

Análisis coste-beneficio del proceso de semiautomatización en la preparación de dosis unitarias por el Servicio de Farmacia

J. L. POVEDA ANDRÉS, M. HERNÁNDEZ SANSALVADOR, A. M. DÍEZ MARTÍNEZ,
C. GARCÍA GÓMEZ

Servicio de Farmacia. Complejo Hospitalario y Universitario de Albacete

Resumen

Objetivo: Determinar en términos monetarios los efectos de la implantación de un proceso de semiautomatización en la preparación de medicamentos por el sistema de distribución mediante Dosis Unitarias.

Material y método: Se ha determinado el valor actual neto de los 3 flujos implicados en la valoración de los sistemas semiautomáticos de preparación de medicamentos para su distribución por dosis unitarias (SSPDU) en un hospital, esto es: inversiones de capital, coste del personal implicado, costes del espacio físico utilizado.

Resultados: La implantación produce en términos monetarios un ahorro anual de 32.390 € en tiempos de personal y de 5.645 € en gastos estructurales. Globalmente, el movimiento de fondos o flujos de caja es de -96.565 €, estimados para un periodo de amortización de cinco años, siendo el ratio beneficio/coste de 2,19.

Conclusión: La sustitución del proceso tradicional de llenado de carros de dosis unitarias por un proceso semiautomático presenta una favorable relación beneficio/coste y su inversión es amortizable en 44 meses.

Palabras clave: Sistemas semiautomáticos de preparación de medicamentos. Análisis coste-beneficio. Dosis unitarias.

Summary

Objective: To determine in monetary terms the effect of implementing a semi-automated procedure for preparation of drugs for unit dose distribution.

Recibido: 20-06-2003
Aceptado: 08-09-2003

Correspondencia: Dra. Milagro Hernández Sansalvador. Servicio de Farmacia. Complejo Hospitalario de Albacete. C/ Hermanos Falcó, 37. 02003 Albacete. e-mail: milagrosh@sescam.jccm.es

Methods: The current net value was estimated for three different flows involved in the evaluation of semi-automated drug storage and retrieval systems used in the unit dose distribution area in a hospital: capital investment, staff costs and structural costs related to physical space occupied.

Results: Implantation of the new work procedure produced an annual saving of 32,390 € in staff costs and 5,645 € in structural costs. Global cash flow has been estimated in - 96,565 € for a five year amortization period, with a benefit/cost ratio of 2.19.

Conclusion: Replacement of traditional unit dose cart filling systems by a semi automated procedure presents a positive benefit/cost ratio and initial investment is paid off in 44 months.

Key words: Semi-automated drug storage and retrieval system. Cost-benefit analysis. Unit dose distribution.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de distribución de medicamentos en dosis unitaria (SDMDU) surgieron en la década de los sesenta como proceso logístico para disminuir los errores existentes en la prescripción, preparación y administración de medicamentos (1,2). Los sistemas originales se basaban en que el paciente dispusiera de los medicamentos necesarios en una estrecha franja horaria y por tanto la frecuencia de distribución superaba los 6-8 repartos (3,4). Estos SDMDU han ido evolucionando conjuntamente a los cambios de la organización de los hospitales y a la complejidad de los tratamientos.

Transcurridos más de 40 años desde la implantación, el concepto de SDMDU es una realidad en el 90% de hospitales en EE.UU. (5), siendo en España más del 50% el número de estancias hospitalarias que reciben esta prestación de servicios (6). Ahora bien, aun entendiendo que los principios de los sistemas de dosis unitarias son más importantes que los procedimientos, la realidad es

que los criterios mínimos de cumplimiento más comunes en los Servicios de Farmacia referentes al concepto de dosis unitarias, incluyen únicamente la distribución de la farmacoterapia para 24 horas y en su mayoría no incluyen la dispensación de fluidoterapia.

El desarrollo tecnológico derivado de la automatización e informatización, ha permitido disponer en la actualidad de una oferta de productos suficiente para abordar el llenado de carros para la distribución por dosis unitarias de forma muy diferente. De hecho, con el objetivo de aumentar la productividad del sistema y disminuir los errores de llenado, han surgido los sistemas semiautomáticos que constan de un sistema de almacenaje rotatorio y de un *software* de gestión específico para dosis unitarias (7).

