

Problemas de planificación del tiempo de trabajo en presencia de cláusulas de flexibilidad a largo plazo para necesidades de la producción ^Y

Albert Corominas Subias^{1,2}, Jordi Olivella Nadal¹, Rafael Pastor Moreno^{1,2}

¹ Dto de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Catalunya. Avda. Diagonal, 647. Barcelona.

² Instituto Organización y Control de Sistemas Industriales. Universidad Politécnica de Catalunya. Avda. Diagonal, 647. Barcelona.

Resumen

Desde los años 60, primero en Estados Unidos y posteriormente en Europa, se ha extendido el mecanismo de las cuentas de horas, que ofrece flexibilidad en el tiempo de trabajo a largo plazo. El cómputo anual de la jornada ofrece también, aunque en menor medida, flexibilidad a largo plazo. Los casos industriales se caracterizan por la existencia de stocks y los de servicios por la variabilidad durante el día y durante la semana. En todos los casos son necesarias herramientas de planificación. El caso del cómputo anual ha sido resuelto en la literatura. La planificación con cuentas de horas actualmente es objeto de análisis por los autores. En el caso de no caducidad de los saldos de las cuentas se dispone de resultados. Para el caso de caducidad en los saldos en este trabajo se establecen los parámetros esenciales del problema.

Palabras clave: cuentas de horas, planificación, tiempo de trabajo

1. Introducción

Las formas de flexibilidad en el tiempo de trabajo para ajustar las operaciones a la demanda son diversas. Siguiendo a Thorsten (1998), se pueden señalar las siguientes:

- Posibilidad de que cierto porcentaje de los empleados trabajen permanentemente más tiempo que la jornada convenida colectivamente.
- Introducción de los “pasillos” de horas de trabajo, que dan a las empresas la posibilidad, dentro de ciertos límites, de reducir o prolongar el horario laborable.
- Posibilidad de reducciones del tiempo de trabajo sin remuneración por un período de tiempo limitado.
- Introducción del trabajo estacional.
- Nuevas regulaciones que facilitan la introducción del trabajo en fin de semana.

La herramienta que ya en su concepción está destinada a facilitar la flexibilidad a largo plazo son las cuentas de horas. Las cuentas de horas permiten que horas trabajadas de más o de menos, a requerimiento del trabajador o de la empresa, se acumulen en las cuentas. En algunos casos se llegan a generar períodos sabáticos o una jubilación prematura. El

^Y Financiado por el proyecto DPI2004-05797 del MCyT y FEDER.

establecimiento de mecanismos de flexibilidad en los horarios de trabajo por medio de cuentas de horas se inicia en los Estados Unidos en los años 60 (Owen (1977)). Posteriormente estas prácticas se extendieron a Europa. Cuando las cláusulas se aplican para ajustar la producción de bienes o servicios a la demanda se denominan de flexibilidad pasiva. Se han desarrollado especialmente en Alemania, a partir de la negociación colectiva. Lehndorff (1998) estudia diversos casos de variación de horarios por negociación colectiva. Por otra parte, la jornada anualizada es también una fuente importante de flexibilidad a largo plazo.

