

MODELO DE INVESTIGACIÓN SISTÉMICA

Claves para convertir los accidentes en lecciones aprendidas de seguridad operacional

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN NORUEGO

Entrevista con uno de los creadores del modelo de la NSIA.

FRANJA DE PISTA

Optimización de las infraestructuras en los aeropuertos según tipo de operación.

RAZONAMIENTO SISTÉMICO MATRICIAL

Propuesta metodológica para el análisis de sistemas de transporte ferroviario.

Editorial

En mi carácter de Presidente de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST), es un orgullo presentarles el primer número de RSO, Revista de Seguridad Operacional, publicada por el sello editorial JST-Ediciones. Este proyecto editorial tiene como misión promover la divulgación de las producciones técnicas que aporten al debate, el intercambio y la mejora de las investigaciones sobre seguridad operacional, la innovación tecnológica, los avances y el cuidado del medio ambiente en relación con el transporte.

Con la creación de la Junta de Seguridad en el Transporte, Argentina se convirtió en el primer país de Iberoamérica en contar con un organismo de investigación multimodal. Dentro de sus responsabilidades, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 (ODS), contribuye a la seguridad en el transporte a través de la investigación de accidentes y la emisión de recomendaciones y de acciones eficaces dirigidas a evitar en el futuro la ocurrencia de accidentes e incidentes de transporte. Por ello, la formación de los profesionales y el acceso al conocimiento y a los avances en relación a la materia están íntimamente ligados a nuestro trabajo como referentes de la seguridad operacional.

RSO, Revista de Seguridad Operacional, dirigida a profesionales técnicos, busca crear y fortalecer lazos con entidades nacionales e internacionales dedicadas a la seguridad en el transporte, para fomentar la participación de diferentes enfoques disciplinares (la política, la economía, la sociología, la psicología, etc.) y asistir a los temas que subyacen a todos los modos de transporte: desde políticas de género, atención a familiares de víctimas de accidentes, ambiente y capacitación. De esta forma, impulsa y acompaña la agenda mundial en materia de seguridad operacional.

La revista RSO recibe colaboraciones de profesionales y especialistas de nivel nacional e internacional, teniendo como objetivo en un futuro no muy lejano la indexación de la misma. Esta primera edición de la revista contribuye con propuestas para el desarrollo sobre un razonamiento sistémico-matricial en sistemas sociotécnicos aplicado al transporte ferroviario; artículo sobre la optimización de la infraestructura de los aeropuertos a través del concepto dinámico de franjas de pistas según el tipo de operación; y, entre otros temas y referentes, nos acerca entrevistas realizadas a personalidades del ámbito del transporte, como Jan Thore Mellem, referente de la Autoridad Noruega de Investigación de Seguridad (NSIA), quien nos brinda información sobre los pilares del modelo de investigación de accidentes en ese país, y otros temas transversales de interés en todos los modos de transporte.

Por último, quiero destacar la importancia de la metodología de investigación sistémica, un enfoque adoptado por organismos líderes en la materia a nivel internacional y por la JST; por esta razón realizamos un dossier sobre este tema. Los informes y estudios que se desprenden de las investigaciones se alejan así del enfoque centrado en los errores cometidos por los operadores y las fallas técnicas: el error humano no es la causa de los accidentes, sino una consecuencia de otros factores independientes del momento y lugar del suceso.

Esta revista y la JST estarán siempre abiertas a toda la comunidad del transporte que desee acompañarnos en este nuevo desafío que con mucho orgullo decidimos asumir.



Dr. Julián A. Obaid
Presidente de la Junta de
Seguridad en el Transporte (JST)



RSO

Revista de Seguridad Operacional
Número 1. Año 2022
ISSN en trámite
JST Ediciones - ediciones@jst.gob.ar
Junta de Seguridad en el Transporte
Florida 361, (C1005AAG), CABA
argentina.gob.ar/jst
Tel.: 0800-333-0689



Director Editorial
Dr. Julián Obaid

Comité Editorial
Diego Di Siervi
Tomás Raspall
Mariana Huber
Estefanía Demichelis
Marcelo Covelli
Alejandro Covello
Daniel Barafani
Diego Turjanski

Editor en Jefe
Hilario Lagos
David Schapovaloff

Coordinadora editorial
Luz Fuster

Equipo editorial
Mariana Jacques
Sebastián Mateo
María Laura Ramos Luchetti
José María Cohen
Carolina Rodríguez

Correctores
Federico Adrián Camps
María Lucila Amodei

Diseñador
Diego Sturtz

Fotografía
Adrián Rodríguez

Esta revista está bajo licencia



SUMARIO

AUTOMOTOR

4

Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT) del personal de conducción de transporte automotor de pasajeros

FEDERAL

14

Ampliación de las competencias de la JST a ductos y otros transportes de energía. Entrevista al senador Antonio José Rodas



FERROVIARIO

18

De la inercia del ferrocarril al sistema de bloqueo

MULTIMODAL

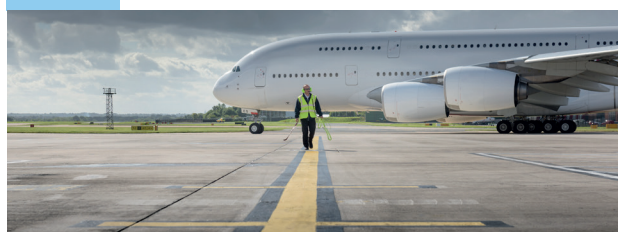
20

Lecciones aprendidas en el sistema de transporte tras la pandemia de Covid-19. Entrevista al equipo de investigación de la JST

AERONÁUTICO

24

Concepto dinámico de franjas de pista según tipo de operación



GÉNERO

30

¿Por qué necesitamos datos y estadísticas con perspectiva de género en el transporte?

GÉNERO

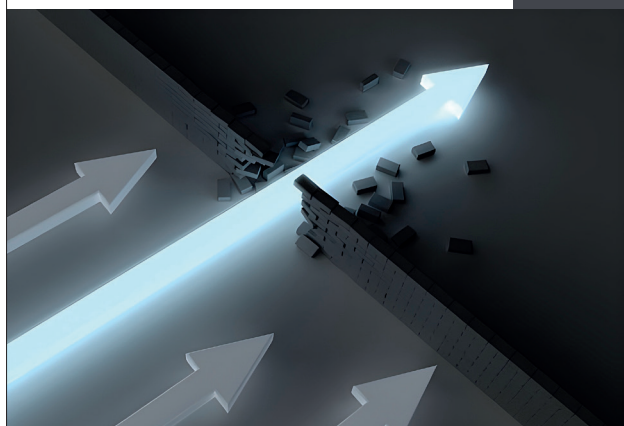
Los desafíos de transversalizar desde el Estado la perspectiva de género en el transporte. Entrevista a Jimena Bondaruk

35**INTERNACIONAL**

Método NSIA: ¿Cuáles son los pilares del modelo de investigación de accidentes noruego? Entrevista a Jan Thore Mellem

36**MULTIMODAL**

Modelo de investigación sistémica: cuatro claves fundamentales para un cambio de paradigma

44**MARÍTIMO**

Modelo de investigación sistémica aplicada al ISO Strategic Equity

54**FERROVIARIO**

Razonamiento sistémico-matricial en sistemas sociotécnicos aplicado al transporte ferroviario

56**ASISTENCIA A FAMILIARES DE VÍCTIMAS DE ACCIDENTES**

Cuando la información hace la diferencia

63**AERONÁUTICO**

¿Cómo se investigan los sucesos aeronáuticos en la actualidad?

64**CAPACITACIÓN**

El estado actual y los nuevos desafíos de la formación profesional en el transporte aeronáutico. Entrevista a Carlos A. Di Bernardi

68**AUTOMOTOR**

Seguridad vial, riesgo y regulaciones de tránsito en Argentina

72**AERONÁUTICO**

La certificación y las actividades de operaciones y mantenimiento: una relación virtuosa

80**AMBIENTE**

"Sería una política sensata del gobierno producir hidrógeno a partir de gas natural". Entrevista a Miguel Laborde

84**FERROVIARIO**

Microscopio portátil para el análisis de superficies de desgaste en rieles. Entrevista al Ing. Maximiliano Zanin

88**AUTOMOTOR**

Estimación de la demanda mínima de neumáticos en el transporte público automotor de pasajeros

92



Soledad López,
Dra. en Psicología, docente
de la Facultad de Psicología
(UNMDP).

Jeremías Tosi
Dr. en Psicología, docente
de la Facultad de Psicología
(UNMDP).

Marianne von Lücken
Mg. en Investigación en
Ciencias Sociales
y Socióloga (UBA).

Colaboración:
Facundo Martínez Espínola
Guido Pierangeli

LAS CYMAT: CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Reglamentos y percepciones del personal de conducción de transporte automotor de pasajeros

Este artículo ofrece una caracterización general de las CyMAT, atendiendo tanto al marco reglamentario como a la perspectiva de los diferentes actores del sector.

Introducción

La seguridad de las operaciones que realiza el personal de conducción del transporte de pasajeros de larga distancia depende del conocimiento sobre los riesgos de la actividad y la forma de gestionarlos. Una fuente importante de estos riesgos proviene de las Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT) de quienes realizan estas tareas. Estos factores abarcan desde las calificaciones exigidas al conductor, la duración de la jornada de trabajo, la incorporación de nuevas tecnologías, las estrategias de selección y capacitación del personal de conducción hasta el diseño y estado del vehículo, el puesto del conductor y la infraestructura vial. Cada uno de estos elementos podría constituir una defensa o, por el contrario, representar una deficiencia en la capacidad para prevenir accidentes.

Desde la Junta de Seguridad en el Transporte (JST), las CyMAT de quienes conducen transporte de lar-

ga distancia se analizan en el marco de un enfoque sistémico de la seguridad operacional. En este marco, las fallas durante su actividad laboral son el resultado de decisiones organizacionales vinculadas al diseño del sistema y sus operaciones. En el caso del transporte de pasajeros de larga distancia, estas decisiones provienen de consensos y discusiones entre organizaciones de carácter estatal, sindical y empresarial. De este modo, cada parte/actor involucrada/o participa en la configuración de las condiciones de trabajo, cuyo diseño podría tener consecuencias tanto en la producción como en la protección del sistema.

Un modo de obtener una visión de los riesgos asociados a las condiciones y entorno laboral es el análisis de las reglamentaciones de la actividad. Las leyes, decretos, resoluciones y convenios constituyen formas de proteger a quienes conducen ante situaciones de peligro previsible. Al mismo tiempo, las percepciones que tienen quienes toman decisiones organizacionales sobre las condicio-

nes de trabajo pueden dar cuenta del funcionamiento actual del sistema. Ambos aspectos advierten sobre la necesidad de mejorar la seguridad operacional a través del análisis y optimización de algunas reglamentaciones que forman parte de las CyMAT.

A continuación, se expone un análisis abreviado y los resultados principales de la investigación llevada a cabo por el Área de Estudios de la Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Automotores de la JST (DNISAU). El estudio completo puede consultarse en la página oficial del organismo.

Marco normativo que regula las CyMAT del personal de conducción de transporte de pasajeros de larga distancia

A través de una búsqueda sistemática de información vinculada con las regulaciones legales de las CyMAT, se identificaron las reglamentaciones que se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Síntesis de las reglamentaciones

Reglamentaciones	Título
Ley 20744	Contrato de Trabajo
Ley 11544	Jornada de Trabajo
Ley 24449	Ley Nacional de Tránsito
Decreto 692/92	Condiciones de Trabajo, Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Conductores del Autotransporte Público de Pasajeros por Camino
Decreto 1335/1973	Libreta de Trabajo para Empleados del Transporte Público de Pasajeros
Decreto 4257/68	Sistema de jubilación especial (trabajo insalubre)
Resolución 239/1998	Control de horarios
Resolución 1021/1952 y 115/2018	Modalidad de doble conducción
Resolución 149/2019	Protocolo de seguridad
Disposición 207/2009 y 48/2019	Sistema para obtener las licencias de conducir
CCT 460/1973	Convenio Colectivo de Trabajo
Acta del año 2017	Duración de la jornada de trabajo y condiciones para diagramar viajes bajo la modalidad de doble conducción
Norma 3810 ¹	Seguridad vial. Buenas prácticas en el transporte público de pasajeros
Norma 39001 ²	Sistemas de Gestión de la Seguridad Vial

1. Normativa no obligatoria para este tipo de transporte.

2. Ídem Nota 1.

