

Reflexiones sobre los sistemas ferroviarios y su seguridad



Ricardo Insa Franco

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Director del Departamento de Transportes en la E.T.S.I.C.C. y P. de la Universidad Politécnica de Valencia

Resumen

Los ingenieros tienen la misión de crear herramientas y sistemas que contribuyan a satisfacer las necesidades humanas, entre ellas, la de la seguridad. Cuando se produce un accidente cabe hacerse preguntas y elaborar respuestas para evitar su repetición. Por ello, de la actitud con que se acepte el hecho y de la rigurosidad de la investigación, dependerá la calidad y la eficiencia de las soluciones a adoptar. Solo desde una posición impregnada de humildad, prudencia, transparencia y responsabilidad, se pueden hacer propuestas sólidas que vuelvan a generar confianza en un transporte por parte de la ciudadanía .

Palabras clave

Seguridad, investigación, complejidad, automatismos, actitud, generar confianza

Reflections on railway systems and safety

Abstract

Engineers have the task of creating systems and tools that help meet human requirements and, among them, that of safety. When an accident occurs it necessary to ask questions and find solutions to prevent any repetition. Just how the event is accepted and the thoroughness of the ensuing investigations prove vital to the quality and efficiency of the solutions put into place in the wake of any such incident. An honest, prudent, transparent and responsible position has to be adopted in order to provide solid proposals that allow the public to regain their trust in transport.

Keywords

Safety, investigation, complexity, automation, attitude, creating trust

1. Introducción

Este artículo, seguramente solicitado y producido a causa del terrible accidente ferroviario ocurrido el 24 de julio de 2013 en la Línea Madrid-Santiago, no contiene conclusiones respecto al mismo, ni siquiera razonamientos más o menos sofisticados con los cuales llegar a conclusiones sobre el hecho concreto. Como se sabe, en estos momentos son numerosas las personas que se encuentran participando en la investigación. Tanto desde la vertiente más puramente técnica, como desde la judicial, se están desarrollando numerosos trabajos por parte de los organismos responsables correspondientes, por lo que, aun habiéndose avanzado en el proceso en estos pocos meses, los hechos necesitan más tiempo para comprenderse de forma íntegra. Ante el lógico afán por conocer lo más rápidamente posible lo ocurrido, se impone la prudencia que marca el ritmo necesario.

El objetivo que sí se ha pretendido plantear ha sido el de promover una reflexión sugerente para el ingeniero, tanto

1. Introduction

This article, written in response to the terrible railway accident that occurred on 24 July 2013 on the Madrid-Santiago line, does not contain any conclusions with respect to the incident and does not even attempt to provide any arguments in favour of one conclusion or another with respect to this particular accident. As everyone is fully aware, many people are now participating in the investigation. All the corresponding bodies and organizations, both from a purely technical standpoint and from a legal perspective, are heavily engaged at present and even though quite some progress has been made in just a short time, it is still far too early to get a full picture of the incident. It is necessary to exercise some degree of caution and proceed at the correct pace, in spite of the logical avidity to learn the facts as soon as possible.

The objective sought in this article is, instead, to pose a number of thought-provoking questions for engineers, both in technical terms and in their capacity as citizens, users or clients of the corresponding means of transport. Technicians, in addition to being yet further members of the public, have additional obligations

desde la vertiente técnica como desde la condición de ciudadano, usuario o cliente del correspondiente modo de transporte, sin olvidar que los técnicos, además de como ciudadanos, tienen obligaciones adicionales que hace que se contemplen estas cuestiones de forma distinta, al participar como diseñadores de unos sistemas complejos al servicio de los demás y, a la vez, como usuarios de los mismos. Por ello, la importancia de promover el debate positivo.