Ahora bien, estos sistemas como cualquier nueva tecnología suponen una inversión económica para el centro hospitalario y por consiguiente deben ser evaluados económicamente, con el fin de maximizar la toma de decisiones en un entorno de recursos limitados (8,9).

El objetivo del presente trabajo es realizar un análisis coste-beneficio subsidiario a la implantación de los sistemas semiautomáticos para la preparación de medicamentos con el sistema de distribución mediante dosis unitarias en el Complejo Hospitalario y Universitario de Albacete.

MATERIAL Y MÉTODO

El Complejo Hospitalario y Universitario de Albacete consta de 730 camas, está integrado en la red de hospitales del Servicio Castellano de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM) y proporciona atención especializada a 324.566 habitantes. Este Complejo está constituido por dos centros hospitalarios: el Hospital General con 522 camas (84,3% en dosis unitarias) y el Hospital Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, con 208 camas (100% en dosis unitarias).

La implantación de los sistemas semiautomáticos de preparación de medicamentos en el área de dosis unitarias, se ha realizado exclusivamente en el Hospital General, por lo que al describir los diagramas de flujo y los tiempos de actividad hacemos referencia exclusivamente a este centro.

Los sistemas automáticos o semiautomáticos de llenado de los carros de dosis unitarias básicamente se fundamentan en las posibilidades de interconexión con el sistema informático de gestión de dosis unitarias. El concepto de armario rotatorio se basa en el almacenamiento dinámico, es decir, es el producto el que se acerca al usuario y no el técnico quien se desplaza en busca del medicamento. La incorporación de un *software* permite no sólo almacenar, sino garantizar el control tanto del producto (*stock*, ubicación, caducidad) como de la gestión (acceso operativo, generación de pedidos de reposición).

Estos sistemas de llenado de carros de dosis unitarias son un conjunto de bandejas que giran verticalmente accionadas por un motor de corriente continua y contro-

ladas por un microprocesador, respondiendo a unas instrucciones que son generadas automáticamente o manualmente de forma rápida y segura (Fig. 1). El motor de corriente continua garantiza un funcionamiento silencioso, preciso y sin grandes aceleraciones, importante para determinados productos. El propio motor actúa de freno magnético, reduciendo al mínimo las partes mecánicas. El microprocesador posiciona con precisión de décimas de milímetro las bandejas a la altura de trabajo programadas. El uso de microprocesadores para el control de giro permite la conexión con ordenadores y por tanto la gestión informática del producto almacenado en el armario.

Este sistema permite almacenar desde 759 medicamentos (equipo de 256 cm ancho x 225 cm alto x 116 cm fondo) hasta 1.440 (equipo de 327 cm ancho x 310 cm alto x 116 cm fondo). De hecho el aprovechamiento del espacio es máximo al utilizar bandejas con divisiones verticales donde es posible guardar múltiples productos ocupando el espacio exacto en función del tamaño de las presentaciones de los medicamentos.