Estas reglamentaciones pretenden establecer criterios básicos sobre el funcionamiento y las acciones en el trabajo para orientar a quienes conducen. Los resultados más importantes se sintetizan en los siguientes puntos:

1. El CCT 460/73 incluye al personal de conducción dentro del personal de tráfico, quienes tienen la función de conducir o acompañar a su pareja de manejo. No se regulan otras tareas a lo largo del servicio (por ejemplo, carga/descarga de bultos).
2. La calificación principal para ocupar el puesto es la obtención de la licencia de conducir. Este proceso se encuentra regulado a través de la Ley Nacional de Tránsito 24449, las Disposiciones 207/09 y 48/2019, y el Decreto 692/92. Una cuestión que merece atención corresponde a los criterios para evaluar la salud del personal de conducción y su influencia sobre la seguridad.
3. Las responsabilidades de quienes conducen están reguladas principalmente por el Decreto 692/92 y deben cumplir con las normas de tránsito, conservar en condiciones los equipos de la empresa, revisar el estado del vehículo y comunicar anomalías, facilitar el ascenso/descenso de las personas usuarias de los servicios, y transportar objetos. La Ley 24449 señala la responsabilidad y obligación del personal de conducción en caso de un accidente. Las responsabilidades vinculadas con la salud y la seguridad poseen una escasa presencia.
4. La tarea de conducir se concibe normativamente como un puesto colectivo. Las Resoluciones 1021/1952 y 115/2018 indican que los servicios de transporte de larga distancia se prestan bajo un régimen de doble conducción. El sistema de monoconducción se restringe a servicios que no superan los 200 km.
5. La Ley 20744 establece una jornada máxima de 8 horas (más 4 horas extra) y un descanso diario de 12 horas. En trabajos declarados insalubres, la jornada se restringe a 6 horas diarias. La Ley 11544 propone criterios similares. El CCT 460/73 indica que el personal puede cubrir un total de 200 horas mensuales. El Decreto 692/92 añade una jornada máxima de 8 horas o 48 horas semanales con una extensión de 4 horas extra, y descansos diarios de 12 horas en el hogar o 10 horas fuera del hogar. El Acuerdo del año 2017-2019 permite diagramar recorridos de 16 horas bajo la modalidad de doble conducción, con 8 horas de conducción efectiva y 8 horas de pausa operativa a bordo. A pesar de la existencia de reglamentaciones, la delimitación de una jornada de trabajo óptima continúa siendo un problema de la actividad.
6. De acuerdo con el Decreto 692/92, quienes conducen poseen pausas de 20 minutos para el desayuno y la merienda, y pausas de 45 minutos para el almuerzo y la cena. El Acuerdo del año 2017-2019 establece pausas cada 2 horas de conducción (o cada 3 horas en casos excepcionales). Para ambas reglamentaciones, no se sabe cuál es el nivel de recuperación de la fatiga a través de los criterios propuestos.
7. La Ley 11544 plantea que el empleador debe comunicar en lugares visibles las horas de trabajo y las pausas. El CCT 460/73 y la Resolución 239/1998 exigen el uso de una libreta de trabajo para registrar de forma duplicada las horas de entrada y salida. El acuerdo del año 2017-2019 promueve el uso de sistemas electrónicos, lo cual sugiere cierta preocupación por buscar alternativas superadoras para controlar las horas de trabajo.
8. Según el CCT 460/73, quienes conducen cuentan con 6 francos mensuales, aunque no aclara la distribución de estos descansos. Esta reglamentación también indica que el personal posee una licencia anual remunerada y licencias especiales. El Acuerdo del año 2017-2019 establece la necesidad de disponer de un franco semanal.
9. Según el Decreto 692/92 y la Disposición 48/2018, la edad mínima de ingreso al trabajo es de 21 años. Un aspecto importante de esta edad es que corresponde al grupo de jóvenes quienes muestran niveles más altos de muertes y lesiones en siniestros viales que otras franjas etarias.
10. La edad máxima de ingreso a la actividad está basada en la imposibilidad de obtener la licencia profesional de conducir a partir de los 55 o 65 años, de acuerdo con el Decreto 692/92 o con la Ley 24449, respectivamente. No existe una edad máxima de permanencia en el trabajo, aunque a partir de los 65 años aumenta la frecuencia de evaluaciones psicofísicas (Ley 24449).
11. En función del CCT 460/73, el sistema de remuneración se basa en la cantidad de horas de trabajo y se efectúa mensualmente. El Decreto 692/92 prohíbe el pago de la actividad por vueltas. El trabajo nocturno (entre las 21 y 6 horas) recibe un pago por hora equivalente a una hora y ocho minutos de trabajo diurno (ver CCT 460/73).
12. En términos de capacitación, la Ley 20744 concibe la formación en el trabajo como un derecho que debe ser cubierto por el empleador con el apoyo de organismos estatales. En circunstancias de innovación tecnológica, el sector sindical puede solicitar al empleador el desarrollo de capacitaciones. El Decreto 692/92 menciona contenidos específicos que deberían ser parte de la capacitación. Según la Dispo-

sición 48/2019, los trabajadores deben realizar cursos de actualización una vez por año. El Acuerdo del año 2017-2019 subraya la importancia de la capacitación, haciendo hincapié en la calidad del sueño y los descansos.

13. El CCT 460/73 es la única norma que regula la posibilidad de participación de los trabajadores en las decisiones de la organización, a través de una Comisión de Reclamos conformada por tres integrantes del personal.

14. La Ley 24449 manifiesta que el puesto del conductor debe estar diseñado ergonómicamente. El Decreto 692/92 indica la necesidad de que el asiento sea ajustable a las características antropométricas del conductor, tenga amortiguación, anclaje y rigidez estructural adecuada, apoyacabeza, cinturón de seguridad inercial de tres puntos y traba de apertura rápida.

15. En cuanto al vehículo, la Ley 20744 exige al empleador el desarrollo de un entorno laboral saludable. La Ley 24449 postula condiciones generales de seguridad (por ejemplo, sistemas eficaces de frenado) y medidas específicas en transporte de pasajeros (por ejemplo, salidas de emergencia congruentes con la cantidad de plazas). El Decreto 692/92 establece medidas am-

bientales vinculadas con el ruido, la iluminación y el aire. Según este Decreto, la responsabilidad sobre las condiciones de seguridad del vehículo está ubicada primero en el fabricante (debe cumplir con ciertos dispositivos de seguridad) y, posteriormente, en las empresas (deben realizar la Revisión Técnica Obligatoria).

16. En relación con la infraestructura vial, el Decreto 692/92 establece que las obras de la estructura del camino deben cumplir con normas básicas de seguridad vial. En caso de hallarse un obstáculo anormal, los organismos responsables de la vía deben solucionar el problema rápidamente. El Decreto también exige a las empresas ofrecer servicios sanitarios y de descanso en las cabeceras, terminales y paradores.

17. La Norma IRAM 3810 recomienda buenas prácticas de seguridad vial destinadas a organizaciones que se desempeñan dentro del transporte automotor de pasajeros. Esta norma propone algunas pautas para ciertos aspectos de las condiciones laborales, como el compromiso de la dirección con las políticas en seguridad vial, la definición de un perfil de conductor, la evaluación del personal, el contenido de las capacitaciones, la inspección y mantenimiento de unidades y la diagramación de servi-

cios. La Norma ISO 39001 es un complemento de la Norma IRAM 3810 que posee un alcance más general y establece requisitos para desarrollar un sistema de gestión de la seguridad vial.

Percepciones de los actores principales del sector

Otro interés de este trabajo fue conocer las percepciones que tienen algunos representantes de organizaciones centrales dentro del sector en cuanto a las condiciones y medio ambiente de trabajo del personal de conducción. Para responder esta inquietud se realizaron ocho entrevistas virtuales a siete actores pertinentes para la actividad: Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT), Unión Tranviarios Automotor (UTA), Cámara Empresaria de Larga Distancia (CELADI), Cámara Empresaria de Autotransporte de Pasajeros (CEAP), Cámara Argentina de Transporte Automotor de Pasajeros (CATAP), Asociación Argentina de Empresarios del Transporte Automotor (AAETA) y un exconductor como informante clave.

El contenido de las entrevistas fue organizado en 13 bloques temáticos que representan las percepciones de cada actor sobre las CyMAT (ver Tabla 2). A continuación, se presenta de forma resumida cada bloque, con las principales percepciones que fueron identificadas durante las entrevistas.

Tabla 2. Síntesis de las percepciones de los actores entrevistados

Percepción de CyMAT	
Bloque	Ideas y opiniones
Calificaciones requeridas	Experiencia previa: Exigencia reducida en épocas de mayor demanda
	Formación teórico-práctica: Mayor relevancia otorgada a la formación práctica
	Déficit de conocimientos teóricos: Atribuido a limitaciones en la obtención de la licencia
Responsabilidad del trabajador	Seguridad y cuidado del vehículo: - No se asumen por desinterés o falta de profesionalismo - Visiones opuestas sobre tareas mecánicas - Pérdida de parte profesional vs. no constituye una responsabilidad

Duración de jornada	Exceso de jornada laboral: • Presión de las empresas • Fallas en la diagramación de recorridos • Incremento de la remuneración Ley de 8 horas (más 4 horas extra): • Impráctica e inespecífica Acuerdo 2017-2019: • Más adaptado y beneficioso
Pausas, descanso y fatiga	Diferencias entre descanso legalmente exigido y el real: • El descanso real es responsabilidad del conductor Acuerdo 2017-2019: • Disminuye oportunidades de descanso • Percepciones diferentes sobre tiempo máximo de conducción antes de una pausa Variaciones en la calidad del descanso según el lugar: • Nivel de recuperación menor a bordo vs. fuera del vehículo Fatiga extrema (sueño blanco): • Deficiencias: dificultad para percibir signos de fatiga, ausencia de tecnologías y errores de fiscalización • Defensas: capacitaciones y pareja cooperativa
Reclutamiento y selección de personal	Reclutamiento: • Mercado laboral de trabajadores con carencias Selección del personal de conducción: • Evaluación: psicológica, teórica, y práctica • Otras: conocimiento de las rutas, historial de infracciones, referencia de otras empresas • Norma IRAM 3810 como estrategia de estandarización
Inducción de personal	Instancia inicial: • Ofrece información sobre seguridad y atención al cliente • Primera salida con el vehículo • Asignación de una pareja de conducción
Capacitación del personal de conducción	Espacio necesario, beneficioso y permanente: • Centradas en la transmisión de conocimientos teóricos • Utilidad relativa de los simuladores de conducción • Necesidad de fortalecer contenidos sobre normas viales y descanso • Recurso importante ante innovaciones tecnológicas, aunque de corto alcance y baja efectividad • Necesidad de capacitaciones ofrecidas desde organismos gubernamentales
Infraestructura vial	La ruta como un entorno complejo: • Diversidad de terrenos • Congestión vial • Escaso mantenimiento Aumento del riesgo en condiciones climáticas adversas: • La suspensión del servicio depende del conductor
Vehículo	Seguridad del vehículo: • Reticencia a incorporar nuevas tecnologías • Uso intensivo • Controles superficiales • Imposibilidad de "coche fijo" Avances en los controles: • Principalmente quienes certificaron Norma IRAM 3810

Organismo de control CNRT	Percepción de falencias: • Desigualdades en controles según zona del país y tipo de servicio • Multas con fines recaudatorios • Limitaciones de la libreta y el tacógrafo Limitaciones de la CNRT: • Pocos inspectores y falta de capacitación • Aumento de multas • Falta de fiscalización en otros puntos del viaje • Discontinuidad de las políticas de control y fiscalización Utilidad de las Unidades de Control Psicofísico: • Control, promoción de la salud y seguridad
Libreta de trabajo	Herramienta falible adaptable a: • Normas rígidas • Funcionamiento real de los servicios Superación de limitaciones a través de la libreta digital: • Registro de más información • Mejor calidad de los controles • Creación de un sistema único Problemas para implementar la libreta digital: • Rigidez del marco normativo
Normas IRAM	Herramientas de gestión: • Mejoran la seguridad vial • Son un "sello de calidad" • Permiten estandarizar procedimientos • Establecen un marco común de buenas prácticas Cuestionamiento a la evaluación de un servicio público desde un ente privado
Aspectos básicos de las CyMAT	Vínculo entre condiciones de trabajo, salud, y seguridad Enfoque colectivo y multidisciplinario Variabilidad de las CyMAT

1) Calificaciones requeridas para el puesto

- La experiencia previa de quienes conducen —ya sea en transporte de pasajeros o de carga— se percibe como un factor fundamental, aunque esta exigencia tiende a reducirse en épocas de mayor demanda de servicios.
- Se destaca la necesidad de poseer conocimiento sobre normas viales y conducción segura, así como destrezas perceptivo-motrices para conducir, pero se otorga más relevancia a los aprendizajes prácticos.
- Se plantea que quienes conducen muestran un déficit de conocimientos teóricos, debido en

cierta medida a la falta de rigurosidad del proceso para obtener la licencia de conducir.

- Algunos participantes manifiestan que la dificultad para definir claramente qué aspectos constituyen al personal de conducción profesional afecta la delimitación de las calificaciones y el contenido de la formación.

2) Grado de responsabilidad que se le asigna al trabajador

- Quienes conducen son percibidos como responsables de la seguridad de los pasajeros, así como también del cuidado del vehículo. Aun cuando las capacitaciones refuerzan este aspecto, se sostiene que hay quienes no

asumen estas responsabilidades, ya sea por desinterés o falta de profesionalismo.

- Algunos actores sostienen que quienes conducen deberían solucionar desperfectos mecánicos básicos. El hecho de no cubrir esta tarea se percibe como una pérdida de "la parte profesional". Otros actores consideran que quienes conducen no tienen ninguna responsabilidad mecánica ni los recursos para resolver problemas de esta naturaleza.

3) Duración máxima de la jornada de trabajo

- El exceso de horas de trabajo —diario o mensual— es percibido como una práctica común.

Las causas de este exceso se encuentran en la presión de las empresas por cubrir todos los servicios en momentos de mayor demanda, la diagramación de recorridos sin tener en cuenta las paradas intermedias y la motivación del personal de conducción por incrementar su remuneración.

- La ley que postula una jornada diaria de 8 horas más 4 horas extra se percibe poco práctica e insensible a las particularidades de la actividad. El acuerdo del año 2017-2019, que permite extender la jornada a 16 horas bajo un sistema de doble conducción, es concebido como un avance en la diagramación de viajes (es una normativa más adaptada a la extensión del país y evita las limitaciones del sistema de postas).
- Los actores muestran disidencias en cuanto al marco normativo actual para regular la duración de la jornada. Algunos señalan que el acuerdo del año 2017-2019 es la reglamentación principal, mientras que otros indican que este acuerdo no se encuentra vigente.

4) Pausas, descansos y fatiga

- Se perciben diferencias entre el descanso diario legalmente exigido y el descanso real. Se asume que este último puede incluir actividades que no propician la recuperación, algo que depende de la responsabilidad individual del conductor.
- El acuerdo del año 2017-2019 es considerado una reglamentación que disminuye las oportunidades de descanso, pues quienes conducen pueden trabajar de forma continua durante días, intercambiando tiempos de conducción con pausas operativas a bordo.
- Se observan percepciones diferentes sobre el modo de regular las pausas mediante el Acuerdo del año 2017-2019. Algunos afirman que deben pasar 2 horas de conducción antes de la primera pausa, otros consideran que pueden extenderse a 4 u 8 horas, mientras que un último grupo asume que quienes conducen organizan libremente sus pausas.
- Algunos actores sostienen que las pausas operativas a bordo no permiten conseguir el mismo

nivel de recuperación que las pausas o descansos fuera del vehículo.

- Se menciona una experiencia de fatiga extrema denominada "sueño blanco", concebida como "dormir con los ojos abiertos". Para explicar este fenómeno se señalan las fallas en la detección subjetiva de fatiga, la ausencia de tecnologías para identificar este estado, y la fiscalización de las horas de descanso sin contemplar las horas de trabajo. Las capacitaciones y la presencia de una pareja cooperativa se perciben como factores que reducen el riesgo de sufrir fatiga.

