

La Formación de Ingenieros Industriales en la E.T.S.I.I. de Madrid: Análisis de la Eficiencia del Proceso Formativo en el Curso 1.999-2.000

Vicente Riveira Rico¹, Carlos Mataix Aldeanueva²

¹Dr. Ingeniero Industrial, U.P.M.. E.T.S.I.I. de Madrid, vriveira@terra.es

²Dr. Ingeniero Industrial, U.P.M.. E.T.S.I.I. de Madrid, carma@ingor.upm.es

RESUMEN

Tomando como base las cifras de Información Estadística de Alumnos, relativas al curso 1.999-2.000, publicadas en web de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), se proponen un conjunto de indicadores que permitirían analizar la eficiencia del proceso de formación de alumnos en la ETSII. de Madrid, desde la perspectiva de un observador externo. La generación y aplicación de estos indicadores se vería favorecida si se asimilase la formación en la ETSII con un proceso de transformación, en el que las entradas son alumnos y las salidas son ingenieros titulados o alumnos que abandonan el proceso. Además de poner de manifiesto las herramientas de análisis que podría utilizar un observador externo, el propósito del trabajo es también abogar por la conveniencia de introducir en las Escuelas, en la formación de titulados, los planteamientos actuales sobre la gestión por procesos, como respuesta adecuada a la incidencia de factores externos que amenazan la estabilidad del sistema.

1. Introducción.

En la web de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en la sección de Información General, se publica la *Información Estadística de Alumnos*¹, correspondiente al curso 1.999-2.000. La información exhaustiva existente en la web y su fácil acceso sugiere indagar sobre las posibilidades que tendría un observador externo, dotado de unas ciertas habilidades en el tratamiento de datos, de utilizar esta información para elaborar indicadores numéricos, que le proporcionen una evaluación cuantitativa de la eficiencia del proceso de formación, en las distintas Escuelas Técnicas Superiores y Facultades (ETSYF) de la UPM, y en particular en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII).

Los principales objetivos de esta aportación son: primero definir cuales pueden ser los indicadores de eficiencia que se pueden establecer basándose en la información disponible, segundo concretar las formulas utilizables para la obtención de los indicadores y tercero determinar como pueden establecerse valores de referencia que sirvan para evaluar los indicadores obtenidos y establecer un juicio, cuando menos comparativo de la eficiencia del proceso. Este juicio puede realizarse tanto internamente, unas etapas en relación con otras, o externamente tomando como comparación lo que sucede en otras Escuelas de la UPM.

El concepto de eficiencia, se ha venido utilizando desde hace tiempo como una medida de la relación existente entre los resultados obtenidos y los recursos puestos en juego por un sistema de producción. Por tanto, la aplicación del concepto de eficiencia y su cuantificación, se verían favorecidas si la formación de ingenieros se enfocara como un proceso, es decir, como “*un conjunto de actividades relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de*

¹ La dirección es : <http://www.upm.es/informacion/datosycifras/stat9900/stat9900.html>

entrada en resultados”, que convendría analizar, gestionar y evaluar globalmente como un conjunto.

Aparte de proporcionar la visión del observador externo, este enfoque puede ser muy atractivo, porque proporcionaría la visión que tendría la sociedad del esfuerzo que a los alumnos le exige alcanzar su titulación de ingeniero industrial y del riesgo de fracaso en su intento. Se conjuga así una cierta visión hacia el exterior, orientada hacia posibles *clientes*, con la gestión de las actividades y de los recursos formativos como un proceso, y con el juicio de los hechos basado en el análisis de los datos y de la información. Conjuga, por tanto, varios de los principios básicos de gestión establecidos por las nuevas normas de sistemas de calidad, de aplicación casi universal en organizaciones de naturaleza muy diversa. [1]