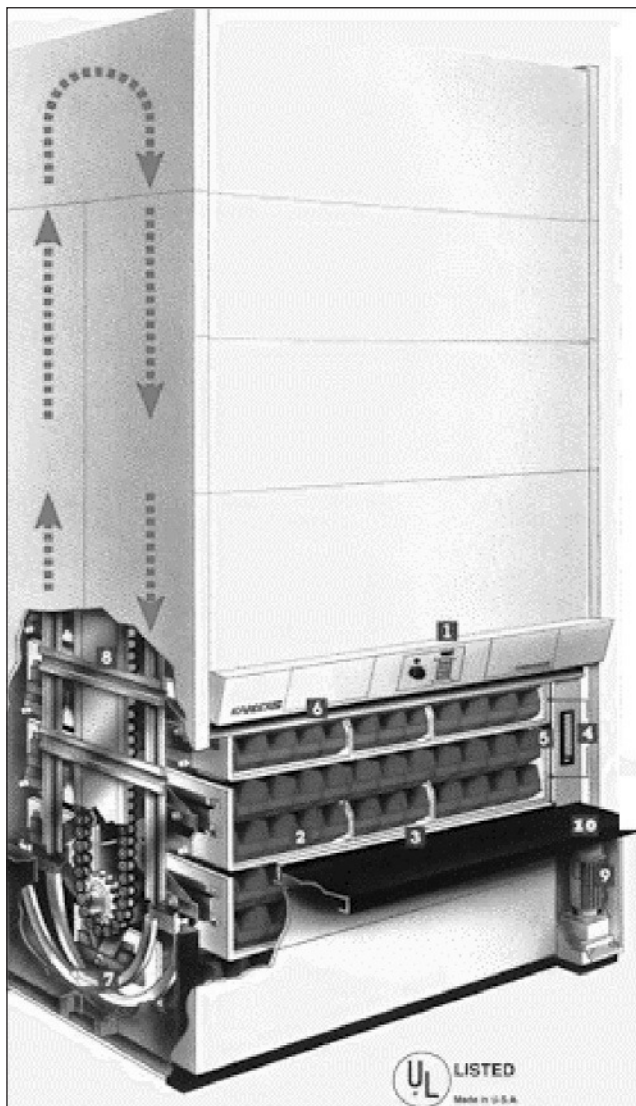


Fig. 1.- Sistema de preparación de medicamentos.

Este armario rotatorio junto al *software* de gestión destinado específicamente a dosis unitarias, nos permite realizar el siguiente proceso:

—Introducir las prescripciones terapéuticas que contienen las órdenes de trabajo para el llenado del carro a preparar en el SDMDU. Puede hacerse manualmente o mediante conexión al sistema de prescripción central del hospital.

—Analizar la ruta cuya secuencia pueda mejorar los tiempos para el llenado de carros, y automáticamente posicionar en el primer medicamento que debe ser dispensado a los cajetines individuales del carro de dosis unitarias, así como señalar en la pantalla la cantidad que se debe poner para cada paciente.

—Incorporar lectores de códigos de barras para la reposición de medicamentos en el armario o bien, el control de medicamentos no administrados.

—Controlar los tiempos de trabajo.

La metodología utilizada en el presente trabajo se fundamenta en el análisis coste-beneficio (8,10,11), mediante el que se pretende identificar y cuantificar en términos monetarios los costes positivos y negativos inferidos en dos procedimientos alternativos utilizados para la logística de preparación de medicamentos para su distribución mediante el sistema de dosis unitarias, esto es:

1. Sistemas de preparación de medicamentos con el sistema tradicional de llenado de carros (*dispensing*): con estructura en forma de “U” basado en la disposición de cajetines individuales de diferentes capacidades que contiene especialidades farmacéuticas y donde se utiliza un procedimiento de trabajo detallado en las figuras 2 y 3.

2. Sistemas semiautomáticos de reposición de medicamentos: sistemas avanzados de punto de uso que automatizan el proceso de llenado de carros de dosis unitarias, a través de sistemas de interacción de transferencia y descarga de datos, desde el *software* de gestión destinado específicamente a dosis unitarias, ubicado en el Servicio de Farmacia, según el procedimiento de funcionamiento detallado en las figuras 2 y 3.

Para la evaluación económica se han considerado las siguientes fases:

—Identificación de los factores o activos que van a verse afectados.

—Cuantificación de cada uno de los costes considerados.

—Valoración de cada unidad (factor o producto), mediante el precio estándar que le corresponda.

—Temporalidad, referida a la determinación del momento en que se producirá el coste, como dato necesario para homogeneizar y actualizar los costes futuros o pasados al referente que supone el periodo de análisis.

Se han determinado los costes directos tangibles positivos y negativos (beneficios) que pueden ser valorados de forma explícita a través del sistema de precios de mercado y específicamente incluyen todos los costes relacionados con el proceso de obtención de los servicios sanitarios, coste y valoración de las inversiones de capital necesarias para la instalación y mantenimiento

de los sistemas semiautomáticos de preparación de medicamentos para su distribución por dosis unitarias (F1), coste del personal implicado en cada una de las alternativas (F2), costes estructurales correspondientes al espacio físico utilizado (F3).

F1: coste y valoración de las inversiones de capital: necesario para la instalación y mantenimiento de los sistemas semiautomáticos de preparación. Hay que señalar que los costes de capital representan una inversión en un activo que se utiliza a lo largo de tiempo. En la evaluación económica se ha analizado globalmente la inversión inicial de capital a lo largo de la vida útil del activo, es decir, se ha calculado el “coste anual equivalente”, y por tanto se ha incorporado automáticamente tanto la amortización como el coste de oportunidad del coste de capital, habiendo aplicado una tasa de descuento del 2% durante un periodo de amortización de 5 años. No se ha considerado el coste de instalación y mantenimiento de los sistemas de dispensación tradicional con estación en “U”, por cuanto el sistema ya estaba presente en el Servicio de Farmacia y no hacía falta inversión nueva.