5) Reclutamiento y selección de personal

- Los participantes indican que la búsqueda de personal se realiza en un mercado laboral conformado por personal de conducción con carencias en su formación y problemas socio-familiares, lo cual incide de forma negativa en el espacio de trabajo.
- La selección del personal de conducción es percibida como una etapa basada en tres evaluaciones: psicológica, teórica (conocimientos en seguridad vial) y práctica (pruebas en ruta junto a un conductor experto o uso de simuladores de conducción).
- La selección también incluye información sobre otras cuestiones, como son el conocimiento de las rutas, el historial de infracciones o las referencias de otras empresas.
- Se menciona que algunas empresas utilizan la Norma IRAM 3810 para estandarizar el proceso de reclutamiento y selección de personal.

6) Inducción del personal

- Esta etapa se considera una instancia inicial para proporcionar



a quienes conducen información sobre seguridad vial, mecánica básica, atención al cliente, primeros auxilios y respuesta ante un accidente.

- Un momento percibido como relevante durante esta etapa es la primera salida con el vehículo —en compañía de un conductor experto que funciona como evaluador— y la asignación de una pareja de conducción para profundizar en la práctica de la tarea.

7) Capacitación del personal de conducción

- Las capacitaciones son percibidas como un espacio necesario y beneficioso que debería sostenerse a lo largo de toda la vida laboral. La capacitación permanente permite adaptarse a las condiciones cambiantes del ambiente de trabajo.
- Se sostiene que las capacitaciones profundizan en el aprendizaje de conocimientos básicos de la tarea (por ejemplo, interacción con el cliente, conducción segura).
- Si bien se otorga más importancia a los aprendizajes prácticos, las capacitaciones están mayormente centradas en la transmisión de conocimientos teóricos. El uso de simuladores de conducción intenta equilibrar este desbalance entre práctica y conocimiento, aunque no alcanza para lograr aprendizajes que solo pueden conseguirse mediante un vehículo real.
- De acuerdo con los participantes, las normas viales y el descanso son dos temas que deberían ser abordados en mayor medida.
- Las capacitaciones son percibidas como un recurso importante en situaciones de uso de nuevas tecnologías incorporadas al puesto de trabajo. No obstante,

se sostiene que en ocasiones estas capacitaciones están dirigidas a una parte del personal de conducción y no son completamente efectivas.

- La implementación de capacitaciones se considera una estrategia que recae directamente sobre las empresas. Esto provoca diferencias en la formación de quienes conducen. Se plantea la necesidad de desarrollar capacitaciones desde instituciones gubernamentales que incluyan a todo el sector.

“Se sugiere la necesidad de fortalecer la legislación existente, pues se asume que las reglamentaciones constituyen una estrategia de protección importante frente a situaciones de peligro que son previsibles y forman parte de la actividad.”



8) Infraestructura vial

- La ruta es percibida como un entorno complejo debido a la diversidad de terrenos y las situaciones de congestión vial. Los participantes afirman que este ambiente se encuentra deteriorado y desactualizado.
- Se asume que los niveles de atención y tensión se ven afectados por ciertas características de la ruta (por ejemplo, monotonía del trayecto, señalizaciones).
- Las condiciones climáticas adversas se perciben como un riesgo importante. En estas situaciones, se señala que la suspensión del servicio depende exclusivamente del conductor (es decir, no existen mecanismos

organizacionales para tomar esta decisión).

9) Vehículo

- Los participantes señalan algunos factores que influyen en la seguridad del vehículo, como la reticencia a incorporar nuevas tecnologías en el puesto de trabajo, el uso intensivo de la unidad, la existencia de controles superficiales en momentos de mayor demanda y el deterioro del desempeño en la conducción debido a la imposibilidad de mantener un “coche fijo”.
- Se considera que los controles han mejorado, aunque solo quienes han obtenido la certificación de la Norma IRAM 3810 poseen un procedimiento estandarizado. Se menciona que estas empresas utilizan tres planillas para registrar la información del vehículo, obtenida a través del control realizado por el sector de mantenimiento. También se menciona que, en algunos casos, se recurre al uso de un parte testigo (copia de los datos registrados que queda en posesión del conductor).

10) Percepciones sobre la CNRT

- Si bien los participantes manifiestan un progreso en las acciones de las CNRT, predomina una percepción centrada en sus falencias. Entre los aspectos señalados, se encuentran la desigualdad en la rigurosidad de los controles según el lugar del país (menor exigencia en las zonas del interior) y el tipo de servicio (ausencia de control en los servicios de turismo), la aplicación de multas con fines recaudatorios o para “demostrar gestión”, así como las limitaciones de la libreta de trabajo (registro vulnerable, obsoleto, incómodo y costoso) y el tacógrafo (deriva en errores al asignar multas por exceso de velocidad).
- Se perciben barreras en las tareas de la CNRT, como la escasa

“La identificación y solución de estos problemas no depende de la responsabilidad de un solo actor ni puede reducirse a una explicación individual. Por el contrario, exige la participación combinada de todos los sectores que tienen injerencia sobre alguna de las condiciones centrales para mejorar la seguridad operacional del personal de conducción.”



cantidad de inspectores y su falta de capacitación, el aumento de multas producido por el control *one to one*, la ausencia de fiscalización en aquellos puntos del viaje que no son terminales y las discontinuidades en las políticas de control y fiscalización debido a cambios de gestión gubernamental.

- Una de las acciones de la CNRT particularmente mencionada fue el control del personal de conducción en las Unidades de Control Psicofísico (UCP). Esta acción no solamente es percibida como una instancia de control, sino también como un modo de mejorar su salud y propiciar la seguridad del servicio.

11) La libreta de trabajo como herramienta de control

- La libreta de trabajo es percibida como un mecanismo de control falible, aunque también adaptable al funcionamiento real de los servicios. Frente a normas rígidas, esta constituye una herramienta de control flexible que se adapta a las condiciones de trabajo vigentes.

- Los participantes mencionan la libreta de trabajo digital como un recurso que podría superar las dificultades de la estrategia tradicional. Entre las ventajas percibidas, se destaca la capacidad de registrar más datos sobre la jornada de trabajo, el fortalecimiento de los controles y la configuración de un sistema único para las distintas jurisdicciones.
- Una barrera para implementar la libreta digital radica en la rigidez del marco normativo, dado que al ser un mecanismo de control más exigente provocaría un incremento de infracciones. Por lo tanto, los cambios en la herramienta de control deberían ser acompañados de una actualización normativa.

12) Percepción de Normas IRAM 3810 y 39001

- Las Normas IRAM 3810 y 39001 son consideradas por los entrevistados como herramientas de gestión orientadas a mejorar la seguridad vial e incrementar la calidad de una empresa. A través de estas normas es posible estandarizar procedimientos de seguridad y construir un marco común de buenas prácticas.
- El Estado es percibido como un organismo que debería asegurar la certificación obligatoria de estas normas para reducir los riesgos asociados a la conducción. Se cuestiona la necesidad de recurrir a un ente privado para asegurar la calidad de un servicio público.

13) Aspectos básicos de las CyMAT

- El contenido de las entrevistas arroja una serie de percepciones sobre tres aspectos básicos de las CyMAT, los cuales indican que las condiciones de trabajo:
 1. Tienen un impacto sobre la salud de quienes conducen

y la seguridad de las operaciones;

2. deben comprenderse y modificarse a través de un enfoque colectivo y multidisciplinario capaz de contemplar los distintos factores que determinan la conducción (por ejemplo, sociales, emocionales, contextuales); y
3. son cambiantes a lo largo del tiempo, algo que se refleja a partir de las discontinuidades en las políticas de transporte, producidas por variaciones de gobierno.

CONCLUSIONES

Este trabajo intentó ofrecer respuestas novedosas y abrir nuevos interrogantes en torno a dos preguntas principales: a) ¿cuál es el marco normativo que regula las CyMAT en el personal de conducción de transporte de pasajeros de larga distancia de los servicios regulares de Jurisdicción Nacional? y b) ¿qué percepciones tienen los distintos actores del sistema sobre las CyMAT de quienes conducen?

En cuanto a la primera pregunta, este estudio da cuenta de un amplio marco normativo destinado a regular aspectos técnicos, sociales, organizacionales y ambientales que participan en las operaciones que realiza el personal de conducción. Sin embargo, se han identificado componentes legales que podrían mejorarse, como ciertos criterios de evaluación para obtener la Licencia Nacional de Transporte Interjurisdiccional (LiNTI), la definición de las responsabilidades del conductor, la clarificación de los tiempos de trabajo y descanso, y la búsqueda de una herramienta de control más consistente. Por lo tanto, en este estudio se sugiere la necesidad de fortalecer la legislación existente, pues se asume que las reglamentaciones constituyen una estrategia de protección importante frente a situaciones de

peligro que son previsible y forman parte de la actividad.

En relación con la segunda pregunta, los actores manifiestan percepciones diversas sobre las características, problemas y riesgos asociados a las condiciones de trabajo. Esto es esperable si se tiene en cuenta la presencia de los distintos intereses entre las partes. Entre las percepciones identificadas, se destacan las inconsistencias en el establecimiento de las calificaciones para ocupar el puesto, las disidencias en la delimitación de una jornada de trabajo óptima y sus pausas o descansos, la indefinición de las tareas que debe realizar un conductor durante su trabajo, la existencia de riesgos ambientales, las limitaciones del organismo de control y fiscalización, y los aportes de las Normas IRAM. Si se comparan estos resultados con los datos obtenidos en estudios previos similares (Neffa, 1986; SRT, 2009; Díez et al. 2019) se observa que:

- La salud de los trabajadores continúa siendo un problema importante y las CyMAT contribuyen a sostener esta situación.
- Las jornadas de trabajo excesivas y su consecuente disminución de las oportunidades de descanso son un rasgo de la actividad, perpetuado por intereses organizacionales e individuales. Este es uno de los desafíos más importantes, que exige cambios basados en decisiones que atiendan a criterios científicos y normativos, así como también a la diversidad de intereses y las particularidades culturales de la actividad.
- Las rutas se siguen percibiendo como un entorno escasamente conservado y de alta frecuencia vehicular. A diferencia de los estudios anteriores, en este trabajo se añade la preocupación por el uso excesivo de los vehículos. Estos factores ambientales pueden aumentar la carga de



trabajo e incrementar los riesgos de la tarea.

- Las instancias de capacitación han avanzado favorablemente, aunque todavía se requieren esfuerzos para lograr una formación uniforme y consistente con el perfil profesional deseado.

Las respuestas obtenidas a las dos preguntas que dieron origen a este trabajo indican que las CyMAT de quienes conducen poseen algunas debilidades. Desde un enfoque sistémico, estas debilidades se conciben como condiciones organizacionales latentes (o menos visibles), las cuales tienden a influir de forma negativa sobre las acciones del personal de conducción y a reducir la seguridad de las operaciones. Debido a su naturaleza organizacional, la superación de estas deficiencias depende de aquellos actores —actores estatales— con más autonomía en la toma de decisiones. Estos actores, ubicados en los niveles más altos de las organizaciones, pueden optimizar las CyMAT a través de modificaciones normativas, técnicas, socio-organizacionales y ambientales. En este sentido, la identificación y solución de estos problemas no depende de la responsabilidad de un solo actor ni puede reducirse a una explicación

individual. Por el contrario, exige la participación combinada de todos los sectores que tienen injerencia sobre alguna de las condiciones centrales para mejorar la seguridad operacional del personal de conducción.

En síntesis, esta investigación representa un progreso importante en la identificación de posibles factores capaces de debilitar o fortalecer las estrategias de protección del sistema.

Referencias bibliográficas

Díez, J. J., Plano, S. A., Caldart, C., Bellone, G., Simonelli, G., Brangold, M., ... & Vigo, D. E. (2019). Sleep misalignment and circadian rhythm impairment in long-haul bus drivers under a two-up operations system. *Sleep health*, 6(3), 374-386.

Neffa, J. (1986). *Las condiciones y medio ambiente de trabajo en Argentina*. Cuadernos Médicos Sociales, 38, 1-13.

Superintendencia de Riesgos del Trabajo (2009). *Informe sobre el componente de las Condiciones y Medioambiente de Trabajo de conductores de vehículos de transporte de pasajeros de larga distancia*. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_transporte.pdf



Entrevista realizada por
Dante Moreira
Abogado y delegado
de la JST en Chaco.

ENTREVISTA AL SENADOR ANTONIO JOSÉ RODAS

Ampliación de las competencias de la JST a ductos y otros transportes de energía

A través de este proyecto, que tiene estado parlamentario, se busca tener una apoyatura de carácter técnica en un tema de gran trascendencia para la población por su impacto en la seguridad operacional y ambiental.

En el Senado de la Nación existe un proyecto de ley que plantea ampliar las competencias de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) a ductos y otros sistemas de traslado de energía en todas sus formas y fuentes.

La propuesta, que ya tiene estado parlamentario, busca ampliar la Ley N° 27514, que crea a la JST y delimita sus competencias en todos los modos de transporte de cargas y de pasajeros de Jurisdicción Nacional.

Para el senador chaqueño Antonio José Rodas, el autor del proyecto de ley, los sucesos en el transporte de energía deben ser investigados por un organismo técnico multimodal como la JST, no solo por su impacto en la seguridad operacional sino, sobre todo, en el medioambiente.

“Creemos que todas las cuestiones inherentes a la seguridad en el transporte de la energía, que preponderantemente se traslada y almacena desde la producción a los centros de consumo por diferentes medios como gasoductos, oleoductos, poliductos, líneas de tensión, acueductos, etc., hacen al bienestar de la población, a la conservación del medioambiente y al desarrollo sustentable de la producción. Por eso, consideramos que era oportuno estudiar una iniciativa que amplíe la competencia de la JST a aquellos accidentes e incidentes ocurridos como consecuencia del transporte de fluidos líquidos, gaseosos o eléctricos, de manera tal que la JST sea una herramienta que agregue mayor valor a la seguridad en las operaciones del transporte de energía en todas sus formas, recurriendo al modelo utilizado con éxito en el derecho comparado”, señaló el senador.

El fin es tener una apoyatura de carácter técnica en un tema de gran trascendencia para la población como el transporte de la energía, considerado hoy un derecho humano por su trascendencia en la vida cotidiana, productiva y ambiental.