Este enfoque marcaría diferencias notables con la forma de hacer tradicional en la Universidad, basada fundamentalmente en los planteamientos y objetivos propios de cada unidad docente, sin entrar en consideraciones sobre la necesidad de mejorar los resultados con los recursos puestos en juego. Al igual que viene sucediendo en otras organizaciones productivas, este enfoque innovador permitiría establecer, mantener y ampliar ventajas competitivas, que tan necesarias van a ser en el futuro, si se quiere sostener la capacidad y la financiación del proceso formativo, ambas muy amenazadas actualmente por el descenso paulatino del número de alumnos matriculados en las distintas Escuelas de la UPM.[2]

Es cierto que el enfoque propuesto tiene también sus debilidades, una de ellas es la derivada de las limitaciones de la información disponible, por lo que las conclusiones a las que se llegaría con el tratamiento de la información y las posible hipótesis explicativas de los hechos puestos de manifiesto, deberían tomarse con gran cautela, ya que su contraste y verificación necesitaría una información más amplia que la existente en la web y un conocimiento de las interioridades del proceso que no es fácil plasmar en datos exclusivamente cuantitativos.

Otra debilidad es la necesidad de asumir el supuesto de una cierta estabilidad del proceso, o *régimen estacionario*, con pocas variaciones interanuales en la entrada y salida, ya que la gran mayoría de los datos disponibles se refieren a un solo curso académico. Sin embargo, algunos datos históricos, muestran que, contrariamente, el proceso se encuentra en continua evolución, bajo la influencia de factores externos muy poderosos, como son, por ejemplo la evolución demográfica o la competencia creciente de otros centros de titularidad pública y privada o las alternativas que ofrecen también otras titulaciones. Por tanto, para llegar a conclusiones finales, es obligado el análisis de datos de lo sucedido en varios años, que no están disponibles en la web.

2. La formación de ingenieros como proceso de transformación

Siguiendo la línea argumental establecida en la introducción, la formación de ingenieros industriales en la ETSII de Madrid podría enfocarse como un *proceso de transformación*, dividido en dos subprocesos: primero y segundo ciclo. El primer ciclo, que integra los tres primeros cursos de la carrera, sería un subproceso de preparación, con una sola línea de procesado, ya que todos los alumnos han de cursar, salvo excepciones minoritarias, las mismas asignaturas². Cada curso sería una *etapa del proceso*, en la cual tienen lugar diversas *operaciones simultáneas*, que son las distintas asignaturas, sujetas a un *control individualizado* del resultado de cada *operación*, que es el examen de cada asignatura.

² Se toma como referencia el Plan de Estudios de la ETSII del año 1.976

El segundo subproceso, que integra los tres cursos finales, tiene *ocho líneas de procesado*, correspondientes a las diferentes especialidades que se imparten en la Escuela. Cada línea tiene una capacidad de procesado similar, pues los recursos básicos para el procesado son las horas de docencia, prácticamente iguales en todas ellas. Sin embargo, la ocupación de estas *líneas* es muy variable, ya que el número de alumnos difiere ampliamente de unas a otras.

2.1 Las entradas del proceso

Las *entradas* al proceso serían alumnos en diferente grado de transformación. Aunque el acceso mayoritario a la Escuela se realiza a través de la selección de alumnos que solicitan la incorporación después de haber realizado la prueba de selectividad, también se incorporan alumnos nuevos procedentes de las Escuelas Universitarias a través del curso de adaptación. Además hay incorporaciones procedentes de otras Escuelas de la UPM y de otras Universidades, a lo largo de los diferentes cursos, con una incidencia creciente de las incorporaciones de alumnos *Erasmus* en los últimos cursos de la carrera.

2.2 Las salidas del proceso

El *producto final* serían los ingenieros titulados, es decir, alumnos que después de permanecer en la Escuela durante un tiempo, casi siempre superior a los seis años de duración preestablecida del proceso de formación, acaban superando todas las asignaturas y, posteriormente, su proyecto fin de carrera. En el proceso hay alumnos nuevos, cursando asignaturas en las que se matriculan por primera vez, y otros repetidores, a los que podríamos considerar como los *rechazos reprocesables*, que el proceso genera en alguna de las operaciones de cada etapa. También el proceso genera *rechazos no reprocesables* que serían los alumnos que abandonan la Escuela sin llegar a culminar su formación, bien sea por decisión propia o bien obligados por las normas que limitan su permanencia.