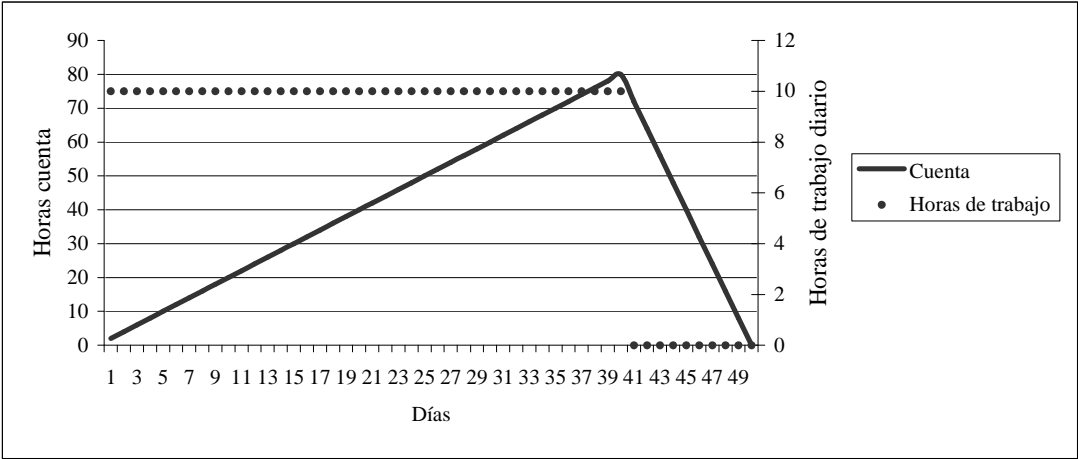


Ilustración 1. Anualización: máximo.

En la jornada anualizada las horas de trabajo pueden distribuirse no uniformemente con tal de que el saldo a final de año sea cero. También puede aplicarse a intervalos distintos al año. El efecto de la necesidad de obtener un saldo cero a final del intervalo se muestra, para un caso extremo, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Se toma un intervalo de 50 días, con jornada regular de 8 horas, máximo diario de 10 horas, sin mínimo diario y saldo cero al final del intervalo. Supongamos que se pretendiera trabajar el máximo número de horas posible todos los días. Hasta el día 40 se pueden trabajar 10 horas al día 40, pero entonces es obligado no trabajar ninguna hora de los días 41 a 50 para alcanzar el saldo cero.

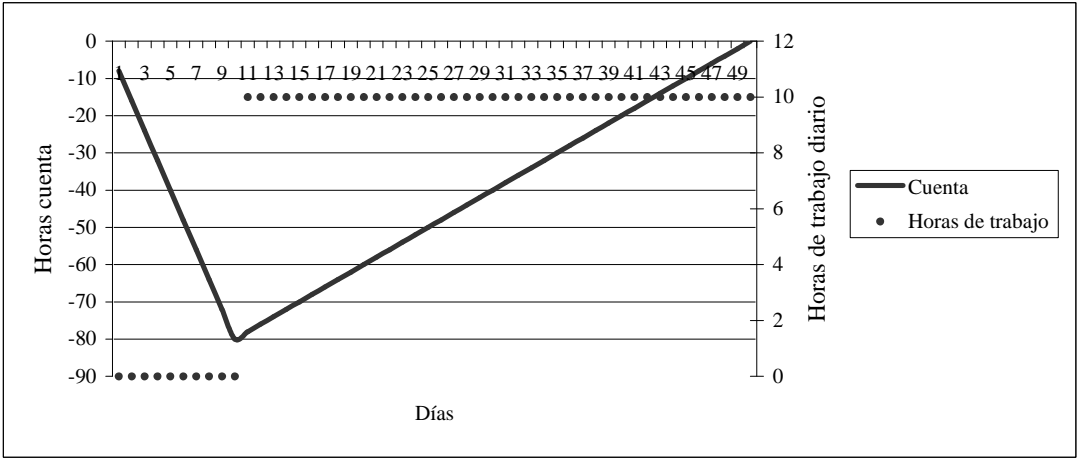


Ilustración 2. Anualización: mínimo.

La Ilustración 2 representa el caso opuesto: si se utilizara la flexibilidad para no trabajar lo mínimo posible todos los días, se podría incluso no trabajar ninguna hora durante 10 días, pero ello implicaría trabajar 10 horas durante el resto de días. De nuevo es un caso extremo que no cabe esperar que se produzca a poco que se aplique correctamente la anualización. Se muestra, sin embargo, que las horas trabajadas en un intervalo condicionan cuantas se va a trabajar más adelante. Este sistema de flexibilidad permite ajustarse a oscilaciones previsibles, pero no es adecuado para los cambios imprevistos.