“Vivimos además un tiempo especial, donde la naturaleza nos ha dado algunas señales del daño sistémico. Podríamos recordar incidentes en el transporte de gas, de otros hidrocarburos, de mineroductos, con alto impacto en la seguridad operacional y del medioambiente. Apagones y otras contingencias que hacen dimensionar a escala la importancia de la seguridad del transporte de la energía”, argumentó.

¿El proyecto entonces tiene un impacto en materia de seguridad y genera una ampliación de las funciones propias de la JST?

Así es. Conceptualiza, amplía, modifica artículos, da conceptos y genera ese marco de ampliación de las competencias de la JST, a la par de las existentes.

¿Tiene entonces una base en el acceso seguro a la energía como servicio y a la confianza en todos los medios que la transportan?

En primer lugar, nosotros creemos que el acceso seguro y confiable a la energía la constituye en “un bien común primero” y “un bien económico después”. Ya hace tiempo ha sido declarada como un Derecho Humano, y se encuentra así consagrado en nuestra Constitución. Además, todo el proyecto configura un enlace cierto entre el Estado y el mercado, pero también evita dejar este tema tan importante (el manejo de la distribución de energía, de su transporte) solamente en el mercado y en las empresas, sin dar paso a una apoyatura de índole técnica e investigativa. En este caso el organismo adecuado es la Junta de Seguridad en el Transporte.

“La naturaleza nos ha dado algunas señales del daño sistémico. Podríamos recordar incidentes en el transporte de gas, de otros hidrocarburos, de mineroductos, con alto impacto en la seguridad operacional y del medioambiente. Apagones y otras contingencias que hacen dimensionar a escala la importancia de la seguridad del transporte de la energía.”



¿Se tuvo presente algún modelo internacional para encuadrar la propuesta?

Sabemos que en materia internacional se destacan la Transportation Safety Board of Canadá (TSB-C), organismo de investigación de accidentes de Canadá, o la National Transportation Safety Board (NTSB), de Estados Unidos.

Otros Estados entendieron que organizarse en una única agencia, con la misión orientada a promover los más altos niveles de seguridad operacional en los sistemas de transporte, resultaría más efectivo que agencias individuales actuando separadamente. Esos países evaluaron que los accidentes en sistemas de transporte podrían sugerir deficiencias respecto a la seguridad de las operaciones, de las defensas de los sistemas, de la conformidad y eficiencia, cuya definición y concepción es responsabilidad de las autoridades que tienen competencia en su operación y regulación, incluidos los ductos y líneas de transmisión. Por lo tanto, consideraron fundamental la existencia de una agencia independiente que condujera investigaciones y realizara recomendaciones desde un punto de vista objetivo y técnico.

Otros fueron aún más allá, como ocurre en el Reino de Holanda, en donde la Dutch Safety Board además de investigar los sucesos de transporte vial, aéreo, marítimo, ferroviario y por ductos, incluyeron la investigación de sucesos en la industria química, petroquímica y en los sectores de construcción y salud, cuya relevancia y/o excepcionalidad ameritaran una investigación, enfocándose en aquellos casos donde la ciudadanía depende de terceras partes que garanticen su seguridad, tales como instituciones, empresas u organismos gubernamentales.

“La JST puede ser una herramienta que agregue mayor valor a la seguridad en las operaciones del transporte de energía en todas sus formas, recurriendo al modelo utilizado con éxito en el derecho comparado.”



Es en esa línea, en las enseñanzas de la normativa comparada y del impulso a la investigación de los cada vez más frecuentes eventos excepcionales, que no solo se busca dar con las causas directas, sino también considerar falencias sistémicas en la definición de los procesos que impactan en la seguridad de la ciudadanía. Con este objetivo es que propusimos esta ampliación de los aspectos y modos de investigación. Hoy es un orgullo que Argentina tenga a la JST como el primer organismo público de investigación multimodal

de Latinoamérica, y el tercero en toda América, detrás de Estados Unidos y Canadá. Esto es una muestra de lo que somos capaces.

¿Qué implicancias o qué desafíos de posición estratégica se enlazan a esta clase de proyectos?

Los desafíos que se imponen en materia de cambio climático, energía e impacto en la salud poblacional requieren de una gestión prudente, pero independiente, con carácter exclusivamente técnico, inspirada en las gestiones más exitosas de los mejores organismos de investigación de accidentes. Y la energía, el abastecimiento de agua potable, de gas natural, etc., son parte de ese bien común y de derechos esenciales.

Sabemos que en el país tenemos primariamente la Ley N° 27514 que ha tenido la visión de declarar de interés público nacional y como objetivo la política de seguridad en el transporte, una garantía de protección de las personas, de sus bienes y del ambiente en el territorio nacional.

Aunque la propuesta ya tiene estado parlamentario, el tratamiento sobre tablas todavía no tiene fecha cercana, aunque se confía en que podría discutirse el año próximo.

Con el proyecto hecho ley, la JST sumaría el transporte de energía a los modos de transporte aeronáutico; automotor; ferroviario; marítimo, fluvial y lacustre, bajo el modelo sistémico de investigación, que busca mejorar el sistema de transporte en su totalidad.



Somos la JST y tu reporte nos ayuda.

La **Junta de Seguridad en el Transporte (JST)** es un organismo del Estado dedicado a investigar accidentes en el transporte con el fin de emitir recomendaciones para promover la cultura de seguridad y salvar vidas.

Abrimos este canal para que puedas comunicarte con nosotros:



11 2161 3661

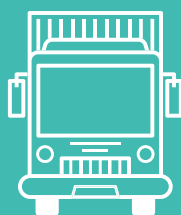
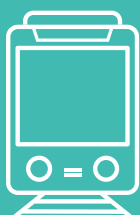


0800 333 0689



notificaciones@jst.gob.ar

Si ves un accidente en el transporte de pasajeros o de cargas, sacá una foto, contanos que pasó y dónde. Gracias a tu reporte podemos investigar el accidente y prevenir futuros sucesos de este tipo.



Sumate a la comunidad JST, entre todos podemos hacer un transporte más seguro.

www.argentina.gob.ar/jst



Contamos con vos
para prevenir

JST | SEGURIDAD EN
EL TRANSPORTE



Ministerio de Transporte
Argentina



Germán Goñi
Ingeniero ferroviario,
investigador de la
DNISF-JST.

ENSAYO SOBRE LOS ORÍGENES DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL
FERROVIARIA

De la inercia del ferrocarril al sistema de bloqueo

¿Qué pasaba cuando un tren quedaba detenido por alguna falla técnica? ¿El próximo tren podía detener su marcha antes de alcanzarlo? ¿Cómo se evitaban los accidentes? Estas son algunas de las preguntas que guían la lectura del ensayo.

Es posible que, utilizando una bicicleta, hayamos notado alguna vez la incomodidad de pedalear con las ruedas desinfladas. La deformación de la rueda por la poca presión de aire produce una "resistencia a la rodadura", la cual puede presentarse tanto en una bicicleta como en un vehículo de mayor porte que utilice neumáticos de caucho. Ahora bien, ¿qué sucede con el transporte ferroviario? Por utilizar ruedas de acero sobre rieles de acero, esta resistencia a la rodadura es una de las más bajas de todos los transportes terrestres. Esto es porque la deformación de las ruedas es muy pequeña debido a la rigidez de las superficies de acero.

Evidentemente, para lograr una circulación de grandes masas con niveles de riesgo aceptables, hay que garantizar que un tren no alcance a otro. Este razonamiento, que llevó años de procedimientos, derivó en la importancia de ordenar los trenes, de limitar la circulación de los mismos en un trecho de vía y de incorporar sistemas de bloqueo".

Lo que se debe tener en cuenta es que para que un vehículo ferroviario traccione sin patinar sobre el acero, debe ser lo suficientemente pesado. Como es de común conocimiento, un vehículo tractivo (de gran peso) puede remolcar decenas de vehículos sin tracción. Pero esta ventaja del tren también presenta riesgos, ya que debido a su masa y la inercia generada durante su circulación, es muy difícil detenerlo. Entonces ¿se puede vincular la masa de un vehículo con la seguridad de su circulación?

Evidentemente, para lograr una circulación de grandes masas con niveles de riesgo aceptables, hay que garantizar que un tren no alcance a otro. Este razonamiento, que llevó años de procedimientos, derivó en la importancia de ordenar los trenes, de limitar la circulación de los mismos en un trecho de vía y de incorporar sistemas de bloqueo.

Desde sus inicios, los trenes se despachaban por intervalos de tiempo. Pero ¿qué pasaba si un tren quedaba detenido por alguna falla técnica? ¿Podría el próximo tren detener su marcha antes de alcanzarlo? Debido a la inercia mencionada anteriormente, muchas veces

los trenes se alcanzaban y se ocasionaba accidentes de gravedad. Por lo tanto, en las primeras décadas del siglo XIX se comenzó a implementar una operación o procedimiento para mitigar dicho riesgo. Es decir, se pensó en términos de seguridad operacional mucho tiempo antes de que el concepto se institucionalice como tal.

La aplicación del sistema de bloqueo se inició con aparatos de comunicación utilizados entre operarios de dos estaciones, donde se garantizaba el permiso de circulación en la sección únicamente cuando la vía se encontraba liberada, evitando el encuentro frontal entre trenes o que un tren alcance a otro.

Con el paso de los años, este sistema se convirtió en "señalamiento ferroviario" y en un camino evolutivo alcanzó la forma de "sistema automático de protección en la circulación". Actualmente, se puede leer la velocidad de un tren y evaluar las características de la marcha del que se aproxima, a los efectos de aplicar el freno de forma automática o de limitar su velocidad para evitar que ambos se alcancen en la misma vía.

Para finalizar, la masa del tren, su inercia y la gestión de la seguridad de su circulación son factores que se encuentran íntimamente relacionados. Desde el punto de vista del modelo sistémico de análisis de accidentes, podríamos decir que el sistema de bloqueo, que nació hace dos siglos como un proceso operativo para controlar los riesgos de la circulación de los trenes en sección, con anterioridad a que existiese la seguridad operacional como tal, representa una barrera de defensa fundamental dentro del sistema. A su vez, su constante evolución (bloqueo manual, autorización de uso de vía, bloqueo automático con cantones fijos y con cantones móviles), lo transforma en el principal condicionante de la capacidad de operación de las líneas.





Clara Pierini
Antropóloga,
Mg. en Políticas
Sociales (UBA).

**Laura Luna
Dobruskin**
Lic. en Sociología
(UBA), especialista
en Planificación y
Gestión de Políticas
Sociales.

ESTRATEGIAS Y PRÁCTICAS PARA GESTIONAR LA CRISIS

Lecciones aprendidas en el sistema de transporte tras la pandemia de Covid-19

Entrevista al equipo de investigación de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) que llevó adelante el primer estudio de un evento excepcional en el organismo. El trabajo, que se inició en 2020 y finalizó en 2022, aborda las prácticas de gestión de crisis en cada modo de transporte.

¿Cómo y cuándo identificó la Junta de Seguridad en el Transporte la necesidad de llevar adelante una investigación de este tipo?

La declaración de la pandemia por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) llevó a que el Estado argentino tomara decisiones excepcionales y de emergencia. Cuando el Poder Ejecutivo Nacional dispuso por decreto la adopción de medidas para contener la propagación del nuevo coronavirus en el país, entre otras cosas, el transporte disminuyó drásticamente su frecuencia y hasta interrumpió su continuidad.

En ese contexto, la JST inició un estudio en octubre del 2020 y se dispuso a conocer y sistematizar las estrategias y prácticas de gestión de crisis que pusieron en marcha las organizaciones constitutivas del transporte multimodal para mantener la continuidad operativa y la seguridad operacional y sanitaria de los trabajadores en el transporte público argentino.

¿Qué implica que este haya sido el primer estudio de la JST vinculado a un evento excepcional?

No solo fue el primer evento excepcional investigado por la JST, sino también el primer estudio de amplio alcance. Particularmente, en el contexto de la crisis sanitaria que enfrentó la comunidad internacional, nuestro organismo identificó la necesidad de realizar un estudio que extienda su campo de aplicación hacia eventos excepcionales, en sintonía con la actividad desarrollada por los organismos de investigación de accidentes y con estudios realizados por otros países, como Finlandia y los Países Bajos.

Cuando hablamos de un evento excepcional nos referimos a un acontecimiento de gravedad inusitada (que puede o no ser un accidente), cuyas consecuencias impactan en las funciones básicas de la sociedad, tales como la continuidad operativa y de prestación de servicios esenciales, la seguridad operacional y sanitaria o la seguridad en el ambiente, entre otras. Ante estos eventos, los Gobiernos pueden definir estados de excepción, que suponen medidas que restringen la libertad de locomoción, derechos de reunión, circulación de personas y transporte, entre otras.

¿Cómo se conformó el equipo y las principales herramientas constitutivas de trabajo?

El equipo responsable del proyecto estuvo conformado por profesionales del Área de Estudios de la Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo Accidentológico (DNEyMA) de la JST. Desde allí, se delinearon las principales líneas de trabajo, el enfoque metodológico, el marco conceptual y los objetivos del estudio. Si bien el estudio COVID (como lo llamamos informalmente) nació como un proyecto incipiente, acotado, pronto advertimos que el alcance iba a trascender las posibilidades del equipo coordinador, por lo que se incluyeron profesionales de todas las direcciones modales del organismo.

Con respecto a las principales herramientas constitutivas del estudio, podemos mencionar la Red Colaborativa y el Sistema de Documentación de Lecciones Aprendidas. La primera refiere a un entramado de actores integrados a la investigación con el fin de participar de forma cooperativa, aportando sus saberes y experiencias. Para eso, mediante la técnica de mapeo de actores, se identificaron a las principales organizaciones del sistema de transporte argentino. Entre los actores de la red se incluyeron organismos normativos, regulatorios y fiscalizadores; prestadores de servicios públicos y privados; cámaras del transporte y sindicatos. Actualmente, la red está integrada por alrededor de 25 organizaciones, tanto públicas como privadas.

En estrecha vinculación con la red, el Sistema de Lecciones Aprendidas fue la otra estrategia metodológica novedosa del estudio. Las lecciones aprendidas, identificadas en jornadas de articulación entre la JST y los actores de la red, representan las experiencias y conocimientos adquiridos por los actores en el contexto de la gestión de la crisis pandémica. Se trata de un sistema abierto de información que documenta y pone a disposición la experiencia organizacional con el fin de favorecer la gestión eficaz en futuros eventos de similares características.