F2: costes de personal: para su análisis se ha recogido durante 6 meses, en cada una de las alternativas analizadas, los tiempos utilizados por los auxiliares de clínica del Servicio de Farmacia en el proceso de llenado de carros para su distribución mediante dosis unitarias.

Los costes por unidad temporal de trabajo para el colectivo auxiliar de clínica que intervienen en las alternativas, fueron obtenidos a partir de los costes salariales empleados por la institución durante el año 2002, realizándose su valoración a partir de valores constantes e inferidos durante un periodo de 5 años a partir de una tasa de descuento del 2%.

F3: costes del espacio físico utilizado para el almacenaje de los medicamentos, para cada una de las dos alternativas, su homogeneización se realizó con una tasa de descuento del 2%.

La temporalidad en los costes se ha desarrollado a partir del concepto de preferencia temporal, por cuanto proporcionan al análisis unas opciones para elegir, al asumir como ventajas la posibilidad de recibir *a priori* un beneficio, o pagar un coste *a posteriori*.

Por ello, hemos actualizado cada magnitud, multiplicándola por el factor de descuento cuyo valor puede ser obtenido a partir de la siguiente ecuación algebraica (11):

$$\text{Factor de descuento} = \frac{1}{(1 + r)^t}$$

Donde “r” es la tasa de descuento, “t” es el periodo considerado (diferencia de años respecto del momento actual).

En relación a la tasa descuento, se ha calculado estimando el tipo de interés “real” resultante de restar el valor del dinero, el tipo de interés y la tasa de inflación, que nosotros hemos estimado en un 2%.