Para ello hay que tener en cuenta que los sistemas ferroviarios son cada vez más complejos. Cualquier sistema férreo moderno está constituido por numerosos subsistemas que deben encontrarse perfectamente integrados. Los vehículos, las instalaciones de todo tipo, como la infraestructura, superestructura, señalización, comunicaciones, alimentación a la tracción, etc., y todo el personal necesario para la operación y el mantenimiento, deben trabajar de forma equilibrada y correcta. Las diferencias entre los elementos citados para un tranvía urbano o una línea de alta velocidad son notables pero, para el adecuado funcionamiento del sistema, el conjunto de instalaciones debe cumplir con ese equilibrio y esa corrección. En esa integración intervienen muchas disciplinas y tecnologías distintas que deben converger de una manera equilibrada para que la circulación de vehículos ferroviarios se produzca con seguridad, confort y precisión horaria.

Por todo ello, después de los hechos acontecidos cabe esperar que más adelante en diversas revistas se analice la vertiente más técnica intentando aportar el conocimiento que ayude a explicar y concluir en actuaciones que contribuyan a avanzar en el estado de la tecnología y se pueda evitar la repetición de situaciones similares.

2. La seguridad. Una palabra y muchos sentidos

Vaya por delante la idea de que resulta difícil definir con pocas palabras el concepto de seguridad en una actividad. En el caso del transporte ferroviario, la seguridad en la circulación de los coches y vagones busca garantizar el traslado de viajeros y mercancías sin que se produzcan accidentes. En definitiva, que no se produzcan lesiones en los viajeros o daños en las mercancías. A partir de esta idea básica, se trata de mantener en condiciones adecuadas a todos los actores participantes en el sistema. Los equipos, las máquinas y las personas deben estar preparados, capacitados y aptos, según las condiciones



that make them see these matters in a different light, through their participation as designers of complex systems at the service of others and, in turn, as users of the same. It is subsequently essential to promote positive debate.

It is also necessary to bear in mind the increasing complexity of railway systems. All modern rail systems are composed of numerous sub-systems that have to fully integrated within the same. The rolling stock, the installations of all type, such as infrastructure, superstructure, signalling, communications, electrification, etc., and all the personnel necessary for operation and maintenance, should all work together in a correct and balanced way. While there are considerable differences with respect to these elements in the case of say a city tramline or a high speed train line, the installations as a whole should all work in this correct and balanced manner. This integration entails many different specialities and technologies that should all converge in a proportionate manner for the safe, comfortable and timely circulation of railway vehicles.

For this reason and in the wake of these events, it is to be expected that in forthcoming weeks and months more technical considerations will begin to appear in the specialized press, in an attempt to explain the events and provide suggestions to help advance the state of technology to prevent any such situation from occurring again.

2. Safety. One word and many meanings

It goes without saying that the concept of safety in any activity cannot readily be defined in just a few words. In the case of railway transport, the safety in the circulation of trains and rolling stock seeks to guarantee the accident-free carriage of passengers and goods and that these all remain free from harm. On the basis of

y necesidades internas del sistema y las posibles influencias externas que le puedan afectar, como las lluvias, desprendimientos de rocas, movimientos sísmicos, etc.

Las causas generadoras de accidentes ferroviarios pueden ser tan variadas como las que siguen: choque de trenes, alcances, obstáculos en la vía, descarrilos, incendios, inundaciones, accidentes de personal en vía, excesos de velocidad, movimientos anómalos del tren, enganches de pantógrafo, caídas de catenaria, colisión con animales o vehículos cruzados en la vía o todo tipo de actos vandálicos. Además, cada una de estas causas, a su vez, puede descomponerse en otras formas. Por tanto, resulta claro que el análisis y tratamiento de todas ellas resulta muy complejo, debiéndose actuar con herramientas diversas en los aspectos técnicos, en los procedimientos y en la concienciación e información de las personas.

Pero, además de la seguridad en la circulación, también debe considerarse la seguridad para las personas e instalaciones. En este sentido, la seguridad ferroviaria se intenta regular mediante normas que marcan los objetivos que se persiguen, proponen los métodos a seguir, definen indicadores de referencia y proponen los requisitos comunes que guían la actividad del transporte. En lo que se refiere a transportes urbanos, como metros ligeros y tranvías, en algunos casos no están afectados directa o explícitamente por esta legislación, pero pueden estar sujetos a otras normas locales o metropolitanas.