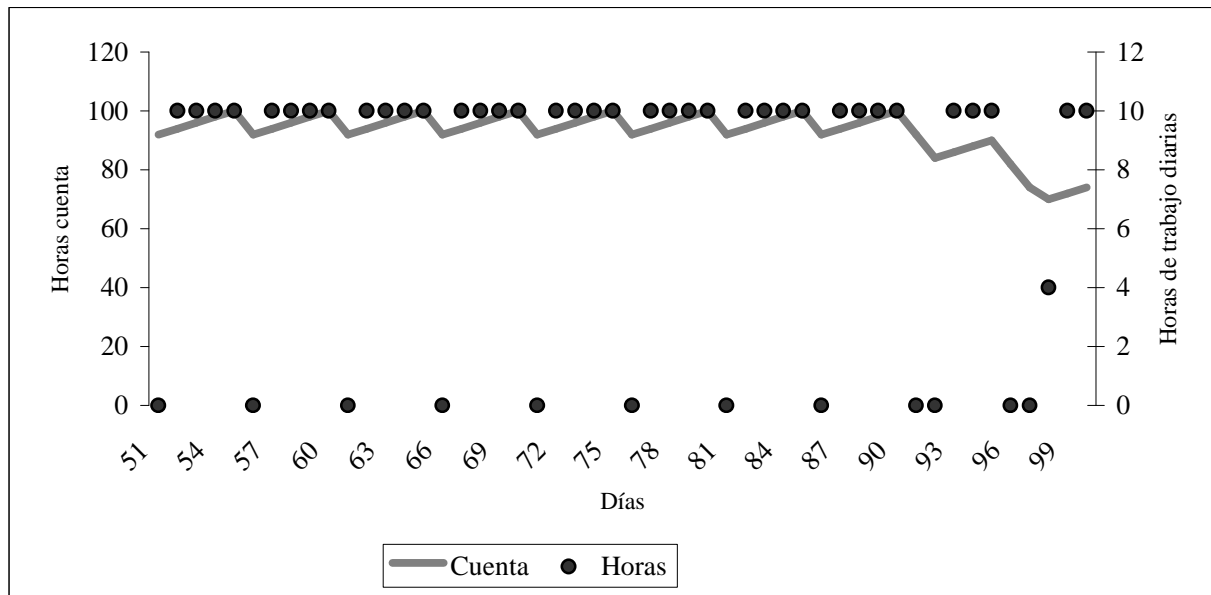


Ilustración 3. Cuenta de horas con caducidad: máximo

Otra posibilidad es que no sea necesario saldar las horas en el intervalo, pero sí deba hacerse como máximo en el siguiente. Se dice que es un sistema de cuenta de horas con caducidad. En la Ilustración 3 se muestra como funcionaría, siguiendo con el ejemplo anterior. Se trata una vez más de una hipotética situación límite destinada a mostrar el efecto de las limitaciones de la modalidad. Supongamos que, finalizado un primer intervalo de 50 días, la cuenta de horas registra un saldo favorable al trabajador de 100 horas. Ello conlleva que se deban compensar en el intervalo siguiente. Si en ese nuevo intervalo se busca trabajar el máximo de horas posibles, deberá acumularse la compensación en lo posible en días en que no se trabaje ninguna hora. De este modo, se aprovechará al máximo la posibilidad de trabajar 10 horas diarias. Resultan un total 12 días sin trabajo y un día con 4 horas de trabajo. El resto de días se trabajará 10 horas. En el ejemplo se han distribuido estos días en uno de cada cinco, con los restantes las dos últimas semanas.

A partir del ejemplo, se deduce que cuando se trata es de cubrir algunas variaciones puntuales el método es efectivo: se compensan horas de mayor y de menor trabajo y el plazo de compensación no es acuciante. Si lo que se pretende, sin embargo, es cubrir variaciones substanciales, la compensación puede resultar compleja.