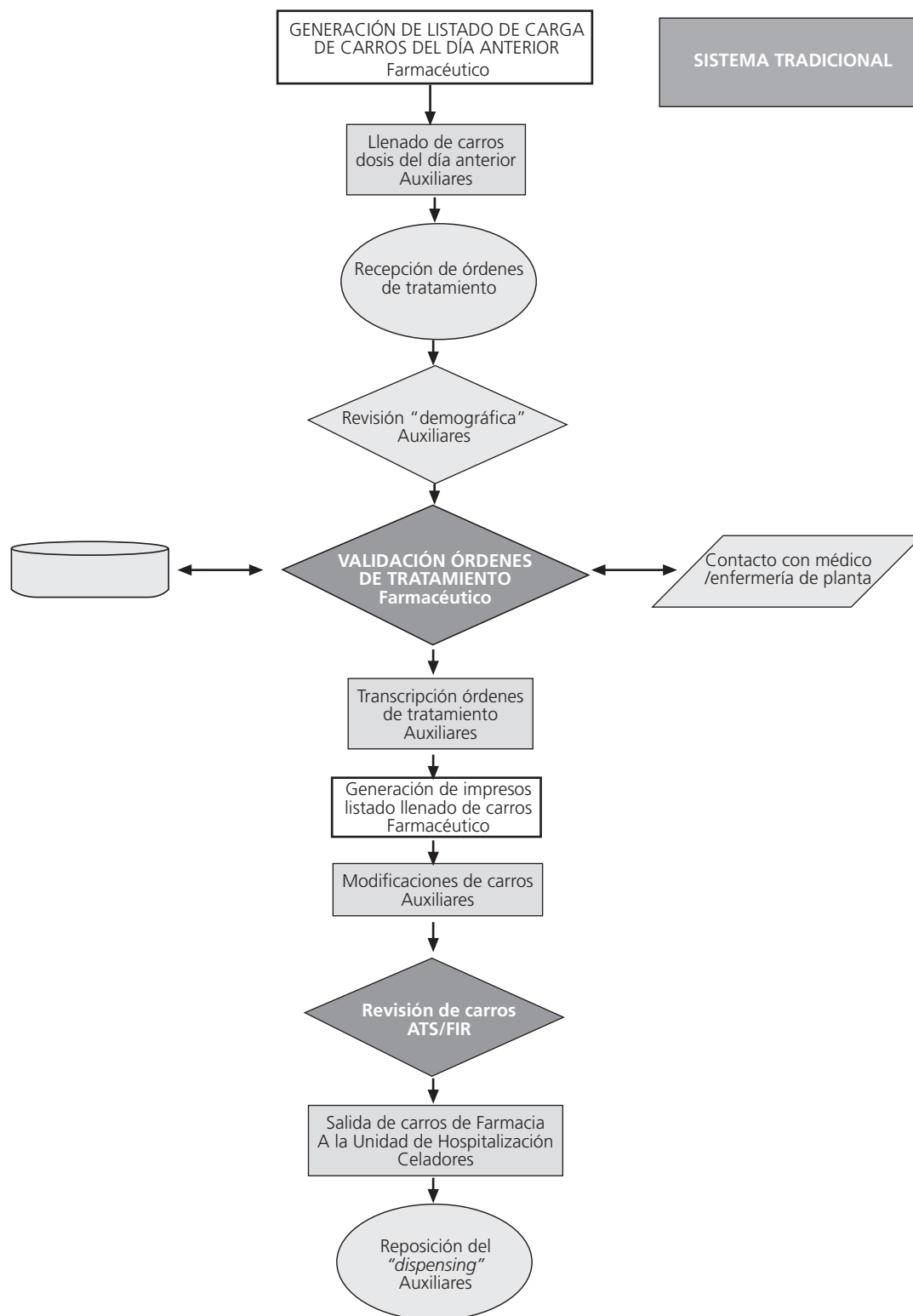


Fig. 2.- Diagrama de flujo de la dispensación de medicación a las unidades clínicas. Sistema tradicional.