Por tanto, se puede apreciar lo amplio que resulta el concepto de seguridad y la complejidad de su gestión. El que espere una seguridad absoluta quedará desilusionado. No existe. Los técnicos trabajan con probabilidades que casi siempre resultan difíciles de explicar a quienes de una forma o de otra se ven implicados en un accidente, de manera más o menos directa.

Como dice el profesor F.J. González ('Señalización ferroviaria', p. 383):

"A medida que los sistemas ferroviarios van adquiriendo más complejidad se les exigen mayores prestaciones, mayores capacidades, mayores velocidades, más disponibilidad, etc., y la sociedad se hace más sensible a cualquier percance, exigiendo, a la vez, más responsabilidades, no a las empresas implicadas sino a los pro-

this basic idea, it is then necessary to ensure that all the intervening factors within the system are well maintained and that the equipment, the machinery and personnel involved are duly qualified, prepared and suited to both the internal requirements and conditions of the system and potential external influences that may affect the system such as rain, rockfalls, earthquakes, etc.

The causes of railway accidents can be as wide-ranging as: train crashes, shunts, objects on the track, derailment, fires, floods, accidents of personnel on the tracks, excess speed, rocking and swaying of trains, snagging of pantographs, collapse of catenary, collision with animals or vehicles on the tracks or all types of vandalism. Furthermore, each of these causes may, in turn, be sub-divided into other causes. As such, the analysis and solution to all these problems is clearly very complicated and requires the intervention of different measures with respect to the technical aspects, procedures, personnel training and information.

However, in addition to safety with regards to rail traffic, it is also necessary to consider safety to people and installation. In this regard, rail safety is regulated by a series of codes and standards marking out the objectives sought, proposing guidelines, defining benchmarks and proposing common requirements to guide transport activity. In terms of urban transport such as light railway or trams, these are not always directly or explicitly affected by such legislation and are more susceptible to other local or metropolitan standards.

It is then possible to appreciate the wide-ranging nature of the concept of safety and the complexity involved in safety management. Anyone hoping for total and absolute safety will be disheartened as this simply does not exist. Technicians work with probabilities that are nigh on impossible to explain to those involved in accidents, whether directly or otherwise.

In the words of Professor F. J. González ('Señalización ferroviaria' ['Rail Signaling'], p. 383):

"As railway systems become more complex they require greater performance, greater capacities, greater speeds and availability, etc., and the public become increasingly more sensitive to any accident and, in turn, demand greater responsibility, not so much from the companies involved but from those overseeing these projects and their maintenance".

In this scenario, safety is the absence of an unacceptable risk and where the system may be considered safe if it is capable of



profesionales que están inmersos en estos proyectos y en su mantenimiento”.

En el sentido descrito, la seguridad es la ausencia de un riesgo inaceptable, considerándose seguro el sistema cuando está en condiciones de prestar el servicio para el que se diseñó en condiciones determinadas y durante un periodo de tiempo prefijado.

De ello se desprende, también, la importancia de que los ingenieros documenten de forma precisa los diseños, las puestas en marcha y la explotación de los sistemas férreos y lo hagan con criterios auditables.

3. El trabajo del ingeniero

Cuando se ejerce una profesión se utilizan técnicas muy diversas pues, al fin y al cabo, técnica es el conjunto de conocimientos y la habilidad para emplearlos, que ayudan a resolver un problema de cualquier índole. El caso del ingeniero resulta especial pues utiliza la técnica como medio y como fin. Según el psicólogo Abraham Maslow, las necesidades humanas a satisfacer por la actividad de los ingenieros se jerarquiza en cinco clases, esto es, necesidades fisiológicas, de seguridad, sociales, psicológicas y de autorrealización. Pero cuando la sociedad alcanza un cierto nivel de desarrollo aparecen diferencias en cuanto a la priorización de iniciativas, lo que se traduce en la

providing the service it was designed for under specific conditions and over a pre-established period of time.