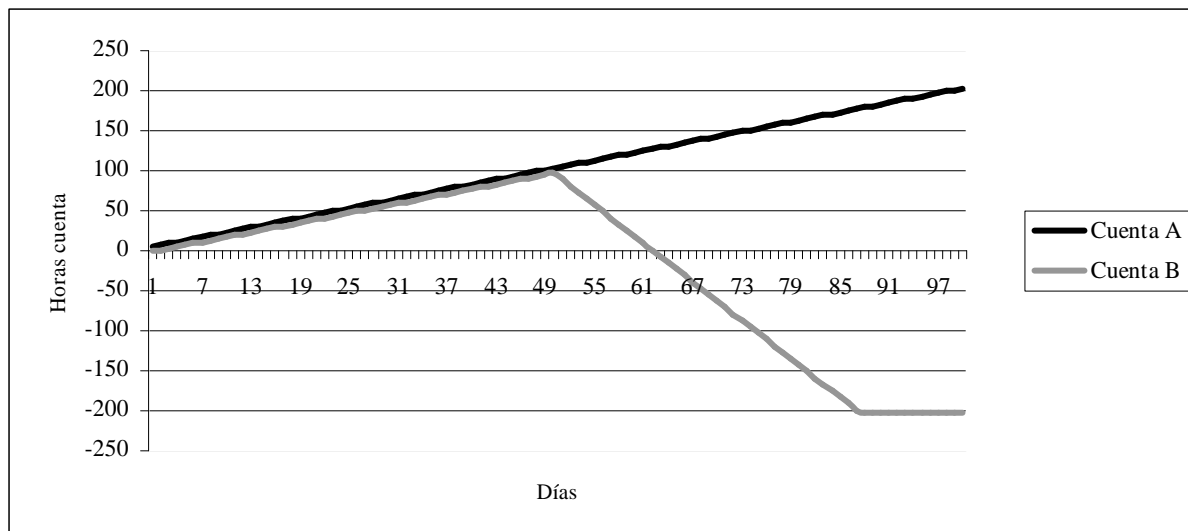


Ilustración 4. Cuenta de horas sin caducidad: máximo y mínimo

El mecanismo que ofrece mayor libertad es el que no fija límites a la compensación. En la Ilustración 4 se muestra el resultado. Después de alcanzar el día 50, en que termina un primer intervalo, con un saldo positivo a favor del trabajador de 100 horas, se puede mantener el trabajo de 10 horas diarias (cuenta A) o por el contrario, en el límite, pasar 37 días sin trabajo hasta que el límite inferior de la cuenta de horas (-200 horas, en este caso) obliga a volver al horario regular (cuenta B).

Las tres modalidades (cómputo anual y cuentas de horas sin y con caducidad) tienen en común una gran dificultad de gestión. Si la organización de horarios resulta siempre compleja, cuando las propias horas trabajadas por período (día, semana, etc.) son variables la complejidad aumenta, dado que se incluye, por lo menos, una nueva variable por trabajador. La utilización de estas modalidades está condicionada a la capacidad para gestionarlas. La solución de los problemas de planificación generados adquiere pues un valor de primer orden.

Los problemas de planificación de los horarios han generado un volumen importante de literatura (Ernst et al., 2004). Estos problemas incluyen desde el establecimiento de turnos rotatorios hasta los problemas de cobertura de la demanda en términos de probabilidad. A los problemas clásicos se han añadido los generados por la flexibilidad a largo plazo. La estacionalidad, los convenios de mantenimiento de la plantilla con adaptación al ciclo y una tendencia creciente a la supresión de stocks y esperas han impulsado la aparición de estas nuevas prácticas.

En este trabajo se presenta el estado del arte de la resolución de los problemas de planificación en presencia de herramientas de flexibilidad a largo plazo. En la sección 2 se especifican las diferencias entre los casos industriales y los de servicios. En la sección 3 se describen los problemas de planificación que genera cada modalidad; así, se describen los problemas de cómputo anual, de las cuentas de horas sin caducidad y de las cuentas de horas con caducidad. La sección 4, finalmente, trata de las conclusiones y la investigación futura.

2. Industria y servicios

El hecho de que la actividad sea industrial o de servicios marca diferencias substanciales en las necesidades de la planificación. En la industria existen los stocks. Aunque la tendencia dominante es reducir en lo posible los stocks, su uso puede producirse y en la práctica es

abundante. Aún en sectores industriales que han reducido su ciclo de maduración a semanas, la existencia de este margen marca totalmente la planificación. En la planificación del tiempo de trabajo en el caso industrial, se da pues una interacción entre capacidad, stocks y demanda.

