospital, 2008, 246, 240-4.
- 24.-Zamarriego Crespo J, Pérez Corral F. Nuevos paradigmas de la profesión médica para el próximo milenio. Ilustre Colegio Oficial de Médicos (ICONEM), 1999.
- 25.- V. García Medina, R. Soler García. Análisis de Costes de los Servicios de Radiología. Gestión y Evaluación de Costes Sanitarios. Vol5. Num1. 2004