Atribuir la condición de *materia prima* o de *producto procesable* a los alumnos es, sin duda, un atrevido ejercicio de imaginación, que puede chocar con la naturaleza inanimada, y por ello carente de capacidad de discernimiento y de decisión, de los productos y materiales procesados en los sistemas de producción tradicionales.

Esta capacidad para discernir y decidir es determinante de su entrada en el proceso, y tiene una gran influencia en los resultados obtenidos de su procesamiento, en el éxito al final del proceso o en el abandono por no haber podido superar las primeras etapas del proceso. Por tanto, el alumno, por sí mismo, tiene una influencia notable en la eficiencia del proceso como conjunto y en cada una de sus etapas. Aceptando esta singularidad, sin embargo, ha de admitirse que la formación, tal y como se ha conceptualizado, cumple con todos los requisitos inherentes a la definición de lo que es un proceso

2.3 El subproceso previo de selección de alumnos

La admisión en la Escuela de los alumnos se realiza mediante un subproceso de selección de los candidatos, cuyo número supera, al menos hasta estas fechas, la cifra de plazas ofertada anualmente por la Escuela. Como es sabido, el criterio de selección aplicado es la nota obtenida en selectividad. La nota de corte de los alumnos aceptados en la ETSII se ha situado en el entorno de 7.5 en pasado años y en el entorno de 7 en años más recientes, lo que supone una calificación de notable en la calidad que se le supone a sus conocimientos, al menos en la valoración tradicional del significado de las calificaciones obtenidas por los alumnos.

Los alumnos que han de solicitar su ingreso en la Universidad saben que los estudios de ingeniería exigen, en general, un mayor esfuerzo y conllevan un mayor riesgo de fracaso que los estudios de licenciaturas universitarias similares, por lo que la decisión de solicitar la admisión en una Escuela de Ingeniería supone ya un proceso de auto-selección de aquellos candidatos dispuestos, en principio, a realizar un importante esfuerzo para cursar sus estudios en la Universidad.

Consecuentemente, puede asumirse, que el resultado de este doble proceso de selección de los alumnos que ingresan en la ETSII debe de ser una *materia prima de calidad*, cuyas cualidades para su procesado, son superiores al promedio de los alumnos que van a iniciar sus estudios universitarios en licenciaturas de naturaleza similar, lo que, a priori, debe favorecer la posibilidad de lograr mejores cotas de eficiencia en el proceso de su formación.

3. El flujo de alumnos y la evaluación de la eficiencia global del proceso

La información de la web proporciona datos sobre alumnos matriculados, alumnos que se inscriben por primera vez en la Escuela y alumnos titulados, referidos al curso 1.999-2.000 y a años anteriores. No aparecen datos relativos a los alumnos que abandonan la Escuela, pero un sencillo *balance de materia*, realizado entre dos años sucesivos permite obtener este dato, muy importante para evaluar la eficiencia global del proceso.

El *balance de materia* se podría realizar mediante la aplicación de la fórmula:

$$AM_{(n-1)} - AS_{(n-1)} + AI_n = AM_n \quad (1)$$

En el caso de referirnos al curso académico 1.999-2.000, serían:

$AM_{(n-1)}$: Alumnos matriculados en la Escuela en el curso 1998-1.999

$AS_{(n-1)}$: Alumnos que han salido de la Escuela en el curso 1.998-1.999

AI_n : Alumnos que se incorporaron a la Escuela en el curso 1.999-2.000

AM_n : Alumnos matriculados en la Escuela en el curso 1.999-2.000

El número de alumnos matriculados en ambos cursos se obtienen de la Tabla 3.1(a): *Número de alumnos (ETSyF)* y el número de alumnos que se incorporaron durante el curso 1.999-2.000 se obtiene de la Tabla 3.2(a): *Alumnos por Centro y Curso (ETSyF)*.

El número de alumnos que han salido de la Escuela es el valor a calcular por aplicación de la fórmula anterior. Este es un conjunto heterogéneo que integrado al menos por tres subconjuntos, que son:

AT: Los alumnos que han terminado sus estudios y quedan pendientes de proyecto.