Por lo que respecta a los servicios, se consideran actividades de servicios aquellas que tienen un efecto directo sobre una situación, modificándola. Las actividades industriales dan lugar a bienes físicos con un valor independiente de su usuario. Para los servicios la planificación de la capacidad es crítica, especialmente los horarios de trabajadores que tratan con el público. La falta de capacidad da lugar a esperas que significan mal servicio y incluso pérdidas de clientes. Estas decisiones de capacidad vienen restringidas por disponibilidades de recursos como espacio o instrumental. Dentro del marco de estas restricciones las decisiones de capacidad son decisiones de horarios de trabajo. El solapamiento de turnos es habitual. Los problemas de planificación en los servicios tratan pues de equilibrar la presencia de empleados con la previsión de demanda.

En la sección siguiente se señalan los elementos esenciales de las distintas modalidades de flexibilidad a largo plazo obviando los factores específicos de los casos industriales (stocks) y de los casos de servicios (variabilidad diaria y semanal de la demanda).

3. Modalidades

3.1. Cómputo anual

El cómputo anual significa el reparto del volumen de trabajo a realizar durante el año en función de las necesidades de la empresa, con las restricciones que corresponda. En este caso la distribución de las horas del trabajo en el horizonte de planificación es flexible, pero el número total no lo es. Las horas tienen que ser planificadas cuidadosamente para prevenir una carencia o un exceso cuando el final del período se está acercando. El cómputo anual es una herramienta útil para las variaciones previsibles - como la estacional - o para cubrir un calendario operativo distinto del calendario de trabajo individual - como el caso de la ley de 35 horas de ley en Francia (Bunel, 2004).

El problema de la cómputo anual es análogo a cuando se consideran lapsos distintos al año, sean una semana, varias semanas o meses, o por el contrario, más de un año. Los factores a considerar necesariamente son los que se enumeran a continuación: (1) categorías, (2) tareas, (3) tareas a realizar por cada categoría, (4) horas de trabajo de referencia de los trabajadores, (5) máximo y mínimo de horas de trabajo por período, (6) número de semanas en las cuales la media de horas trabajadas no puede superar determinado número, (7) número de semanas en las cuales la media de horas trabajadas no puede superar determinado número, cuando de forma inmediatamente anterior hayan transcurrido un determinado número de semanas superando cierta media de horas, (8) máximo número de semanas por encima de cierto límite, (9) máximo número de semanas por debajo de cierto límite, (10) capacidad deseada por tarea y período, (11) coste de una hora extra, (12) límite en el número de horas extra (total o en proporción a las regulares), (13) coste de una hora de trabajo externo y (14) peso de los distintos costes.

A partir de estos datos se obtienen las horas de trabajo regulares y extra por trabajador y período, el número de horas de trabajo externo contratado y las horas dedicadas a cada tarea por cada trabajador y período.

En Corominas et al. (2002) se incluye una matriz de penalización en la asignación de tareas que incentiva la asignación preferente o propia de cada puesto. Ello obliga a adoptar un factor de penalización que relacione los costes de horas extra y externos con las asignaciones no preferentes. La función objetivo pondera pues los costes con las preferencias de asignación.

Los resultados prueban la viabilidad de la metodología, en tanto que se resuelven casos reales y el cálculo se prueba posible hasta con 1.000 empleados. El problema ha sido tratado también por otros autores (Hung, 1999; Corominas et al., 2002; Azmat et al., 2004) y Corominas et al., 2004).

3.2. Cuentas de horas sin caducidad de la compensación

Las cuentas de horas son herramientas de gestión de personal que consideran las diferencias entre las horas contractuales y las horas trabajadas de un empleado, que tienen que ser compensadas en el futuro. Esta futura compensación determina la existencia de las cuentas. Como herramienta de contabilización se puede utilizar con independencia de cómo y quien decide sobre los horarios. En la cuenta no se incluyen las horas extra, que son objeto de compensación en dinero y no afectan al volumen de trabajo futuro, ni los permisos retribuidos o compensados con menor salario. Cuando se produce una compensación futura en el tiempo aparece la necesidad de establecer una cuenta de horas.