From this we may appreciate the necessity for precise and auditable documentation by engineers of the design, introduction and operation of the railway systems.

3. The work of the engineer

Very diverse techniques are employed when exercising any profession as technique, to all extents and purposes, is the body of knowledge and the skill in handling the same to perform a specific task. This is particularly relevant to the engineer, as engineers use technique as a means and as an end. According to the psychologist Abraham Maslow, the human needs to be satisfied by engineers may be established in a five-tier hierarchy ranging from: physiological, safety, social, psychological and self-actualization needs. However, when society reaches a certain level of development, differences appear with respect to the prioritization of initiatives and this then leads to the need for in-depth analysis of every problem to be resolved. The different branches of engineering help resolve a large proportion of human needs and in this process many different agents intervene, as is the case of scientists, business owners and politicians, and where each of these have to take on their own responsibilities.

In more developed countries, users of a specific transport service do not question the hazards of a system. The decision to use one

necesidad de analizar en profundidad cada problema a resolver. Desde las diversas especialidades de la ingeniería se contribuye a resolver gran parte de las necesidades humanas. En este proceso intervienen diversos actores como son los científicos, los empresarios y los políticos, cada uno de ellos debiendo asumir su responsabilidad.

En los países con un nivel de desarrollo importante, el usuario de un determinado servicio de transporte, en principio, no se cuestiona la peligrosidad de un sistema. La decisión de utilizar un modo u otro de transporte para desplazarse habitualmente no se basa en la variable seguridad. Seguramente por ello, cuando se produce una falla grave en la misma, la sensibilidad es muy alta, acentuado por la afición a grupos amplios de personas. Además, el ciudadano puede tener creadas falsas creencias en cuanto a que cualquier tipo de automatización es la que mejor soluciona el concepto de seguridad y debido a cuestiones económicas no se hace. Por ello hay que saber explicar que los automatismos tienen su parte buena y mala. En todo caso son creados por personas y, a modo de ejemplo, se considera que un buen maquinista de tren debe estar preparado para asumir en cualquier momento la conducción manual. Los sistemas tecnológicos no pueden suplantar totalmente las actuaciones de las personas. En cualquier explotación ferroviaria, por alto que sea el nivel de automatización, siempre existen situaciones que exigen la intervención humana.

Hoy en día, el factor humano participa en todas las decisiones de la ingeniería. La ingeniería se apoya en tres factores fundamentales: la tecnología, la economía y el factor humano.

Cuando el ingeniero utiliza la técnica como medio, debe saber que los códigos deontológicos recogen la idea de que sus trabajos deben ser llevados a cabo con competencia, esmero y diligencia. Cuando la técnica se utiliza como fin, debe, además, corresponsabilizarse con el producto que se diseña o construye. La dimensión económica también debe ser tenida en cuenta y debe encontrarse en equilibrio con la tecnológica. Debe asumir decisiones donde la técnica entra en contradicción con los factores económicos. Esto se da especialmente en el terreno de la seguridad donde, a menudo, debe abordar la decisión de hasta dónde debe llegar con determinado nivel de seguridad, en equilibrio con los recursos disponibles. El ingenie-

mode of transport or another to get around is not based on safety factors. For this very reason, whenever there is a serious failing in a particular mode of transport, there is a very strong reaction, heightened by the impact on a large group of people. Furthermore, individuals often harbour false expectancies in which any form of automation is often held to offer the best safety solution and where these may not always be introduced due to financial constraints. For this reason it is necessary to explain that automatic devices have their advantages and disadvantages. In all cases these are created by people and it would be reasonable to expect, by way of example, that a good train driver should be prepared to drive a train manually at any time. Technological systems cannot totally substitute the actions of individuals and in the case of railway operation, no matter how high the level of automation, there are always situations that demand human intervention.