AF: Los alumnos que han fracasado en sus estudios y abandonan la Escuela

AE: Los alumnos Erasmus, que se matriculan por un año en la Escuela

Por tanto:

$$AS = AT + AF + AE \quad (2)$$

Los alumnos titulados se obtienen mediante la Tabla 3.7.1(a): *Alumnos que terminaron sin proyecto fin de carrera (ETSyF)*, si bien debe advertirse que el dato que figura es el relativo al curso 1.999-2.000, en lugar del curso anterior, que sería el realmente necesario. No hay

información disponible en la web sobre alumnos Erasmus, pero podría suponerse que todos los alumnos ingresados en la Escuela en sexto curso (dato que se obtiene en la Tabla 3.2.(a)) son alumnos de este tipo, ya que en para obtener el título por la Escuela se necesita cursar en el UPM un porcentaje mínimo de créditos, condición que no cumplirían aquellos que han entrado en el Escuela en sexto curso.

La fórmula anterior permite una estimación del número de abandonos que se producen en la Escuela por fracaso en sus estudios, que sería la cifra de *rechazos irre recuperables* generados por el proceso de transformación. Una parte importante de estos abandonos se producen muy probablemente en los dos primeros cursos de la carrera, cuando los alumnos no pueden superar los exámenes de las asignaturas, y entran en juego las normas sobre permanencia máxima de los alumnos en estos cursos.

3.1 Eficiencia global del proceso

Un primer indicador de eficiencia global del proceso (IEG) se obtendría, por tanto, con el porcentaje de alumnos titulados en relación con el total de alumnos que salen del proceso (excluidos los alumnos Erasmus), porque lo finalizan o porque lo abandonan, es decir el *producto final* en relación con el *total saliente*, que se calcularía por la fórmula

$$IEG = \frac{AT}{AS - AE} * 100 \quad (3)$$

No tenemos un valor de referencia de este indicador que nos delimite la frontera de lo eficiente, aun cuando es evidente que cuanto mayor es el indicador, mas alta es la eficiencia del proceso.

Además aún en ausencia de un valor de referencia claramente establecido, no cabe duda de que el indicador facilita la realización de análisis comparativo de unas Escuelas de la UPM con otras, pues la información existente en la web es la misma para todas ellas. Disponiendo de información similar de cursos anteriores, también podría realizar una análisis histórico de la evolución de este indicador, del que podrían extraerse interesantes consecuencias.

4. La duración del ciclo de procesado

Otro indicador de eficiencia global del proceso es la *duración real del ciclo de procesado*, cuando se compara con la duración preestablecida, que en el caso de la ETSII, con el plan de estudios vigente en 1.999-2.000, era de seis años. Con los datos que figuran en la Tabla 3.6.1(a), *Año de Ingreso en el Centro*, se puede calcular el promedio de número de años que a los alumnos les cuesta alcanzar el sexto curso, lo que supone una estimación mínima de tiempo que tardarían en terminar sus estudios.

Si los alumnos fuesen pasando curso por curso, en el curso 1.999-2.000 llegarían a sexto los matriculados inicialmente en el curso 1.994-1.995. Para el cálculo del Tiempo Mínimo en que los alumnos tienen posibilidad de terminar sus estudios (Duración Mínima de los estudios), con los datos de la Tabla mencionada, se aplicaría la fórmula:

$$DM = \frac{\sum AI_n * (1999 - n)}{\sum AI_n} \quad (4)$$

Siendo:

AI_n : El número de alumnos matriculados en el curso 1.999-2.000 y que han ingresado en el año n

n : El año de matriculación, comprendido entre 1.982 y 1.994

Para estimar el tiempo efectivo en el que los alumnos logran su titulación, a este tiempo mínimo habría que añadirle un tiempo adicional debido a dos motivos. Casi la mitad de los alumnos matriculados en sexto en un año académico terminan sus estudios al año siguiente. Una parte de los alumnos que terminan sexto en el mismo año en que están matriculados, no presentarán su proyecto hasta el año siguiente. Este tiempo adicional puede estimarse que es de un año más aproximadamente, Por ello:

$$DR = DM + 1 \quad (5)$$

Por tanto se podría establecer un indicador del esfuerzo requerido a los alumnos para finalizar sus estudios mediante el indicador que mide el exceso de tiempo relativo a la duración establecida de la carrera, y este indicador de esfuerzo (IER) sería:

$$IER = \frac{DR - 6}{6} * 100 \quad (6)$$

5. Etapas y operaciones del proceso. Medida de la eficiencia

Cada curso del plan de estudios se considera una etapa del proceso. En cada una de ellas, se realizan operaciones simultaneas de procesado que tratan de conferir al alumno una capacitación asimilable a una *característica o requisito del producto*. Para cada *característica* se establece una *especificación*, que se verifica mediante el examen que deben realizar todos los alumnos matriculados en la correspondiente asignatura.

Este control de cada operación de transformación está sujeto únicamente a los criterios de la unidad docente que imparte la asignatura, sin una consideración del conjunto de operaciones de cada etapa. Si el alumno pasa el control, el *producto es conforme con la especificación*, pero si el alumno suspende el producto es *no conforme* y necesita un reprocesado, es decir, debe repetir la asignatura. Si el número de *no conformidades* en un producto fuese elevado, la acumulación de operaciones de reprocesado impedirían que avanzase a la siguiente etapa o incluso podrían dar lugar a la calificación de *rechazo irre recuperable* y con ello el abandono del alumno.

La Figura 1 establece el diagrama de flujo de las operaciones de la etapa correspondiente al primer año del plan de estudios, incluyendo también la interfase con la etapa del segundo año. Diagramas similares pueden establecerse para las restantes etapas.

La Figura 1 sugiere la posibilidad de utilizar distintos indicadores de eficiencia. El primero de ellos estaría relacionado con el porcentaje de *producto declarado no conforme* con la especificación, en el correspondiente control de cada operación. Como esta *no conformidad* obliga a su reprocesado, la proporción de alumnos repetidores en relación con los matriculados en cada asignatura nos dará una indicación de la eficiencia, atribuible a lo acaecido en el curso académico anterior.

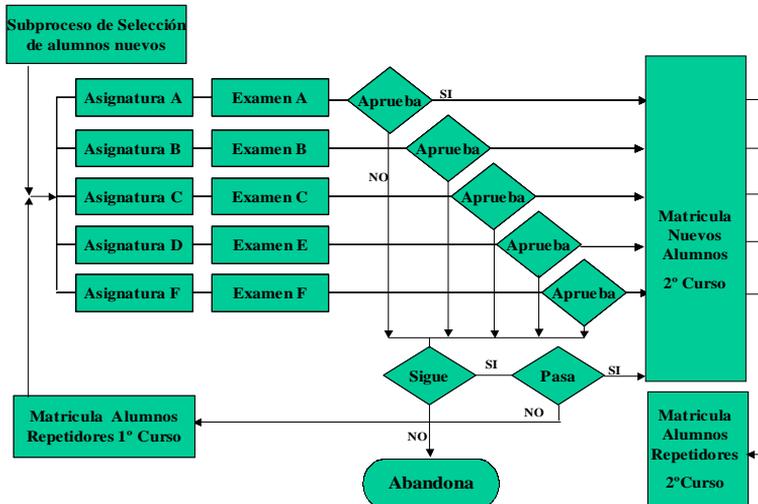


Figura 1: Diagrama de Flujo de las operaciones de la primera etapa del proceso

Sería más propio utilizar como indicador de eficiencia el porcentaje de alumnos que han superado el examen en el conjunto de las convocatorias anuales de cada asignatura, en relación con el total de matriculados en la misma. Pero esta información no está disponible en la web, por lo que se ha tenido que sustituir por el indicador del porcentaje de alumnos nuevos en relación con los matriculados. Esta sustitución producirá una *sobrevaloración de la eficiencia de cada operación*, sobre todo en los primeros años de la carrera, debido a la no contabilización de los abandonos, que en su gran mayoría corresponderán alumnos que no han aprobado varias de las asignaturas en las que estaban inscritos.