Las cuentas de horas aparecen primeramente para ofrecer flexibilidad a los trabajadores (Owen, 1977). Esta flexibilidad viene generalmente condicionada a que no resulte disruptiva para la actividad. Aquí se considera el caso de flexibilidad por necesidades de la empresa. Esta modalidad fue desarrollada inicialmente en Alemania en el sector del automóvil, y desarrollada después en otros sectores y países (Lehndorff, 1999).

El objeto de las cuentas de horas para necesidades de la producción sin caducidad es asignar horas del trabajo por encima o por debajo de las contratadas para cubrir las fluctuaciones de la demanda. Las diferencias se compensan más adelante, sin que exista un límite para esta compensación. Esta modalidad genera un problema de planificación claramente diferenciado. Se parte de un volumen de trabajo contractual, una situación inicial de las cuentas de horas individuales y restricciones a la variabilidad. Con estos elementos, y otros posibles como asignación de tareas y horas extra remuneradas, se plantea el problema de planificación. También se pueden fijar objetivos para el saldo final de las cuentas de horas.

Hay que distinguir los problemas de planificación asociados a esta modalidad de los propios del caso del cómputo anual ya tratado por la literatura. Se manifiestan las siguientes características diferenciales:

- 1) No hay un horizonte temporal inherente al problema. En el instante inicial, el saldo de la cuenta de horas puede ser diferente para cada trabajador. Además, a diferencia del caso del cómputo anual, en que a final de año hay una puesta a cero, aquí el final del horizonte temporal adoptado para la planificación no tiene asociada, en general, ninguna propiedad especial. El horizonte temporal se acaba, pero las cuentas de horas siguen su curso sin solución de continuidad. Cabría, pues, evaluar las consecuencias futuras del estado del sistema al final del horizonte. Esta dificultad es análoga a la que presentan los modelos de planificación tradicionales en relación a los stocks. Generalmente la resuelven, o la pretenden resolver, fijando un valor para el stock final del producto o de los productos, sin justificar el valor adoptado.

- 2) El hecho de que el horizonte temporal pueda ser más corto que el año puede permitir considerar razonablemente períodos de un día y no de una semana. En el cómputo anual, trabajar con períodos de un día aumenta mucho las dimensiones de los modelos, a pesar de que en algún caso podrían aún ser operativos.
- 3) La necesidad de planificación existe, pero no es tan imperativa como en el caso de las la cómputo anual, en que las horas a lo largo del año tienen que sumar un valor dado, lo cual impide la improvisación o la adopción de decisiones sobre la marcha. De todas formas en este caso también podría existir dicha necesidad si se tienen en cuenta límites anuales: en el número máximo de horas extra o en el número total de horas que el trabajador puede hacer por encima o por debajo de su jornada habitual.
- 4) Las restricciones pueden ser más sencillas que en el caso de cómputo anual, ya que la existencia de una cota inferior y superior para la cuenta de horas y para el número de horas trabajadas en cada período pueden ser suficientes para garantizar unas jornadas razonables. Eso no impide, sin embargo, que pueda haber restricciones similares a las que intervienen en el caso del cómputo anual (como por ejemplo, media en un cierto número de semanas consecutivas no superior a un valor prefijado, etc.).