All engineering decisions today have to include the human factor, as engineering is based on three key factors: technology, the economy and the human factor.

When an engineer uses technique as a means, this must be made in the awareness that deontological codes demand that this be carried out with skill, due care and diligence. When the technique is used as an end in itself, the engineer also has a shared responsibility with the product they design or build. It is also necessary to take into account the economic dimension involved, to ensure that this is in harmony with the technology and that the necessary decisions be taken when the technique comes into conflict with the prevailing economic factors. This is particularly so in the area of safety and where decisions frequently have to be made to establish exactly how far safety can be stretched with the funds available. This is where the engineer's knowledge and experience comes to the fore. Whenever an accident occurs, everyone suddenly has a "magic" formula that would have prevented it from occurring. Finally, society plays a great part in the human and professional development of all engineers and the engineer has to give something back by fighting against the dehumanisation often encountered in aspects of their work and particularly those aspects that may lead to fear or distrust.

4. The attitude of an engineers towards an accident

For all these reasons, it is then possible to ask exactly how technicians may contribute to an acceptance of the reality of an accident and propose action. In this respect it is necessary to accept the facts with precaution, humility, responsibility and transparency so that these may serve for something and that there is no repetition of a serious safety failing. The investigation of an accident

+ desarrollo sostenible

Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.
Aportamos respuestas adecuadas
para una gestión más eficiente.
Compartimos conocimiento
y generamos innovación.
Trabajamos por un futuro basado
en el compromiso y la cooperación.

www.aqualogy.net



AQVALOGY

Where water lives

SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

ro, con su conocimiento y experiencia debe anticiparse. Después de que ocurre un accidente todo el mundo tiene la fórmula “mágica” que lo podría haber evitado. Finalmente, en relación con la sociedad, el ingeniero recibe de la misma gran parte de su formación, tanto profesional como humana, por ello debe contribuir con su conocimiento a luchar contra la deshumanización en los aspectos relacionados con su trabajo y, entre otros, a todos aquellos que puedan generar miedos o desconfianza.

4. La actitud del ingeniero ante un accidente

Por todo lo dicho, cabe preguntarse cómo el técnico puede ayudar a aceptar la realidad de un accidente y proponer actuaciones. Para que sirva de algo y no se repita un fallo grave de la seguridad hace falta aceptar los hechos con prudencia, con humildad, con responsabilidad y con transparencia. La investigación de un accidente es un proceso que debe tener el objetivo claro de prevención. Incluye la recogida y análisis de la información, la determinación de las causas, la adopción de conclusiones y la propuesta de recomendaciones. Existen regulaciones a nivel legislativo para facilitar y homogeneizar los procesos en la realización de una investigación, pero es necesario partir de una posición abierta de las personas que abordan la cuestión.

En un primer momento y, en muchos casos simultáneamente con las labores de rescate, se producen declaraciones de los distintos sujetos involucrados. No se sabe más de lo que los medios de comunicación nos transmiten pero, a la vez, esos medios se alimentan de información, en la mayoría de casos, carente de rigor. Aparte del conocimiento de la persona que da su opinión, se está en una situación de escasez de información real y verificada. Es el momento de la aparición del mayor número de técnicos por metro cuadrado dispuestos a demostrar que ellos ya lo sabían todo a los pocos minutos de ocurrir la desgracia. Pues bien, este es el momento de reaccionar con prudencia para no prejuzgar ni crear opinión que puede perjudicar a personas de forma innecesaria y, en muchos casos, irreversible.

El reconocimiento de que no somos infalibles en materia de seguridad se suele aprender y recordar a través de lecciones muy “caras”, como es el caso de la pérdida de vidas. Llega el momento de la humildad. Para aprender hay que olvidarse de ese juego psicológico corporativo mal entendido, en el que parece increíble que algo nos haya

is a process that must be clearly oriented towards prevention and includes the gathering and analysis of information, the establishment of the causes, the confirmation of the findings and the proposal of recommendations. While regulations are in force at a legislative level to aid and institute procedures for investigations, it is always necessary that those approaching the matter do so with an open mind.