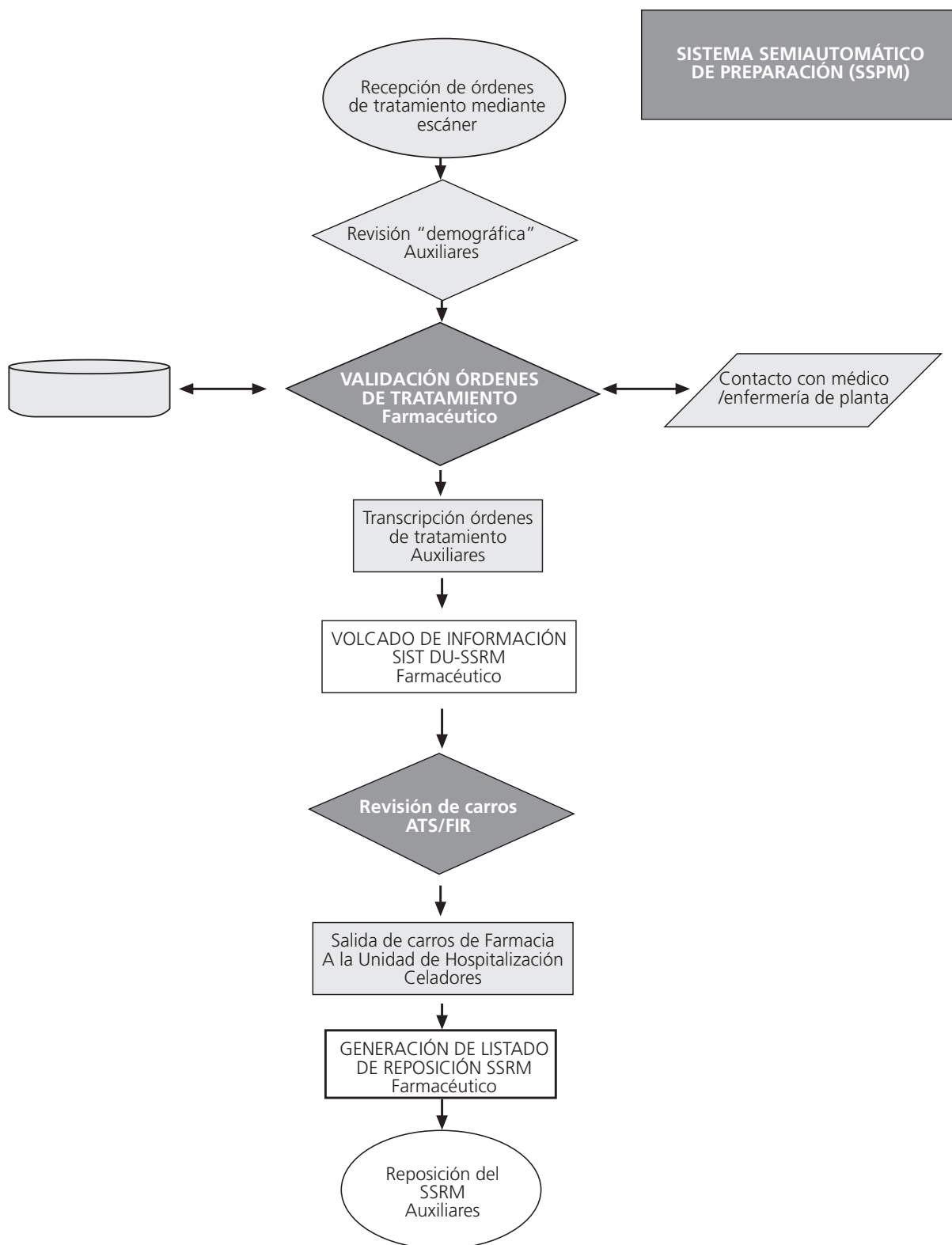


Fig. 3.- Diagrama de flujo de la dispensación de medicación a las unidades clínicas. Sistema semiautomático.

Por cuanto el análisis coste-beneficio tiene una proyección superior a un año, y se deben efectuar evaluaciones sobre adquisiciones de activos fijos, hemos establecido como parámetros estructurales y económicos los siguientes grupos de datos:

1. El marco temporal, es decir, el tiempo que transcurre desde el inicio del proyecto de inversión hasta que acaban las actividades generadoras de costes directos, se ha limitado al periodo de amortización estimado en 5 años.

2. El movimiento de fondos o flujos de caja, que se refiere a la diferencia periódica entre los beneficios y los costes a que da lugar el proyecto. Se ha definido a través del valor actual neto (VAN) o valor actualizado de la diferencia anual entre los beneficios y los costes que se siguen a la ejecución del proyecto.

La fórmula para su cálculo es:

$$VAN = \sum \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Donde “Bt” son los beneficios (o costes negativos), “Ct” los costes, “R” la tasa de descuento y “t” el periodo.

RESULTADOS

Para cada uno de los flujos analizados se ha calculado su valor actualizado neto para un periodo de cinco años; la tabla I muestra los resultados para el flujo de la inversión inicial. Se ha tenido en cuenta que la inversión del sistema se hizo efectiva al inicio del periodo y que al tratarse de sistemas tecnológicos su amortización contable como balance financiero se realiza en el transcurso de cinco años.

La utilización de recursos humanos de las unidades clínicas para las tareas de logística de distribución de medicamentos, esto es, los tiempos invertidos por el personal auxiliar del Servicio de Farmacia donde hemos implantado estos sistemas para cubrir la dispensación a través de dosis unitarias de las necesidades de 24 horas de farmacoterapia, se detallan en la tabla II. Así, el personal auxiliar ve reducida sus horas de trabajo destinadas a labores de logística y de gestión de llenado de carros de dosis unitarias en un 27,14% siendo el VAN a los 5 años de 155.721 €.

La liberación de espacio físico es una de las necesida-

des de todo Servicio de Farmacia; en nuestro caso, la reducción del espacio físico obtenido con la implantación de los SSPDU ha llegado a ser de hasta un 44,5%, siendo los costes estructurales asociados al mismo, los que se detallan en la tabla III.

La tabla IV es un resumen del flujo económico de nuestro estudio, en el mismo podemos ver cómo el gasto realizado por la inversión inicial se ve compensado durante el periodo de estudio analizado por el beneficio generado por los otros dos flujos analizados. El mayor beneficio corresponde al flujo 2, que se refiere a los costes y valoración de la reducción del tiempo de personal auxiliar, que representa el 61% de todo el beneficio obtenido. Globalmente el flujo de los beneficios y los costes a que da lugar el proyecto durante el tiempo que transcurre desde el inicio del proyecto hasta que se acaban las actividades generadoras de costes directos, es decir, el periodo de amortización (5 años), permite la obtención de un beneficio superior a -96.565 €.

Asimismo, el análisis de flujo económico anual con inversión global, permite estimar un periodo de retorno de la inversión no superior a 44 meses (Tabla V).

DISCUSIÓN

Los sistemas logísticos de distribución de medicamentos suponen para el hospital y concretamente para el Servicio de Farmacia un importante coste, especialmente en los aspectos referidos a capítulos de personal que se dedica a realizar el proceso de transcripción de la orden médica, llenado de carros y dispensación (5,12,13).