¿Cuál fue el marco teórico adoptado para la investigación?

Además del concepto de evento excepcional, la investigación recuperó diversas nociones que fueron centrales para llevar adelante las distintas etapas del trabajo (principalmente el relevamiento, la sistematización y el análisis). En primer lugar, se partió de considerar a la pandemia como un accidente normal. De acuerdo con el sociólogo Charles Perrow en su libro *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*, este se caracteriza por ser imprevisible e inevitable. Es característico de los sistemas com-

plejos donde ocurren acoplamientos e interacciones inesperadas, lo cual implica que está en la naturaleza misma de los sistemas sociotécnicos.

Los accidentes sistémicos precisan modelos de análisis atentos a sus características. Siguiendo las propuestas de dos importantes referentes en la materia, Charles Perrow y Erik Hollnagel, el análisis sistémico de accidentes se aleja de los modelos lineales de tipo causa-efecto y de las explicaciones de accidentes basadas en fallos únicos o en un árbol de fallos.

Estos describen el sistema y, a partir de allí, a las condiciones de posibilidad de los accidentes. Este modelo permite comprender el concepto de "accidente" como un evento resultante de la interacción no anticipada de múltiples fallas en un sistema complejo. Por lo tanto, se aleja de la idea de descubrir las causas de los accidentes o perseguir responsables, y busca identificar

situaciones estructurales que expliquen los factores desencadenantes.

¿Cuáles fueron los principales hallazgos del estudio?

Entre los principales hallazgos podemos mencionar:

- La importancia de contar con un sistema de salud y un sistema científico técnico con capacidad de plantarse como pilares en el desarrollo de estrategias y soluciones para abordar este tipo de eventos.
- La relevancia de las prestadoras de servicio estatales, cuya presencia posibilitó dar respuestas a las necesidades logísticas de la población en función de las estrategias de gobierno.
- La ausencia de planes de crisis para afrontar eventos de las características de la pandemia, lo cual obligó a los actores del sistema de transporte a desarrollar planes de emergencia, que inicialmente carecieron —al menos en parte— de entrenamientos y procedimientos estandarizados para gestionar este tipo de crisis.
- La centralidad del rol que las áreas de prensa y comunicación de organismos y prestadoras cumplen para informar a la población sobre la política sanitaria oficial, razón por la cual es clave dotarlas de recursos y de profesionales con capacitación para desarrollar estrategias claras y eficientes.
- El efecto positivo de la descentralización de los Centros de Control de Operaciones (generalmente situados en zonas urbanas de gran concentración poblacional), que contribuyó a mantener la conti-

Figura 1. Proceso de documentación de lecciones aprendidas



Fuente: JST, 2022.

Figura 2. Principales actores de la red colaborativa conformada para la investigación



Fuente: JST, 2022.



nidad de los servicios. Estos centros son espacios en los que se monitorea información relativa a los servicios con el objetivo de intervenir de forma ágil ante emergencias, desperfectos, etc.

- Una cantidad considerable de casos en los que faltó coordinación entre prestadoras de servicio, Gobiernos y otras agencias (como el Ministerio de Seguridad de la Nación) para definir los criterios de estadía, acceso a servicios, pernoctes y circulación de trabajadores esenciales. Esto derivó en que el personal esencial encontrara dificultades para su libre circulación, estadía y acceso a servicios básicos.
- El efecto positivo de la existencia de espacios de articulación entre lo público y lo privado, que contribuyó al cumplimiento y operativización de las medidas de gobierno por parte de las prestadoras.
- La relevancia de que los organismos de control y las prestadoras dispongan de estrategias de gestión de riesgos que acompañen las normativas emanadas durante la pandemia.
- El peligro estructural que supone la fatiga en todos los modos de transporte. Ante eso, la implementación de estrategias basadas en un sistema de gestión de riesgos de fatiga resulta esencial.
- Los efectos negativos de la crisis en la salud mental de los trabajadores, quienes debieron afrontar situaciones de temor, ansiedad y estrés. En este marco, los gabinetes psicológicos dentro de las organizaciones cobraron una importancia central. Además, las organizaciones gremiales articularon diversas líneas de acción orientadas al acompañamiento psicológico del personal.
- Las serias dificultades, en particular en los modos automotor y ferroviario, para cumplimentar el límite máximo de personas transportadas, el distanciamiento social y el transporte exclusivo de trabajadores/as esenciales. Esto evidenció que toda restric-

ción de acceso al transporte público debe apoyarse en la presencia y control del personal de fuerzas de seguridad, lo que no ocurrió en todos los casos.

Por último, ¿qué elementos del estudio pueden servir como base para contribuir ante eventos similares en el futuro?

Consideramos que todos los hallazgos y resultados del estudio pueden contribuir a abordar de mejor manera la ocurrencia de eventos de características similares a la crisis que vivimos. Destacamos aquellos elementos o conclusiones que hacen a la preparación de planes de crisis, al establecimiento de instancias de articulación público-privadas, a los sistemas de gestión de riesgos residuales que acompañen la formulación de la normativa, al desarrollo de sistemas *ad hoc* de gestión de fatiga, a la virtualización de entrenamientos y al desarrollo de dispositivos de acompañamiento psicológico a trabajadores por parte de organismos públicos y prestadoras, entre otros.

Asimismo, entendemos que este trabajo y las distintas líneas de investigación que lo conforman no deben leerse como un estudio final de la crisis por coronavirus en el transporte argentino. Por el contrario, dos de las herramientas constitutivas de este estudio —la Red Colaborativa y el Sistema de Documentación de Lecciones Aprendidas— se sostienen operativas en tanto estrategias continuas de recopilación, análisis y puesta en común de información y experiencias.

A su vez, el estudio tiene la intención de ser remitido al Ministerio de Transporte, incluyendo recomendaciones, a fin de contribuir al diseño de políticas de transporte orientadas a optimizar la gestión de crisis ante futuros eventos excepcionales, así como promover oportunidades de mejora en el diseño de futuros planes de crisis y gestión de riesgo del transporte argentino.



Ing. Sergio Pitrelli
Ing. Alejandro Di Bernardi
Ing. Alejandro J. Pesarini

Grupo Transporte
Aéreo (UIDET GTA-
GIAI), Departamento de
Aeronáutica, Facultad de
Ingeniería, Universidad
Nacional de La Plata.

Artículo presentado en las
6.^{as} Jornadas de
Investigación, Transferencia,
Extensión y Enseñanza
(JITEyE) de la Facultad de
Ingeniería de la UNLP. 2021.

OPTIMIZACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EN LOS AEROPUERTOS

Concepto dinámico de franjas de pista según tipo de operación

La necesidad de optimizar el aprovechamiento de las infraestructuras en los aeropuertos encubre especial interés desde varios puntos de vista, pudiendo ser, entre otros, operacionales, ambientales o económicos. Naturalmente, las pistas no escapan a esta realidad. Las demandas operacionales impuestas por la mezcla de tráfico, según combinación de aeronave, tipo de propulsor y pesos operacionales, solicitadas para los orígenes/destinos por los planes de negocios de las aerolíneas, demandan una pista "requerida" mientras que el aeropuerto ofrece, a través de su infraestructura existente, una pista "disponible".

Introducción

Poder aprovechar al máximo la infraestructura disponible, a través del análisis de sus distancias declaradas, resulta de vital importancia para la optimización del sistema aeroportuario.

Para lograr ello resulta necesario la aplicación de las normas vigentes, teniendo siempre presente las operaciones que se darán en dichas pistas en relación con la seguridad operacional exigida.

En este contexto, surgen interrogantes como: ¿la franja de pista es única para la pista física determinada por infraestructura?, ¿existe la posibilidad de determinar diferentes franjas para cada pista en función de la operación que allí se realiza? Es por ello que un concepto de "pista operativa" y "franja dinámica" toma relevancia.

El objeto del presente trabajo es mostrar criterios de aplicación práctica al concepto de franjas de pista "operativa" con una idea más dinámica y en aprovechamiento de las infraestructuras existentes en los aeropuertos, considerando que el punto 3.4 Franjas de pista del Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Organización de Aviación Civil Internacional determina en plural las referencias a las franjas y en singular las referencias a la pista, abriendo así una interpretación complementaria y diferente al uso y costumbres habituales.

El alcance del presente trabajo, así, se centra en el análisis de la aplicación según las definiciones y características de una franja de pista establecidas en el Anexo 14, 8va Edición (2018). Volumen I Diseño y Operaciones de Aeródromos. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Desarrollo y discusión

Dado que, por una parte, las franjas de pista son áreas que rodean una pista y sus zonas de parada, si las hubiese, que deben tener características tales que reduzcan el daño a las aeronaves que transitan por la misma ante la eventual posibilidad de salida de pista y, por otra parte, deben proporcionar un área libre de obstáculos con el objeto de proteger a las aeronaves que las sobrevuelan durante las operaciones de despegue y aterrizaje. Este breve documento pretende presentar opciones para la implementación de las franjas de forma segura observando sus definiciones sin perder de vista el tipo de operación que allí se realiza, con el objeto de evitar algún tipo de penalización impuesta por la infraestructura y permitir una mayor flexibilidad de implementación.

Según normativa internacional, tenemos las siguientes definiciones (Anexo 14, 2018):

Franja de pista. Una superficie definida que comprende la pista y la zona de parada, si la hubiese, destinada a:

- a) reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista; y
- b) proteger a las aeronaves que la sobrevuelan durante las operaciones de despegue o aterrizaje.

Pista. Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.

Pista para aproximaciones de precisión. Véase Pista de vuelo por instrumentos.

Pista de despegue. Pista destinada exclusivamente a los despegues.

Pista de vuelo por instrumentos. Uno de los siguientes tipos de pista destinados a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos:

- a) Pista para aproximaciones que no son de precisión. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinada a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo A y con visibilidad no inferior a 1.000 m.
- b) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinadas a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B con una altura de decisión (DH) no inferior a 60 m (200 ft) y con una visibilidad de no menos de 800 m o con un alcance visual en la pista no inferior a 550 m.
- c) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinadas a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B con una altura de decisión (DH) inferior a 60 m (200 ft) pero no inferior a 30 m (100 ft) y con un alcance visual en la pista no inferior a 300 m.
- d) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría III. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinada a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma; y

A — destinada a operaciones con una altura de decisión (DH) inferior a 30 m (100 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista no inferior a 175 m.

B — destinada a operaciones con una altura de decisión (DH) inferior a 15 m (50 ft), o sin altura de decisión, y un alcance visual en la pista inferior a 175 m pero no inferior a 50 m.

C — destinada a operaciones sin altura de decisión (DH) y sin restricciones de alcance visual en la pista.

Nota 1. — Las ayudas visuales no tienen necesariamente que acomodarse a la escala que caracterice las ayudas no visuales que se proporcionen. El criterio para la selección de las ayudas visuales se basa en las condiciones en que se trata de operar.

Nota 2. — Consúltase el Anexo 6 — Operación de aeronaves, para los tipos de operaciones de aproximación por instrumentos.

Pista de vuelo visual. Pista destinada a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos de aproximación visual o un procedimiento de aproximación por instrumentos a un punto más allá del cual pueda continuarse la aproximación en condiciones meteorológicas de vuelo visual.

Como se aprecia, la definición de franja está asociada a la pista y a la zona de parada, y la definición de pista está asociada a la pista según tipo de operación en la que ella se realiza.

***“Las franjas de pistas son áreas que rodean una pista; y sus zonas de parada –si las hubiese– deben tener características tales que reduzcan el daño a las aeronaves.*”**



Casos de estudio

Aplicando lo anterior, se determinan las dimensiones de una franja de pista para los siguientes casos.

Caso A. Aeropuerto con dos pistas

Aeropuerto genérico con dos pistas paralelas de iguales dimensiones con operaciones segregadas (operaciones simultáneas donde una pista estará dedicada exclusivamente a los aterrizajes y la otra a los despegues). En ambos casos la clave de referencia del aeródromo será “4E”, y las pistas no contarán ni con SWY (zona de parada) ni CWY (zona libre de obstáculos). Además, la pista de aterrizaje será para operaciones de aproximación de precisión CAT I. (Nota: en los esquemas desarrollados a continuación, el avión representa el sentido de operación de la pista).

La longitud de la franja de pista está dada por:

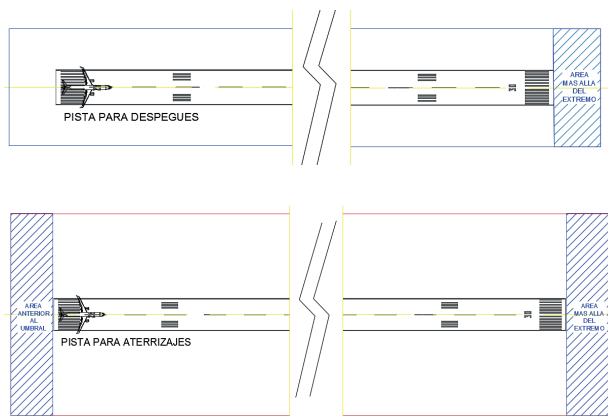
3.4.2 Toda franja se extenderá antes del umbral y más allá del extremo de la pista o de la zona de parada hasta una distancia de por lo menos:

- 60 m cuando el número de clave sea 2, 3 o 4;
- 60 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo por instrumentos; y
- 30 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo visual.

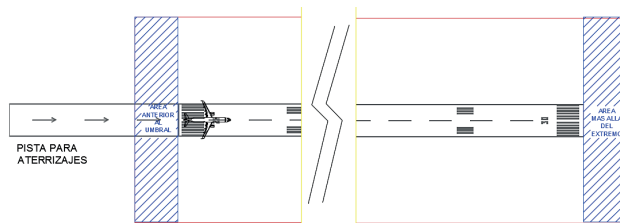
En definiciones indicadas en 1.1 del Anexo 14 se define el umbral, pero no el extremo:

Umbral. Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

Se determina así un área antes del umbral y más allá del extremo, entendiendo al extremo de pista como la extremidad opuesta al umbral, es decir, el fin de la carrera tanto en despegue como aterrizaje; en otras palabras, no se define un área anterior al extremo coincidente con el comienzo de la carrera de despegue. En un esquema sería lo siguiente:



En una pista con umbral desplazado sería lo siguiente:



La anchura de la franja está dada según categoría de aproximación y clave de referencia del aeródromo.