At the very outset and frequently at the same time as the rescue operations, all manner of statements are made by the different people involved. While we have to rely on the information released by the media, this very same information is frequently invalidated and we are only aware that someone is giving their opinion in a situation where there is a marked absence of real and verified information. It is at this time that hordes of technicians suddenly appear, all keen on demonstrating that they know exactly what has happened within just a few minutes of the occurrence. However, it is precisely at this time that it is necessary to react with precaution so as not to cast aspersions or provide a groundswell of opinion that is unnecessarily and, on many occasions, irreversibly to the detriment of others.

This acknowledgement that we are not infallible in terms of safety frequently has to be learned and assimilated the hard way, as is the case where lives are lost. This is the time for humility. In order to learn from the events it is necessary to ignore this obscure psychological game where it appears incredible that something has happened to us in spite of having the best structure available and the best possible knowledge. A press release or statement indicating surprise that something such as this could have happened, when we have the best trains, the best tracks and the most qualified engineers, is not the best way of assimilating the facts. The facts are there to be seen. This position similarly reveals a lack of understanding of the feelings of those directly involved in such a tragic accident and with a public that have been deeply shocked by the events. The average man in the street does not necessarily need to know that the train was the latest model, that the tracks were built of the most modern materials, whether the layout of the track was suitable or whether the installations were state-of-the-art, as the underlying and essential question is why the accident happened in the first place. Vague answers serve absolutely no purpose and in the immediate aftermath we have no way of knowing whether the theoretically defined technical systems were those really in operation nor the quality levels and the maintenance conditions at the time. For this reason it is essential to obtain systematic information regarding the state of the track, the installation, the vehicles and the personnel related to

pasado a nosotros, siendo así que tenemos los mejores elementos y el mayor de los conocimientos. Una nota de prensa o una declaración donde se muestra la sorpresa de que algo así haya pasado, siendo que se dispone de los mejores trenes, las mejores vías y los ingenieros mejor preparados, no resulta el mejor modo de asumir el hecho. Porque el hecho está ahí, frente a nosotros. Esta posición resulta, a todas luces, una falta de sintonía con el sentimiento de esas personas directamente involucradas en la catástrofe y de todos los ciudadanos que se ven impresionados por el hecho. El ciudadano de a pie no tiene por qué saber, necesariamente, nada de si los vehículos eran de última tecnología, si las vías estaban construidas con los materiales más modernos, si la geometría de vía era la adecuada y si las instalaciones eran de última generación porque, entonces, la pregunta elemental es por qué ha ocurrido la desgracia. Aventurar generalidades no ayuda en nada pues, además, en los primeros momentos no se sabe si los sistemas técnicos definidos teóricamente son los que están funcionando realmente, en qué nivel de calidad lo están haciendo y en qué condiciones de mantenimiento. Por ello resulta tan importante disponer de información sistemática sobre el estado de la vía, las instalaciones, de los vehículos y del personal relacionado con ellos, como punto de partida para cualquier tipo de investigación y esperar a que ésta se produzca.

Aunque haya pasado poco tiempo, la necesidad de obtener resultados rápidos que identifiquen la causa última de lo ocurrido es también el deseo de todos los actores que intervienen de una forma o de otra en un accidente grave. Por ello, a partir de la información que se va obteniendo, se inicia un proceso de maduración. Este proceso necesita de la transparencia. Lo que se vaya haciendo a partir de este momento sentará las bases para un mejor conocimiento y una mayor experiencia, que ayuden a detectar e intervenir en las situaciones que se puedan considerar críticas desde el punto de vista de la seguridad. Pero, para generar confianza en las decisiones que se adopten debe hacerse un ejercicio de transparencia. Esto no es fácil de aceptar. Los distintos actores participantes, por diversas razones, llegarán a sus propias conclusiones. Cualquier información sesgada, imprudente, interesada, malinterpretada, etc., hará que la reconstrucción de los hechos sea distinta para cada grupo involucrado. Posiblemente cada uno de ellos atienda solo a sus razones y, mientras no se escuchen éstas, considerará que los trabajos de investiga-



the same, as the starting point for any investigation and then to await the outcome of the same.