El problema ha sido estudiado por los mismos autores. Los formulación detallada y resultados se exponen Corominas et al. (2006). Se ha adoptado un modelo con las siguientes características:

- 1) Determinista. Se toma como conocida, para todo período del horizonte de planificación, la capacidad necesaria y los trabajadores que están presentes en el centro de trabajo (los períodos de vacaciones son conocidos a priori y no se considera la posibilidad de absentismo).
- 2) Las vacaciones se toman como conocidas.
- 3) Jornadas individualizadas. Los trabajadores no son planificados como un equipo y, de esta forma, en cada período cada trabajador puede trabajar un número de horas que puede ser diferente del de los otros. Esta característica se presenta habitualmente en las empresas de servicios.
- 4) Trabajadores polivalentes. Se considera multifuncionalidad parcial de la fuerza de trabajo, según la cual los trabajadores de una categoría están capacitados para realizar diferentes tipos de tareas con, en algunos casos, eficiencias menores.
- 5) No se considera la posibilidad de incorporar trabajadores externos para cubrir tiempo de trabajo. Esta práctica es opuesta a la filosofía de la modalidad, centrada en ajustar la capacidad disponible a la demanda.
- 6) Se considera como único objetivo la minimización de costes y, por tanto, no se incluye objetivo alguno para los saldos de las cuentas de horas.
- 7) No se incluyen límites de medias de tiempo de trabajo por período.

Salvo cuando se señala expresamente lo contrario, los factores no considerados se han desechado para obtener la factibilidad del modelo y eligiendo aquellos que aparecen en los casos reales conocidos. A partir de los parámetros adoptados, el modelo se configura con los parámetros que siguen: (1) categorías de trabajadores, (2) tareas, (3) tareas a realizar por cada categoría, (4) horas de trabajo de referencia por período, (5) máximo y mínimo de horas de trabajo por período, (6) límite superior y inferior de las horas de trabajo por período en el marco de la cuenta de horas, (7) límite superior de las horas de trabajo por período, considerando las efectuadas a partir del límite de la cuenta de horas como horas extra, (8) balance de la cuenta de horas en el momento inicial, (9) balance superior y inferior de la cuenta de horas para cada trabajador, (10) coste de una hora extra, (11) límite en el número de horas extra por período (totales o en proporción a las regulares), (12) coste de una unidad de déficit de capacidad, (13) límite superior y inferior de la suma de todos los saldos de las cuentas de horas

A partir de estos datos se obtienen las horas de trabajo regulares y extra por trabajador y período, las horas dedicadas a cada tarea por cada trabajador y período, el saldo de la cuenta de horas en cada período y el déficit de capacidad por cada tarea y período. El valor del coste del déficit y de las horas extra es la función objetivo.

Los resultados se muestran en Corominas et al. (2006), aunque cabe indicar aquí que prueban la viabilidad del modelo.

3.3. Cuentas de horas con caducidad de la compensación

El término cuenta de horas se utiliza generalmente cuando no considera un límite temporal para la compensación de las diferencias. Sin embargo son numerosos los casos en que sin utilizar la expresión “cuentas de horas” existen mecanismos de compensación en tiempo de trabajo de las horas trabajadas de más o de menos y se fijan plazos para esta compensación. Por analogía se denomina a estas modalidades cuentas de horas con caducidad y dan lugar a un colección diferenciada de problemas.

Considerar la caducidad de las horas de la cuenta de horas dificulta en gran medida la planificación de los horarios de trabajo y aumenta la necesidad de disponer de una herramienta efectiva de simulación de casos y de planificación.

La diferencia en la formulación del caso debido a la caducidad se refleja en la introducción de nuevos datos y variables correspondientes a esta nueva restricción. Los datos que se introducirán son: (1) número de períodos de tiempo tras los cuales las horas que el trabajador debe a la empresa caducan y se anulan, (2) número de períodos de tiempo tras los cuales las horas que la compañía debe al trabajador caducan y se anulan, (3) número de horas debidas por el trabajador a la empresa en el momento inicial por cada período anterior no caducado, (4) número de horas debidas por la empresa al trabajador en el momento inicial por cada período anterior no caducado, (5) número de horas realizadas en cada período para compensar las debidas por el trabajador a la empresa de cada período anterior no caducado, (6) número de horas trabajadas de menos en cada período para compensar las debidas por la empresa al trabajador de cada período anterior no caducado, (7) coste de una hora de la cuenta de horas que se abona por caducar y (8) valor de una hora de la cuenta de horas que se anula por caducar