Anchura de las franjas de pista

3.4.3 Siempre que sea posible, toda franja que comprenda una pista para aproximaciones de precisión se extenderá lateralmente hasta una distancia de por lo menos:

- 150 m cuando el número de clave sea 3 o 4; y
 - 75 m cuando el número de clave sea 1 o 2;
- a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja.

3.4.4 Recomendación.— Toda franja que comprenda una pista para aproximaciones que no sean de precisión debería extenderse lateralmente hasta una distancia de por lo menos:

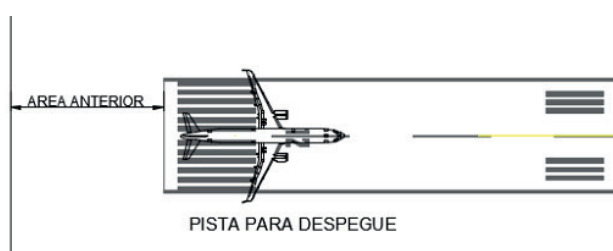
- 150 m cuando el número de clave sea 3 o 4; y
 - 75 m cuando el número de clave sea 1 o 2;
- a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja.

3.4.5 Recomendación.— Toda franja que comprenda una pista de vuelo visual debería extenderse a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja hasta una distancia de por lo menos:

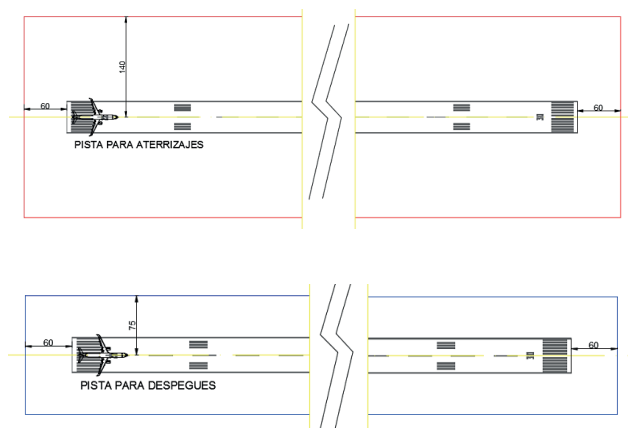
- 75 m cuando el número de clave sea 3 o 4;
- 40 m cuando el número de clave sea 2; y
- 30 m cuando el número de clave sea 1.

En el caso de la pista para aterrizajes cabe preguntarse: ¿por qué la dimensión de una franja de pista utilizada solo para aterrizaje se determina según el número clave? (si este último está relacionado directamente a la longitud de campo de referencia -LCR-, la cual es una longitud requerida por el avión para el despegue en unas condiciones determinadas). Es decir, ¿por qué algunas de las características de la franja están dadas para un tipo de operación, sin hacer referencia a los despegues de manera directa?

Por otra parte, para la pista de despegue cabe preguntarse: ¿cuál es el sentido de tener una porción o área de franja anterior al comienzo de pista "umbral" cuando la pista solo se utiliza para despegues?

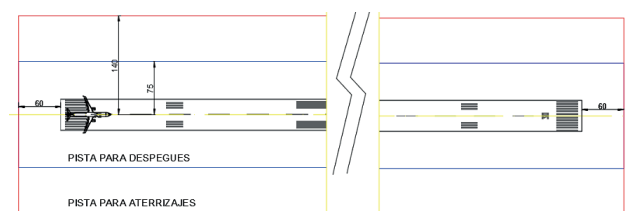


Según el tipo de operación, tendríamos las siguientes franjas:



Caso B. Aeropuerto con una pista derivada del caso A

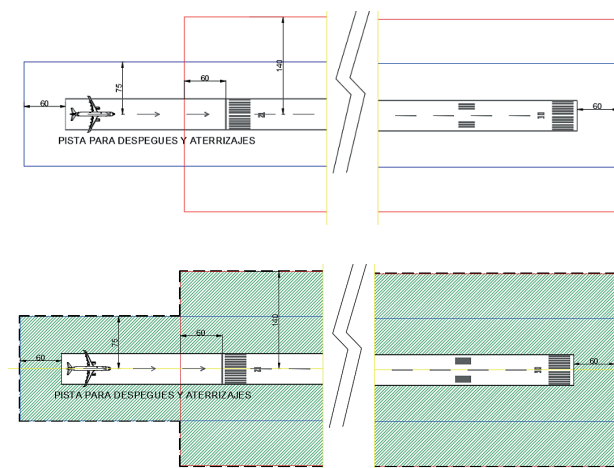
Tomando el caso anterior, si suponemos que por necesidades determinadas hay que anular una de las pistas y llevar todas las operaciones a la que queda operativa, tendríamos lo siguiente:



Lógicamente, la franja es una sola, con lo cual tendríamos la más amplia (roja) ya que la otra queda contenida en ella.

Caso C. Aeropuerto con una pista derivada del caso A y con umbral desplazado

Siguiendo la línea de pensamiento anterior, en caso de aeropuertos con una sola pista, pero con el umbral desplazado una distancia determinada, lo que se tendría que representar en el siguiente esquema, sería:



La franja de pista ya no sería de una anchura fija, sino que parte de la misma estaría determinada por la necesidad del tipo de operación para la que esté prevista.

Por otra parte:

Nivelación de las franjas de pista

3.4.8 Recomendación.— La parte de una franja que comprenda una pista de vuelo por instrumentos debería proveer, hasta una distancia de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; y
- 40 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;

del eje de la pista y de su prolongación, un área nivelada en atención a los aviones a que está destinada la pista en el caso de que un avión se salga de ella.

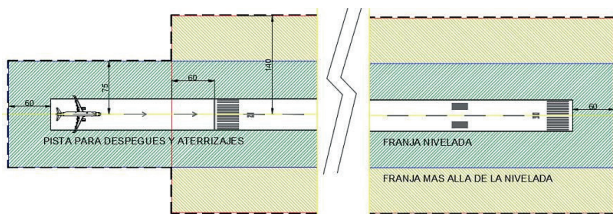
Nota.— En el Adjunto A, Sección 9, se da orientación sobre la nivelación de un área más amplia de una franja que comprenda una pista para aproximaciones de precisión cuando el número de clave sea 3 ó 4.

3.4.9 Recomendación.— La parte de una franja de una pista de vuelo visual debería proveer hasta una distancia de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4;
- 40 m cuando el número de clave sea 2; y
- 30 m cuando el número de clave sea 1;

desde el eje de la pista y de su prolongación, un área nivelada destinada a los aviones para los que está prevista la pista, en el caso de que un avión se salga de la misma.

En el caso de nivelación de franja, no se asocia las áreas a nivelar con algún tipo de aproximación, sino con el tipo de vuelo (instrumental o visual) para las que están destinadas las pistas y también, claro está, se la asocia con el tipo de avión a través de la clave.

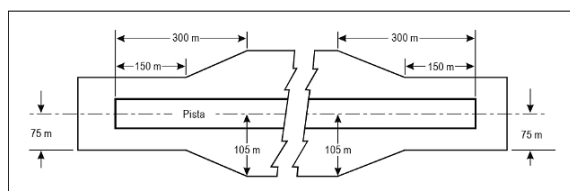


Además de lo anterior, en el Adjunto A sección 9 se indica que:

9.3 Nivelación de una franja en pistas para aproximaciones de precisión.

En el Capítulo 3, 3.4.8, se recomienda que la parte de una franja que comprenda una pista de vuelo por instrumentos con número de clave 3 o 4 se nivele hasta una distancia del eje de la pista de 75 m por lo menos. En el caso de las pistas para aproximaciones de precisión, sería conveniente adoptar una anchura mayor si el número de clave es 3 o 4. En la Figura A-4 se indican la forma y dimensiones de una franja más ancha que podría considerarse para dichas pistas. Esta franja se ha proyectado utilizando los datos sobre las aeronaves que se salen de la pista. La parte que debe nivelarse se extiende lateralmente hasta una distancia de 105 m desde el eje, pero esta distancia se reduce paulatinamente a 75 m en ambos extremos de la franja, a lo largo de una distancia de 150 m, contada desde el extremo de la pista.

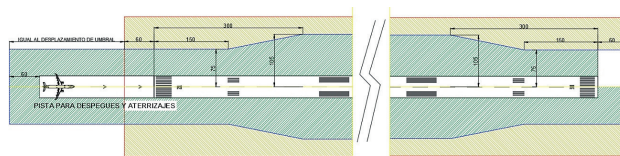
Ilustración 1: Parte nivelada de la franja de una pista para aproximaciones de precisión cuyo número de clave sea 3 o 4



En este sentido menciona que, para el caso de una recomendación es conveniente ampliar la misma, con lo cual parece haberse anidado una recomendación dentro de otra más conveniente. En estos puntos (3.4.8 – 3.4.9 y sección 9 del Adjunto A) siempre se refiere a la distancia lateral, pero respecto a la longitudinal se menciona siempre a la prolongación del eje de pista.

Se menciona, además, que esta forma es por tener en cuenta las aeronaves que se salen de pista, entendiendo que se refiere a sucesos de *over run* (salida por extremo de pista aterrizando o despegando), *veer off* (salidas laterales ya sea despegando o aterrizando) y *undershoot* (tocar terreno del umbral durante un aterrizaje).

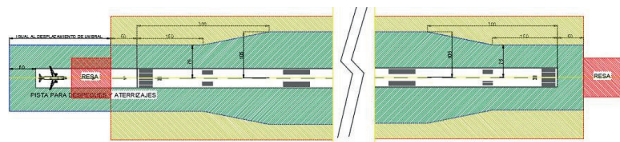
Por lo anteriormente expresado, si tuviéramos una pista con umbrales coincidentes con extremos, no tendríamos problemas. Pero para el caso de pistas con un umbral desplazado, podríamos pensar en la siguiente situación:



Incluso si aplicamos la definición de área de seguridad de extremo de pista (RESA):

Área de seguridad de extremo de pista (RESA). Área simétrica respecto de la prolongación del eje de la pista y adyacente al extremo de la franja, cuyo objeto principal consiste en reducir el riesgo de daños a un avión que efectúe un aterrizaje demasiado corto o se salga del final de la pista.

tendremos el siguiente esquema:



CONCLUSIONES

Hemos presentado tres casos de estudio con sus respectivos comentarios y observaciones, de los cuales claramente surge la posibilidad de determinar franjas de pista "dinámicas" según el tipo de operación que en cada pista se realiza, contemplando siempre las distancias declaradas disponibles.

Este concepto se aparta del criterio tradicional de franja de pista envolvente, del tipo estático, sin contemplación operativa tal cual prima de manera habitual.

La diferencia entre un concepto tradicional y el propuesto, de carácter dinámico, podría transformarse en solución a los problemas que suelen darse en muchos aeropuertos con necesidad de optimización de sus espacios disponibles, para así poder declarar dimensiones de franja de pista en un todo de acuerdo con el Anexo 14, pero con una mirada operativa diferenciadora.

Lo anterior proporciona mayor flexibilidad y posibilidad de aprovechamiento de las infraestructuras disponibles, quedando para instancias superiores de discusión la decisión de ajustar y adecuar estos conceptos en la normativa de referencia internacional.

JST | SEGURIDAD EN
EL TRANSPORTE

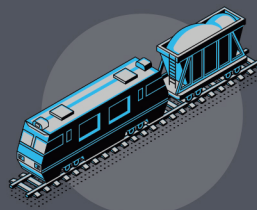


#CruzáSeguro

**RECORDÁ QUE EN
LOS PASOS A NIVEL**

**¡EL TREN SIEMPRE TIENE
PRIORIDAD DE PASO!**

**CAMPAÑA DE
CONCIENTIZACIÓN EN
LOS PASOS A NIVEL**



MINISTERIO DE
TRANSPORTE



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES



Ministerio de Transporte
Argentina



DETRÁS DE LOS DATOS: DESIGUALDADES Y PUJAS DE PODER DE NUESTRA SOCIEDAD

¿Por qué necesitamos datos y estadísticas con perspectiva de género en el transporte?

El estudio de la movilidad con perspectiva de género contribuye a crear políticas públicas en el ámbito del transporte que garanticen la seguridad de todas las personas, tengan sensibilidad hacia las problemáticas sociales y no reproduzcan desigualdades.

Ivana Feldfeber
Directora Ejecutiva
de la Asociación
Civil DataGénero

Hoy en día se producen grandes volúmenes de datos y cada vez más gobiernos y empresas los utilizan para tomar decisiones estratégicas y proyectar su crecimiento o desarrollo, y también para analizar lo sucedido con anterioridad. Pero de lo que se habla poco es sobre los *datos con perspectiva de género*. Y aquí surge la pregunta: ¿qué son los datos con perspectiva de género?

Para responder, podríamos decir que en realidad los datos en sí mismos no tienen perspectiva de género, no son ni buenos ni malos, son herramientas conceptuales construidas de forma técnica a través de una determinada metodología. Entonces, cuando hablamos de datos con perspectiva de género nos referimos a aquellas prácticas que rodean los datos (planificación, recolección, análisis, comunicación) y a las personas que llevan a cabo estas acciones. Es allí donde se debe transversalizar la perspectiva de género. Hablar de datos con perspectiva de género implica preguntarnos, entre muchas cosas, si esos datos son realmente representativos, y si se consideran variables como género, identidad y sexo biológico, entre otras.

Los análisis y soluciones basados en datos tienen implicancias reales en la vida diaria de las personas. Por ejemplo, hoy en día los datos se utilizan para entrenar algoritmos que pueden reconocer nuestros rostros, que pueden ayudar en la toma de decisiones sobre nuestra economía (por ejemplo, si cierta persona debería recibir un crédito o no, en función de ciertas variables). De modo que si se reproducen sesgos de género en ellos, las mujeres cisgénero y personas LGBT+¹ continuarán en situación de desventaja en relación con los varones cisgénero.

1. Estas siglas corresponden a Lesbianas, Gays, Bisexuales, Trans, Travestis, Intersex, No Binaries y más.

Cuando pensamos en el sector público, los datos que tenemos y lo que hacemos con ellos importa. Y por eso es primordial que las personas que trabajan en el Estado estén capacitadas y tengan herramientas para crear procesos de datos que tengan sensibilidad hacia las problemáticas sociales y que no reproduzcan desigualdades.