5.1 Eficiencia de las operaciones (asignaturas)

Este indicador es más representativo en las etapas del primer ciclo, cuando los alumnos siguen todos ellos un mismo proceso y por lo tanto hay menos dispersión y variedad de operaciones. Además el número de alumnos muestra mayor homogeneidad y por lo tanto favorece la comparación.

A partir de los datos que figuran en la Tabla 3.9(a): *Asignaturas (ETSyF)*, se podría calcular este indicador de eficiencia de cada operación (IEO) mediante la fórmula:

$$(IEO)_i = \frac{AN_i}{AN_i + AR_i} * 100 \quad (7)$$

Siendo:

(IEO)_i: Índice de eficiencia de la *operación* (asignatura) i

AN_i: Alumnos nuevos matriculados en la asignatura i

AR_i: Alumnos repetidores matriculados en la asignatura i

Este índice permitiría la comparación de la eficiencia entre las distintas operaciones de una misma etapa (curso de la carrera)

5.2 Eficiencia media en las etapas de procesado (cursos)

Es posible analizar cada *etapa* como un conjunto, mediante un indicador que evalúe globalmente el promedio de la eficiencia de sus *operaciones*. Además, este mismo indicador puede utilizarse también en las *etapas* del segundo ciclo, y con ello, puede establecer una comparación entre lo que sucede en uno y otro subproceso. Para calcular este índice se utilizaría una fórmula similar a la anterior, pero utilizando los valores promedio de AN y AR, calculados para el conjunto de asignaturas de cada año académico.

5.3 Eficiencia global en cada etapa

La eficiencia en cada operación y número de operaciones concurrentes en una determinada etapa tienen una enorme influencia en la determinación del porcentaje de alumnos que son declarados *producto conforme* para el conjunto de especificaciones de las operaciones individuales que constituyen cada etapa del proceso y, por tanto, evitan la condición de repetidores. Un buen indicador de la eficiencia global de la etapa sería la relación entre la matrícula de alumnos pertenecientes a la Escuela en un curso (descartando nuevas incorporaciones en ese curso) sin asignaturas pendientes, y el total de alumnos matriculados en un curso, que sería la suma de nuevos y de repetidores.

Para cada curso de la carrera, la Eficiencia Global de la Etapa (IGE) se calcularía por la fórmula:

$$IGE = \frac{AMC - AIC - ARC}{AMC} * 100 \quad (8)$$

Siendo:

AMC: Alumnos matriculados en cada curso de la carrera (Tabla 3.2(a) *Alumnos por Centro y Curso* (ETSyF))

AIC: Alumnos que han ingresado en la Escuela en el curso correspondiente (Tabla 3.6.1(a) *Año de Ingreso en el Centro*)

ARC: Alumnos repetidores matriculados en cada curso de la carrera (Tabla 3.5(a) *Alumnos Repetidores de al Menos una Asignatura* (ETSyF))

Este indicador de eficiencia global de cada etapa tiene una notable importancia porque es muy representativo de la dificultad que los alumnos encuentran para superar cada una de las etapas de su proceso de formación, y porque, en el caso de que la eficiencia de las operaciones fuese baja, mostraría los efectos acumulados de la concurrencia de operaciones simultáneas en cada etapa. Este efecto es muy similar al observado en procesos de fabricación, cuando en una etapa del mismo, se combina una eficiencia relativamente baja del proceso con la simultánea acumulación de especificaciones del producto.

En condiciones de baja eficiencia de cada operación, cualquier incremento del número de operaciones concurrentes (acumulación de especificaciones) producirá un descenso dramático en la eficiencia global de cada etapa. La puesta en marcha del nuevo plan de estudios, aprobado en el año 2.000, basado en asignaturas cuatrimestrales (en lugar de anuales), duplicará el número de operaciones y con ello de controles en cada etapa, por lo que, de no modificarse al alza y de manera sensible la eficiencia de cada operación o de no incrementarse los límites de tolerancia en el control, este indicador global podría caer a cifras muy próximas al cero.