Even though very little time has passed, the pressing need to obtain rapid results to identify the ultimate cause of the events is also sought by all the agents intervening in one way or another in a serious accident. As such, it is then necessary to start a consolidation process on the basis of the information obtained, and this process requires transparency. Whatever is done from this time on will set the foundations for greater awareness and experience, which will help detection and intervention in situations that may be considered critical from a safety point of view. However, in order to create trust in the decisions that follow, it is essential to ensure transparency and this is not easy to accept. For varying reasons the different agents intervening in the process will come to their own conclusions. Any information that is biased, imprudent, self-serving or misleading, etc., will lead to a different reconstruction of the events for each group involved. It is very possible that each of these will only listen to their own reasons and if these go unheeded will, ultimately and finally come to the sad conclusion that the event has not served any purpose. This is inevitable in many cases as an impressionable public anxiously await the conclusions. As such, any engineer involved in these matters has to show utmost transparency, over and above any false sense of corporatism that will end up masking the reality.

In terms of responsibility, this is something that is very hard to admit and implies a high level of maturity. As opposed to the pointing finger ready to accuse everybody else, the acceptance of responsibility is a sign of integrity that goes before any legal aspect. This responsibility is taken on when performing work and when taking the decision to leave the same. A clear and transparent business structure may serve to produce responsible

ción no llegan a la verdadera realidad, a la causa última y, en definitiva, llegará a la triste conclusión de que lo hecho no ha servido para nada. Esto resulta inevitable en muchos casos, pues la ciudadanía espera de una forma tensa y muy sensible las conclusiones. Por ello, del ingeniero que trabaja en esas cuestiones se debe esperar la máxima transparencia, por encima de falsos corporativismos que, al final, resultan enmascaradores de la realidad.

Y responsabilidad. Es difícil asumir las responsabilidades. Implica haber llegado a un alto nivel de madurez. Frente al dedo ágil que inmediatamente señala a los demás, asumir la responsabilidad es un índice de calidad humana y está por encima de cualquier aspecto legal. Esa responsabilidad se produce durante el desempeño de un trabajo y en el momento de tomar la decisión de dejarlo. Una estructura empresarial clara y transparente puede ayudar a asumir comportamientos responsables. Por ello es necesario hacer lo posible por que los estamentos involucrados en el transporte ferroviario se doten de estructuras transparentes.

Como se dijo al principio, las ideas expuestas intentan resultar sugerentes. Seguro que se pueden ampliar, completar y corregir. En todo caso, no están desarrolladas pensando en personas concretas, por lo que toda asimilación a alguna de ellas será solo responsabilidad del lector y de su “traición creadora”. **ROP**

behaviour. For this reason it is necessary that the organizations involved in rail transport do their utmost to ensure transparent structures.

*As mentioned in the introduction, the ideas contained in this article are only given as suggestions, and may undoubtedly be enlarged upon, completed and modified. In all events, these suggestions are not made with any particular person in mind and if anyone should feel alluded to this is purely down to the reader himself and their “creative treason”. **ROP***

Referencias

AA.VV.; 10 palabras clave en ética de las profesiones. Capítulo “Ingeniería”. Editorial Verbo Divino, Navarra, España, 2000. ISBN 84-8169-359-6.

FERNÁNDEZ, J.L., HORTAL, A.; Ética de las profesiones, Universidad Pontificia de Comillas, Madrid, España, 1994.

GONZÁLEZ, F.J., Señalización ferroviaria, Madrid, España, 2009. ISBN 978-84-612-9599-9.

LOSADA, M.; Curso de Ferrocarriles, cuaderno V, “Explotación Técnica”, Universidad Politécnica de Madrid, España, 1995.