La transversalización de la perspectiva de género en las políticas públicas es un tema fundamental. Esta idea hace referencia a la presencia de una mirada sensible al género, es decir, que considere al género como variable de exclusión, en todas las políticas públicas de un Estado, y no únicamente en aquellas dirigidas a mujeres y personas LGBTTI+ (ECOSOC, 1997).²

La perspectiva de género puede aplicarse en todos los ámbitos, hasta en aquellos menos pensados, como por ejemplo, qué veredas despejar cuando nieva. El libro *La mujer invisible*³ de Caroline Criado-Perez cuenta algunos casos donde no se tuvo en cuenta la perspectiva de género para tomar decisiones a nivel gubernamental, o al diseñar productos, o al pensar espacios. La autora expone que en el año 2011 en Suecia comenzaron a auditar todas sus políticas para ver si estas tenían o no perspectiva de género. Un oficial del gobierno un poco cansado dijo: "Al menos la auditoría no va a meterse con el trabajo de sacar la nieve de los caminos y las veredas", asumiendo que esta tarea escapaba a cuestiones de género.

Si bien los datos existentes sobre el transporte a nivel mundial no son suficientes, estos muestran que las mujeres en general usan el transporte público o se trasladan a pie más que los hombres. En Francia dos tercios de las personas usuarias de transporte público son mujeres; en EE. UU. es alrededor de un 63 %. Los hombres, al ser "jefes de hogar", en general son los que manejan los autos.

En este caso no solo importa el cómo, sino por qué las personas viajan. Los hombres en general tienen un patrón de viaje definido, dos veces por día para ir y volver del trabajo, usualmente por la misma ruta. Pero los patrones de viaje de las mujeres suelen ser más complicados, ya que las mujeres hacen el 75 % del trabajo no remunerado doméstico en el mundo. Un patrón típico de viaje de mujeres involucra dejar a sus hijos o hijas en sus escuelas o jardines, para luego ir al trabajo, llevar a consultas médicas a adultos mayores a cargo e incluso ir a comprar víveres al supermercado o almacén. A este patrón se le llama viaje en cadena, ya que son varios viajes cortos encadenados entre sí. Es una forma observada de viaje de mujeres a lo largo del mundo.

En Europa una mujer con un hijo o hija menor a 5 años tiene 54 % más chances de realizar estos viajes en cadena que un hombre con un hijo o hija menor a 5 años, que tiene un 19 %. Por lo tanto, lo que comenzó como un comentario jocoso de un empleado gubernamental, terminó por cambiar las decisiones sobre qué espacios limpiar de nieve primero, siendo las veredas y caminos la prioridad para que las mujeres puedan transitar sin riesgos.

En el libro *Feminismo de Datos*, de Catherine D' Ignazio y Lauren Klein (2020)⁴, utilizan una lente feminista interseccional para examinar las estructuras de poder desiguales en el ámbito de los datos, y destacan los intentos realizados para rectificarlas, escribe Prachi Shukla en la reseña que publicó en el blog de la *London School of Economics and Political Science*. Las autoras muestran a través de múltiples ejemplos cómo los datos que recopilamos son representativos de nuestra sociedad desigual y exponen muchos ejemplos de organizaciones no gubernamentales y activistas que trabajan para contrarrestarlos y exponer las consecuencias de las prácticas desiguales.

"Cuando pensamos en el sector público, los datos que tenemos y lo que hacemos con ellos importa. Es importante crear procesos de datos que tengan sensibilidad hacia las problemáticas sociales y que no reproduzcan desigualdades."



2. Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (1997). *Agreed Conclusions 1997/2 on "Mainstreaming a gender perspective into all policies and programmes in the United Nations system"*. Ginebra: ECOSOC.

3. <https://carolinecriadoperez.com/book/invisible-women/>

4. <https://data-feminism.mitpress.mit.edu/>

"Hay que prestarle atención a los datos, ya que detrás de ellos se pueden entrever las desigualdades y pujas de poder de nuestra sociedad."



En particular cuentan un caso paradigmático que sucedió en Estados Unidos:

En 1971, el Detroit Geographical Expedition and Institute (DGEI) publicó un provocativo mapa llamado *Where Commuters Run Over Black Children on the Pointes-Downtown Track* [Donde los conductores atropellan a infancias negras en la ruta Pointes-Downtown]. El mapa (Figura 1) utiliza puntos negros para ilustrar los lugares donde ocurrieron los asesinatos en la comunidad. En una sola esquina hubo seis infancias asesinadas por conductores blancos en el transcurso de seis meses. En el mapa, los puntos cubren toda la cuadra.

Las personas que vivían a lo largo de esta ruta hacía tiempo que reconocían la magnitud del problema, así como su profundo impacto en la vida de amistades y del vecindario. Pero la recopilación de datos que avalaban lo que ocurría resultó ser un gran desafío. Nadie mantenía registros detallados de estas muertes, tampoco se ponía a disposición del público información básica sobre lo que sucedía. "No conseguíamos esa información", explica Gwendolyn Warren, quien fue la organizadora con sede en Detroit que encabezó una colaboración única: la alianza entre la juventud negra de los vecindarios circundantes y un grupo dirigido por varones blancos geógrafos académicos de universidades cercanas.⁵

A través de la colaboración, los y las jóvenes aprendieron técnicas de mapeo de vanguardia y, guiados por Warren, aprovecharon su conocimiento *in situ* para producir una serie de informes integrales, que cubrían temas como las desigualdades sociales y económicas entre las infancias del vecindario. También realizaron propuestas para que hubiera nuevos límites del distrito escolar que fueran más equitativos racialmente⁶.

Tanto en este caso como en el caso de Suecia, podemos ver que hay que prestarle atención a los datos, ya que detrás de ellos se pueden entrever las desigualdades y pujas de poder de nuestra sociedad. Por eso, al trabajar con datos de población o datos que afectan de alguna u otra manera a las personas, tenemos una gran responsabilidad. Y esa responsabilidad se traduce, por un lado, en recolectar los datos de manera sensible, en realizar análisis teniendo en cuenta las diversas situaciones de opresión en nuestra sociedad, y por otro lado, en comunicar de la mejor manera posible los resultados.

Con respecto al punto de la recolección, siempre es necesario entender que más datos no siempre son la solución. Desde el Observatorio de Datos con Perspectiva de Género, DataGénero, insistimos siempre en preguntar ¿para qué se van a utilizar los datos que estamos recolectando? Reflexionar sobre el para qué incorpora la dimensión ética al análisis. Muchas veces escuchamos a grupos de programadores entusiasmados por el nivel de detalle de la información obtenida —o anhelando altos niveles de capilaridad de la información— y en este punto nos interesa hacer un llamado de atención. Primero, respecto de la normativa vigente y el deber de protección de los datos personales previsto en la Ley 25326⁷; y segundo, sobre las consideraciones éticas. Cuando los datos individualizan a las personas podemos ponerlas en riesgo, especialmente a los grupos *minorizados*. Es una hermosa ilusión pensar que vamos a llegar a resolver

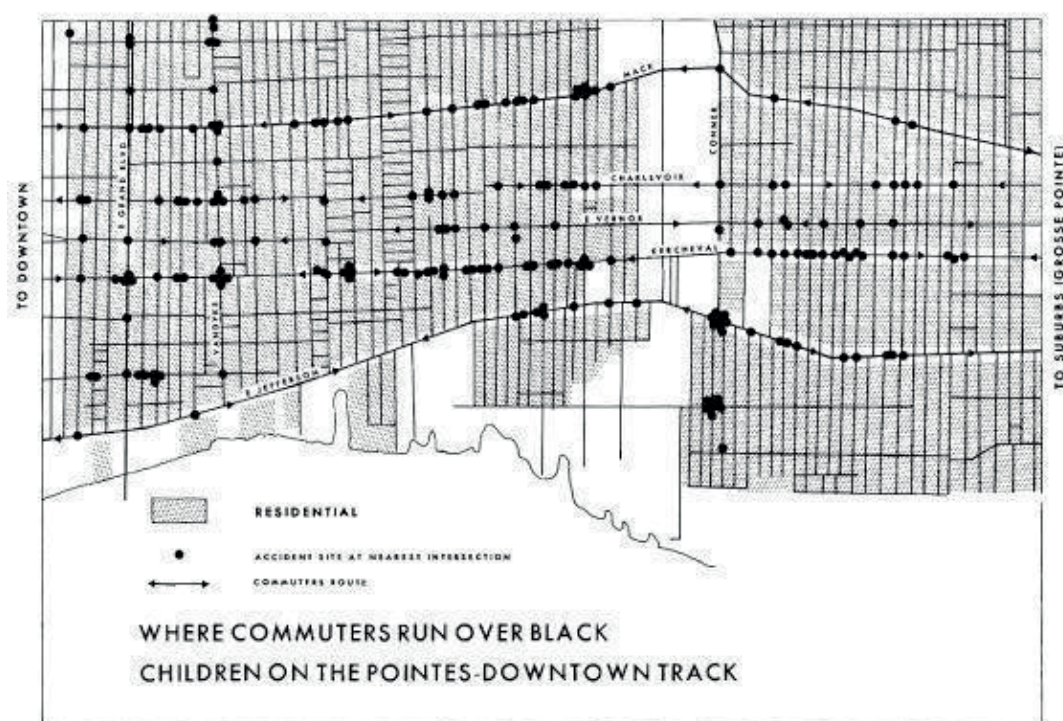
5. Gwendolyn Warren, "About the work in Detroit" [Sobre el trabajo en Detroit], en *Field Notes* n. 3 *The Geography of Children, Part II* [Notas de campo n.º 3: La geografía de los niños, parte II] (East Lansing, MI: Instituto de Expedición Geográfica de Detroit, 1971), 12. El informe también incluye datos que Warren y su equipo recolectaron, y cuantificaron, sobre factores tan específicos como la cantidad de vidrio roto encontrado en los parques infantiles de niños blancos en comparación con aquellos barrios de niños Negros, así como también ensayos de otros miembros del DGEI.

6. N. de T.: Hemos decidido no utilizar la palabra "raza" por las connotaciones históricas que tiene el concepto en el Sur de América. Optamos por referirnos a la expresión "racialización", ya que consideramos que describe las relaciones de poder existentes y pasadas sobre los cuerpos "no blancos" y su clasificación taxonómica e inferiorizada por parte de quienes han tenido el poder de hacerlo. En esas instancias, optamos por el recurso de la paráfrasis para mantener el mismo significado. (Traducción de DataGénero sobre el libro *Data Feminism*).

7. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64790/norma.htm>

todos los problemas con datos con altísimo nivel de detalle, pero nunca sabemos en manos de quiénes podrían caer. Datos con estas características también pueden servir para perseguir, vigilar y violentar a las personas, aunque seguramente este no haya sido nuestro propósito inicial.

Figura 1: Imagen de un informe que documentaba las desigualdades raciales de las infancias ubicadas en Detroit. El mapa fue creado por la directora administrativa del Instituto y Expedición Geográfica de Detroit (DGEI), Gwendolyn Warren, en una colaboración entre los y las jóvenes negros en Detroit y geógrafos académicos blancos.



Fuente: Gwendolyn Warren, "About the Work in Detroit", en Field Notes No. 3: The Geography of Children, Part II (East Lansing, MI: Detroit Geographical Expedition and Institute, 1971). Crédito: Cortesía de Gwendolyn Warren, la Expedición Geográfica de Detroit y el Instituto.

Es por esto que acercamos una serie de recomendaciones para transversalizar la perspectiva de género en el mundo de los datos:

1. Transversalizar la perspectiva de género en todas las etapas

Nos referimos a transversalizar la perspectiva de género en el espectro completo que implica trabajar con datos. Desde que se planifica la forma en la que los datos serán recolectados, hasta el análisis, visualización y comunicación final. Ese proceso tiene que ser sensible al género y a sesgos de índole racista, clasista y capacitista y no limitar los cuestionamientos sobre si esta perspectiva está presente solamente, por ejemplo, durante el entrenamiento de algoritmos. La perspectiva de género debe ser constitutiva del proceso.

2. Capacitación permanente en géneros y problemáticas sociales

Es un hecho ineludible que aquellos equipos de trabajo que cuentan con capacitación permanente en problemáticas de género tienen mucho más presentes las desigualdades y la invisibilización que sufren las mujeres cisgénero y personas LGBTTIINB+, y

"Entre algunas consideraciones éticas durante el trabajo con datos es fundamental preguntarnos sobre los fondos y el financiamiento que están detrás de la producción de dichos datos."



suelen generar herramientas, análisis y políticas más inclusivas y comprometidas con un mundo mejor.

3. Equipos interdisciplinarios

Los equipos interdisciplinarios son ideales para trabajar con datos que afectan a la sociedad, ya que tendrán en cuenta una mayor diversidad de problemáticas abordando de manera integral los problemas para resolver.

4. Contextualizar los datos

Los datos requieren de contexto, por ello deben contar con *metadatos* sobre las fuentes, definiciones y otras consideraciones especiales que ayudan a explicar quién, cómo, cuándo y por qué se crearon los datos con los que estamos trabajando.

DataGénero expresa que *"los metadatos son información del contexto: de dónde provienen, quién los recolectó, a través de qué herramienta y con qué fines. ¿Por qué es importante tener esta información? Porque sin el contexto de los datos, hay información clave que nos falta"*.⁸

Los metadatos nos explican cómo fueron producidos los datos originales y cuál es su fórmula, y al mismo tiempo nos alertan sobre cuestiones para tener en cuenta durante su análisis.

5. Responsabilidad, rendición de cuentas y consideraciones éticas

Entre algunas consideraciones éticas durante el trabajo con datos es fundamental preguntarnos sobre los fondos y el financiamiento que están detrás de la producción de dichos datos: ¿quién y para qué invierte en estos relevamientos? Esta información puede darnos una pista sobre las intenciones de la creación o recolección de esos datos y nos puede advertir de posibles sesgos o resultados esperados que puedan distorsionar su análisis.

A su vez, es fundamental priorizar en todo momento la privacidad de la información, la protección de las bases de datos y fuentes, así como su anonimización, ya que resultan esenciales para garantizar el cumplimiento de los derechos de las personas y para tener datos de calidad.