6. La eficiencia, la capacidad y la ocupación de las líneas de procesado

Como se ha dicho anteriormente, en el segundo ciclo, la ETSII ofrece ocho especialidades, cuya demanda es muy desigual, con variaciones muy fuertes en el número de alumnos matriculados en cada una de ellas. Siguiendo con el símil de la factoría, las especialidades pueden considerarse como *líneas de producción* que generan *productos diferenciados*, en contraposición con lo que sucede en los primeros años de la carrera en los que existe una única línea de procesado. Los recursos puestos en juego para este procesamiento son básicamente horas de docencia de los profesores y éste es un recurso bastante homogéneo en todas las líneas, por lo que puede concluirse que la capacidad de procesado de cada líneas es muy similar.

Consecuentemente, las diferencias en el número de alumnos matriculados puede ser traducida en términos de ocupación de capacidad, aun cuando existe el problema de determinar cual sería la capacidad y ocupación óptima de cada línea. En ausencia de valores de referencia, puede establecerse un indicador de la ocupación de capacidad, asumiendo que la capacidad de cada línea viene dada por aquella que tiene un mayor número de alumnos matriculados, ya que, como se ha dicho anteriormente, los recursos utilizados en cada línea son muy similares. Por tanto la ocupación se determinaría dividiendo el promedio de alumnos matriculados en cada especialidad por el mayor de estos valores.

Para cada especialidad, el promedio de alumnos (PAE) se puede calcular por la fórmula:

$$(PAE)_j = \frac{\sum (NAN_{ij} + NAR_{ij})}{n_j} \quad (9)$$

Siendo:

(PAE)_j: Promedio de alumnos en la especialidad j (j varía de 1 a 8)

NAN_{ij}: Número de Alumnos Nuevos matriculados en la asignatura i de la especialidad j

NAR_{ij}: Número de Alumnos Repetidores matriculados en la asignatura i de la especialidad j.

N_j: Número total de asignaturas de la especialidad j

Consecuentemente, la ocupación de cada *línea de procesado* se mediría por el indicador IOL, que se calcularía por la fórmula:

$$(IOL)_j = \frac{(PAE)_j}{\text{Max}(PAE)_j} * 100 \quad (10)$$

Valores bajos de este indicador, serían demostrativos de infrautilización de los recursos disponibles en el proceso, lo que sería también un síntoma de ineficiencia, que en cualquier proceso productivo, gestionado con un mínimo de sentido económico, sería sostenible solamente durante un tiempo limitado.

7. Conclusiones

Se ha puesto de manifiesto cómo el manejo de la información numérica existente en la web de la UPM, y por ello de muy fácil acceso, permitiría obtener un conjunto de indicadores capaces de medir la eficacia del proceso de formación de ingenieros en la ETSII, asimilándolo a un proceso de transformación típico, con sus entradas y salidas de productos, con sus operaciones y con sus etapas de transformación. Cualquier observador externo, dotado de unas capacidades medias para el manejo de la información numérica, podría analizar de manera muy objetiva la eficiencia del proceso, llegando a conclusiones muy claras al respecto.

Visto desde la perspectiva interna, también puede concluirse que la información para este análisis está fácilmente disponible. Con las ventajas añadidas de la facilidad de contraste y posibilidad de ampliación de datos y con el conocimiento de las interioridades del proceso se pueden establecer conclusiones muy claras y además sentar las bases para desarrollar proyectos de mejora que contribuyan a dar estabilidad al sistema y mejorar su posición competitiva.

Referencias

- [1] Organización Internacional de Normalización (ISO). Asociación Española de Normalización. (AENOR). Norma ISO 9000:2000: Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. Madrid. Diciembre 2.000. 38 pp.
- [2] Instituto de Estudios Superiores de Empresa (IESE). La gestión estratégica de los procesos. Nota Técnica, Ref. PN-395. Barcelona-Madrid. 1.998. 32 pp.