Con todo ello se establece el resultado de cada período que mejor responde a los criterios de selección fijados. Incluye las siguientes variables de decisión:

- Horas de trabajo, por encima y por debajo del valor de referencia para cada trabajador y período
- Horas de trabajo, por debajo del valor de referencia de cada trabajador, realizadas en cada período y utilizadas para saldar las horas de cada período anterior.
- Horas de trabajo, por encima del valor de referencia de cada trabajador y que no son horas extra, realizadas en cada período y utilizadas para saldar las horas de cada período anterior.
- Horas de trabajo, por debajo del valor de referencia de cada trabajador, realizadas en cada período y que se anulan.
- Horas de trabajo, por encima del valor de referencia de cada trabajador y que no son horas extra, realizadas en cada período y que se abonan.
- Horas extra por período
- Horas dedicadas a cada tarea por cada trabajador y período.
- Saldo de la cuenta de horas en cada período
- Déficit de capacidad por cada tarea y período

El valor del coste del déficit y los costes de las horas de la cuenta de horas abonadas y de las horas extra es la función objetivo.

4. Conclusiones y investigación futura

La flexibilidad a largo plazo del tiempo de trabajo para necesidades de la producción da lugar a distintas modalidades: cómputo anual, cuentas de horas sin caducidad y cuentas de horas con caducidad. Se ha mostrado el funcionamiento de cada modalidad. Se han descrito también los problemas de planificación generados. La modalidad del cómputo anual cuenta con diversos casos resueltos por la literatura. La cuenta de horas sin caducidad es objeto de estudio actualmente. La cuenta de horas con caducidad genera la necesidad de tener en cuenta un importante número de datos y variables específicos. Se propone el estudio de la planificación en estos dos últimos casos con el objeto de valorar su aplicabilidad en diversas situaciones y permitir su adecuada gestión.

Referencias

- Azmat, C.; Hurlimann, T.; Widmer, M. (2004) Mixed integer programming to schedule a single-shift workforce under annualized hours. *Annals of Operations Research*, Vol 128, No.1-4, pp.199-215.
- Bunel, M. (2004) Modulation / annualisation dans le cadre des 35 heures : entreprises et salariés sous contrainte. *Travail et Emploi*, Vol 98, pp.45-48.
- Corominas, A.; Lusa, A.; Pastor, R. (2002) Using MILP to plan annualised working hours. *Journal of the Operational Research Society*, Vol 53, No.10, pp.1101-1108.
- Corominas, A.; Lusa, A.; Pastor, R. (2004) Planning annualised hours with a finite set of weekly working hours and joint holidays. *Annals of Operations Research*, Vol 128, No.1-4, pp.217-233.

- Corominas, A.; Lusa, A.; Pastor, R. (2006) Planificación del tiempo de trabajo con cuentas de horas: el caso de servicios y no caducidad de la compensación. X Congreso de Ingeniería de Organización CIO. Valencia.
- Ernst, A. T.; Jiang, H.; Krishnamoorthy, M.; Sier, D. (2004) Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European Journal of Operational Research*, Vol 153, No.1, pp.3-27.
- Hung, R. (1999) Scheduling a workforce under annualized hours. *International Journal of Production Research*, Vol 37, No.1, pp. 2419-2427.
- Lehndorff, S. (1999) "New working time systems, work organisation and re-distribution of work." Düsseldorf: Institut Arbeit und Technik Abteilung Arbeitsmarkt.
- . (1998) *New working time systems, work organisation and re-distribution of work. Final report for the European Commission on the SOE1-CT97-1036 (DG XII) and SOC 96 102557 (DG V) projects.* Edited by Institut Arbeit und Technik Abteilung Arbeitsmarkt. Gelsenkirchen.
- Owen, J. (1977) Flexitime: Some Problems and Solutions. *Industrial and Labor Relations Review* Vol 30, No.2, pp.152-160.
- Thorsten, S. (1998) Provisions on working time accounts in collective agreements <http://www.eiro.eurofound.eu.int/1998/03/feature/de9803255f.html>.