Con este trabajo hemos querido demostrar mediante un análisis coste-beneficio la rentabilidad potencial que ofrecen estos sistemas semiautomáticos; para ello nos hemos centrado en aquellos beneficios tangibles (positivos o negativos) cuya cuantificación es factible, dejando para posteriores análisis otros aspectos, también relevantes, que aportan los sistemas semiautomáticos de preparación de medicamentos, como son disminuir los errores de llenado.

Esta optimización de los recursos supone una alternativa para abordar nuevas actividades (14,15). En nuestro caso, el tiempo liberado ha permitido la incorporación del auxiliar de clínica a tareas de transcripción de prescripciones médicas y ha liberado al farmacéutico de tiempo para la incorporación a Unidades de Hospitalización y al desarrollo más intenso de programas de Atención en Farmacoterapia, tanto poblacionales como individualizadas (16).

Tabla I. Flujo del coste de capital invertido (F_i)

Tiempo (años)	2001	2002	2003	2004	2005
Amortización (€)	16.828	16.828	16.828	16.828	16.828
Saldo sin amortización al inicio del periodo	84.142	67.313	50.485	33.657	16.829
VAN del coste de equipamiento	16.828	16.498	16.175	15.857	15.546

Flujo F_i: coste y valoración de las inversiones de capital. VAN_{5 años} = 80.906 €.

Tabla II. Flujo desarrollado derivado de la reducción del tiempo global de personal implicado en los sistemas semiautomáticos de preparación de medicamentos por el sistema de distribución por dosis unitarias (F_2)

	Método tradicional (Dispensing)	Método actual (SSPDU)
Tiempo invertido/día	14 horas	3,8 horas
Tiempo invertido/año	5.110 horas	1.387 horas
Coste/año auxiliar de clínica	44.457 €	12.067 €
Reducción coste/ año auxiliar de clínica		72,8%

Flujo F_2 : coste y valoración de la reducción del tiempo personal. $VAN_{5 \text{ años}} = 155.721,4 \text{ €}$.

Tabla III. Flujo desarrollado de los costes estructurales derivados de la reducción del espacio físico (F_3)

	Método tradicional (Dispensing)	Método actual (SSPDU)
Espacio empleado (m^2)	14,95	8,3
Coste estimado (€) / m^2 construido	8.985	3.997
Coste consumo energía eléctrica (€)/ m^2	28,85	16
Coste consumo agua (€)/ m^2	79,8	44,32
Coste consumo gasóleo (€)/ m^2	42,9	23,8
Coste consumo limpieza (€)/ m^2	1.033,64	573,86
Total costes (€)	10.427	4.782

Flujo F_3 : coste y valoración de la reducción del espacio físico. $VAN_{5 \text{ años}} = 21.749 \text{ €}$.

Tabla IV. Tabla resumen del VAN flujos analizados

5 años	VAN (Euros)
Flujo F_1 : coste y valoración de las inversiones de capital	80.905
Flujo F_2 : coste y valoración de la reducción del tiempo de personal	155.721
Flujo F_3 : costes de valoración de la reducción de espacio	21.749
Total	- 96.565

Tabla V. Tiempo de retorno de la inversión

	Periodos					
	Inicio (Nov 01)	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
Coste/beneficio (€)	84.141	47.229	31.123	15.004	-1.127	-17.272

Los beneficios tangibles estimados en este tipo de estudios, se encuentran directamente relacionados con el medio sanitario donde se desarrollan. El ratio beneficio/coste de 2,19 obtenido en nuestro estudio, es consistente y positivo para el entorno de nuestro Hospital, y del Servicio de Farmacia, aunque puede no tener la suficiente validez externa si se efectuara el mismo análisis en otros hospitales, que realizan otro tipo de actividades relacionadas con los SDMDU. Este hecho no invalida el estudio, pero matiza la necesidad de ser prudentes a la hora de interpretar los resultados. Otros beneficios no contemplados en este estudio y que son citados en la bibliografía (17) se refieren a: la posibilidad de realizar un almacenaje de alta densidad, disminuir los errores de llenado, realizar un control de inventario y mantener los medicamentos en condiciones homogéneas de humedad, temperatura y ausencia de polvo, así como la mejora de las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo. Todos estos aspectos no se han cuantificado en términos económicos, pero deben considerarse en la toma de decisiones. Básicamente, el planteamiento económico en nuestro entorno ha sido la sustitución del procedimiento habitual de trabajo, y por ello en los costes de inversión sólo hemos considerado los relativos a los sistemas semiautomáticos, por cuanto las alternativas a estos ya existían en el Servicio de Farmacia. Ahora bien, en centros cuya situación sea la inexistencia de sistemas de dispensación de dosis unitarias, el análisis debe contemplar los costes asociados tanto a sistemas semiautomáticos como al de las estaciones de dispensación con cajetines individuales (*dispensing*). En este caso, los beneficios que aporta la semiautomatización del proceso de preparación de medicamentos para su dispensación por dosis unitarias pueden ser aún mayores.

CONCLUSIONES

Los sistemas semiautomáticos basados en armarios verticales rotatorios con sistema de almacenamiento dinámico utilizados para la dispensación de medicamentos mediante la distribución por dosis unitarias, constituyen una nueva tecnología con favorables resultados en cuanto a su ratio beneficio/coste, y por tanto debería constituir una línea estratégica para aplicar en los procesos logísticos subsidiario a la distribución de medicamentos en dosis unitarias.

AGRADECIMIENTOS

A los gerentes del Hospital, Dr. Joan Roviroa y Dr. José Moreno Canovés, que apostaron decididamente por la renovación tecnológica del Servicio de Farmacia.

Bibliografía

1. Heller WM. Should the pharmacists assure responsibilities for medication preparation? *Am J Hosp Pharm* 1965; 18: 520-4.
2. Mcconell, Barlter KN, Garry LF. Centralized unit dose dispensing: report of a study. *Am J Hosp Pharm* 1965; 18: 531-41.
3. Barker KN, McConnell WE, Brennan JJ, et al. The development of a centralized unit doses dispensing system, part I; description of the experimental system. *Am J Hosp Pharm* 1963; 20: 568-79.
4. Ferrándiz JR. Distribución de medicamentos en hospitales. XIX Asamblea Nacional de farmacéuticos de Hospitales. Torremolinos 8-13 octubre 1974.
5. Santell JP. ASHP national survey of hospital-based pharmaceutical services 1994. *Am J Health-Syst Pharm* 1995; 52: 1179-98.
6. Encuesta Europea sobre Farmacia Hospitalaria 2000; <http://www.sefh.es/power/index.html> (Consultada en enero de 2003).
7. Información de Kardex®. <http://www.kardex.com/> (Consultada en enero de 2003).
8. Rubio S, Rubio C. Fundamentos teóricos del análisis farmacoeconómico. Madrid: Wyeth-Orfi, 1999. p. 31-83.
9. Ortún V, Pinto JL, Puig J. El establecimiento de prioridades. *Aten Primaria* 2001; 27: 673-6.
10. Trillo JL, Aznar J. Bases de la evaluación económica de los medicamentos. *Atención Farmacéutica* 1999; 1: 469-80.
11. Drummond MF, Stoddart GL, Torrance GW. Métodos para la evaluación económica de los programas de atención a la salud. Madrid: Díaz de Santos, 1991. p. 187-203.
12. Poveda JL, Sánchez A, Hermenegildo M. Aplicación de un modelo de contabilidad analítica a un servicio de farmacia. *Farm Hosp* 1998; 22: 75-80.
13. Áreas del Aguila VL. Contabilidad analítica: aplicación a un Servicio de Farmacia. *Farm Hosp* 2001; 25: 25-30.
14. Hernández M, Poveda JL. Dispensación de medicamentos: sistemas automáticos de dispensación de medicamentos. Barcelona: Lab. Combino Pharm-SEFH, 2001. p. 1-29.
15. Poveda JL, Moreno J, García C. Sistemas automáticos de dispensación de medicamentos: experiencia en el Complejo Hospitalario de Albacete. *Cuadernos de Gestión* 2001; 1: 26-33.
16. Poveda JL, Moreno J, García C. Aplicación de las nuevas tecnologías a los sistemas hospitalarios de dispensación de medicamentos. *Cuadernos de Gestión* 2002; 2: 22-7.
17. Poveda JL, García C, Hernández M, Valladolid A. Análisis coste-beneficio de la implantación de los sistemas automáticos de dispensación de medicamentos en las Unidades de Críticos y Urgencias. *Farm Hosp* 2003; 27: 4-11.