8. Fuente: <https://datagenero.medium.com/el-contexto-de-nuestros-datos-una-herramienta-iluminadora-3cbd5fbf6766>

ENTREVISTA A JIMENA BONDARUK¹

Los desafíos de transversalizar desde el Estado la perspectiva de géneros en el transporte

En la actualidad, el colectivo de mujeres representa la mitad de la población mundial. Sin embargo, en los servicios de transporte e infraestructura de América Latina y el Caribe (ALC) son menos del 15 % del total de las personas empleadas; las mujeres están subrepresentadas en posiciones de liderazgo y puestos técnicos y sobrerrepresentadas en puestos de baja remuneración como la limpieza y la señalización, con salarios que constituyen un tercio respecto de los percibidos por los hombres.

En relación a ello, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la mayoría de las políticas públicas de equidad o igualdad de géneros en la región incluyen el mandato explícito de considerar el enfoque de géneros en todas las políticas del gobierno.

Respecto de ello, ¿notaste cambios en la ampliación de derechos, en el mundo del transporte, durante estos últimos años? ¿Cuáles?

Se han cambiado los espacios de trabajo, se han dinamizado, se ha trabajado para conseguir resultados más eficaces y más eficientes que tengan un impacto directo en la productividad laboral favorable.

Si bien hay un avance, esto es muy reciente, son batallas que hay que dar de a una; por lo que vamos a poder medir los resultados quizás en uno o dos años.

En relación a estos avances, ¿cuáles creés que son las políticas públicas más urgentes que hay que atender desde la gestión actual?

Me parece que hay que trabajar en dos líneas. La primera es la incorporación de mujeres en los puestos o cargos históricamente masculinizados. La segunda es trabajar en la alta gerencia. Hay un techo que todavía no estamos pudiendo perforar: que las mujeres puedan ocupar lugares de decisión. Cuando las mujeres estamos en espacios de decisión, transformamos. Pero también entiendo que hay que poder prepararse para eso, para incorporar distintas herramientas para afianzar el liderazgo, que sigue siendo un desafío.

¿Cuáles de las políticas que estás implementando o proyectás implementar puede marcar un rumbo claro hacia la transversalización de la perspectiva de géneros y diversidades en el transporte?

Primero, cuando pensamos en transversalizar la perspectiva de género y diversidades en el transporte, tene-

mos que poder pensar en la infraestructura del mismo. Esto ayuda y colabora con un mejor servicio, un mejor transporte. Trabajarla de manera sensible y consciente tiene un impacto positivo sobre las mujeres, los jóvenes y los niños. Para ello, estamos armando una guía sobre los entornos de las estaciones, de los trenes, de las zonas de transbordo, y también los espacios de las paradas de colectivos.

Luego, hay que poder analizar cómo nos movemos las mujeres y las diversidades.

También estamos trabajando en el desarrollo de una guía de abordaje de situaciones de violencia en los ómnibus de media y de larga distancia. Tarea que implica, además, llevar esta discusión a los sindicatos para que se empiecen a detectar estas situaciones.

Por último, estamos construyendo un lineamiento junto al Ministerio de Trabajo de la Nación, un programa que tiene que ver con mujeres conductoras. Es una serie de incentivos de cara a las cámaras del transporte para que incorporen mujeres en los ómnibus de media y de larga distancia.

Desde el Ministerio de Transporte, se trabaja con los espacios de género de las empresas de transporte del sector aéreo, portuario, terrestre y trenes de una manera articulada y estratégica.

La inclusión en el mundo del transporte de mujeres y diversidades es muy importante, porque vienen con una historia, un bagaje cultural, una experiencia que genera un cambio organizacional al interior de las instituciones. Y no solo las hace más sensibles, sino que las dota de una mirada que permite también generar un impacto positivo hacia el transporte.

¹. Responsable de Políticas de Géneros y Diversidad del Ministerio de Transporte. Militante feminista. Politóloga. Especialista en Educación. Fue coordinadora del área de Género y Diversidad de Trenes Argentinos Infraestructura. Es concejala del Partido de Tres de Febrero.



ENTREVISTA A JAN THORE MELLEM

Método NSIA: ¿Cuáles son los pilares del modelo de investigación de accidentes noruego?

Conversamos con Jan Thore Mellem, integrante del Departamento de Asesoramiento de la Autoridad Noruega de Investigación de Seguridad (NSIA) y especialista en factores humanos, psicología industrial y organizacional. Mellem fue uno de los cocreadores del modelo de investigación y actualmente brinda soporte desde su departamento a todas las áreas del organismo.

Cuando la NSIA identificó la necesidad de contar con una herramienta propia para la investigación de accidentes, el Departamento de Asesoramiento fue el encargado de delinear el proyecto. Jan Thore Mellem trabajó codo a codo con su colega Ingvild K. Ytrehus, a quien el entrevistado señala como la creadora original y principal impulsora del Método NSIA. Además de asentar las bases de este nuevo modelo, se abocaron al entrenamiento y capacitación de los agentes luego de su aprobación.

¿Podría esbozar algunas consideraciones generales sobre el Método NSIA?

Por un lado, el modelo se usa en todas las áreas o modos del organismo, incluyendo la de Defensa. Tenemos una descripción detallada disponible en nuestro sitio web, que cualquier candidato interesado en trabajar con nosotros debe leer para obtener un acercamiento preliminar a la metodología. Luego, quien obtenga un puesto en la NSIA, ahondará todavía más en el método como parte de sus primeras tareas, ya que este es un punto de partida común para cualquier investigador.

Por otra parte, quisiéramos hacer una advertencia: un modelo es una simplificación de la realidad, no es la realidad, que usualmente es mucho más compleja. No podemos esperar que el mundo vaya a encajar completamente en el modelo. Este modelo, y cual-

quier otro, solamente pueden ayudarnos a entender la complejidad de la realidad. Esto puede resultar obvio para algunos, pero no para otros, así que nos gusta mencionarlo de antemano. Si ignoramos este hecho, podríamos volvernos creyentes fervientes del modelo, y eso es peligroso.

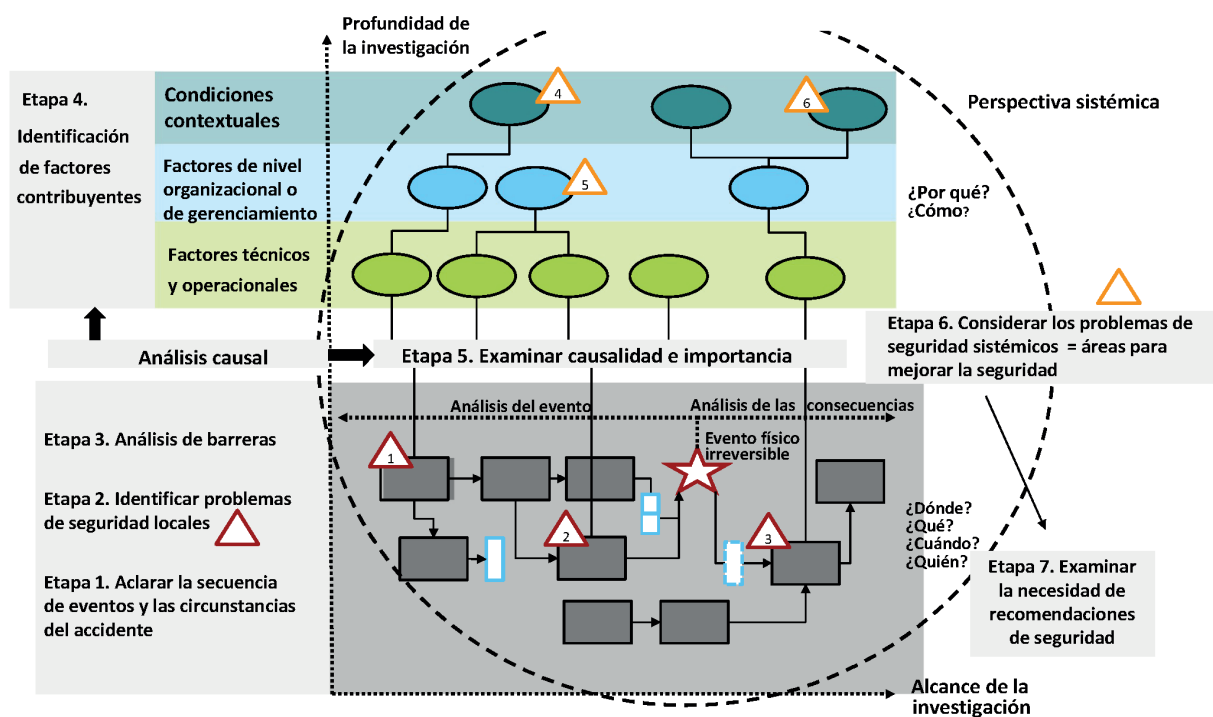
Si observamos las representaciones visuales que surgen del modelo, podemos ver que tiene dos partes. Una parte baja, que cubre las primeras tres etapas, y una parte alta, que contempla las cuatro restantes. Todo lo que alcanza la cuarta etapa ya puede considerarse, por definición, como sistémico. El modelo forma un círculo completo, por eso es que nosotros lo consideramos como un método de enfoque sistémico.

Una de las cosas que siempre enfatizamos cuando enseñamos esta metodología es que se trata de un proceso iterativo. Es decir, que se va y se vuelve muchas veces sobre los mismos aspectos. No se trata de hacer todo lo que podamos en la etapa inicial y después nunca volver sobre ello, sino todo lo contrario. Necesitamos pasar por todo el círculo varias veces, ya que, a medida que se investiga y se entiende mejor el accidente, surgen nuevas preguntas y llega información nueva. En función de estos nuevos datos, quizás haya que cambiar la hipótesis sobre lo que sucedió, por lo que se va y se vuelve constantemente sobre cada una de las fases.

"Necesitamos pasar por todo el círculo varias veces, ya que, a medida que se investiga y se entiende mejor el accidente, surgen nuevas preguntas y llega información nueva."



Figura 1. Representación visual de las siete etapas del modelo



Fuente: Documento de la NSIA, "How we investigate accidents in Norway", 13/09/2022

¿Por qué decidieron crear su propia metodología de investigación?

En primer lugar, el método ayuda a priorizar la información. Como saben, al investigar accidentes se recibe un gran volumen de información variada y de múltiples fuentes, por lo que resulta indispensable ordenarla de acuerdo con su relevancia. Puede haber mucha información que nos resulte interesante, pero eso no quiere decir que dicha información sea relevante para el accidente. Si investigamos información que no es relevante, perderemos tiempo y recursos valiosos. De allí la importancia de priorizar.

En segundo lugar, los modelos para comprender accidentes se desarrollan y pueden aplicarse en varios contextos diferentes, por ejemplo, en la investigación técnica o académica, para trabajos de seguridad preventiva, en plantas eléctricas y otros ambientes

de alto riesgo. Nosotros queríamos un modelo que fuera desarrollado exclusivamente para la investigación de accidentes, para así poder darles a nuestros inspectores una guía paso a paso de cómo hacerlo.

Por último, en la NSIA tenemos investigadores y analistas que vienen de disciplinas muy variadas, y que trabajan en diferentes áreas. Esto hace que, a veces, sea más difícil ponerse de acuerdo o entenderse, principalmente por la falta de una terminología común. Precisamente por ello, y para hacer nuestro trabajo de modo más eficiente, pensamos en crear un método que pudiera ser comprendido y aplicado por todos los agentes, más allá de su formación académica, del campo de aplicación de esta dentro de la agencia y de su experiencia profesional. La intención era establecer una terminología compartida para que pudiéramos hablar más fluidamente, tanto en los equipos de investigadores como en las diferentes áreas de nuestra organización. Así, tendríamos un mismo punto de partida, una terminología común y una forma de pensar compartida, por decirlo de algún modo.

“Si investigamos información que no es relevante, perderemos tiempo y recursos valiosos.”



¿Cómo fue el proceso de creación del Método NSIA?

En nuestra agencia tenemos un departamento llamado Advisory Staff (Unidad de Asesoramiento), una unidad de especialistas que brindan soporte a todos los demás departamentos. Dentro del Advisory Staff había un puesto especial dedicado a la teoría y metodología de seguridad, ocupado por Ingvild K. Ytrehus. Diría que ella es la principal impulsora y desarrolladora del método, por eso me parece importante que reciba el crédito. Yo trabajo también en el Advisory Staff, y me uní al proceso de desarrollo del modelo junto a ella desde el comienzo, así que podré contarles cómo se hizo.

Ingvild, que trabajó en ese puesto por muchos años, vio la necesidad de una herramienta investigativa. Por ello, revisó a fondo la literatura profesional sobre metodología, e incluso contactó a varias juntas de investigación. Es justo decir que el marco metodológico utilizado por la Junta de Seguridad en el Transporte de Australia (ATSB) ha sido una de las referencias principales para la NSIA en la preparación de su método. Me gustaría también darles el crédito por eso.

Como decía, Ingvild escribió el primer borrador del método y, después, invitó a dos o tres investigadores de cada uno de los departamentos de la agencia a formar un grupo de trabajo. Este grupo tuvo muchas reuniones en las que se debatió y desarrolló el modelo. Hubo varios debates interesantes, de los que surgieron propuestas diversas. Entonces, Ingvild recolectó y procesó sugerencias de mejora, que se incorporaron a la primera edición completa del método, que salió en 2017. Esta edición fue debatida, evaluada y aprobada por la gerencia. Acto seguido, el método fue implementado en nuestro sistema de gestión.

El entrenamiento de todos los investigadores en el uso del modelo comenzó también en 2017. Posteriormente, hubo algunos ajustes menores en la metodología, por lo que una segunda edición fue implementada en 2018, y luego se hizo una tercera en 2021. Es importante aclarar que estas ediciones no han implicado revisiones significativas del método, sino más bien el refinamiento de cuestiones puramente técnicas, como la utilización de los colores para clasificar visualmente la información, por dar un ejemplo.

Esta es, a grandes rasgos, la historia de sus inicios y el proceso de perfeccionamiento.

¿Cuánto tiempo pasó desde que el método comenzó a ser desarrollado hasta su implementación?

Bueno, los procesos a veces son difíciles de segmentar con precisión en el tiempo y no recuerdo exactamente, pero diría, y esto es solo un estimado general, que fue una cuestión de meses. El desarrollo del método en sí mismo era una prioridad, así que las reuniones del grupo de trabajo y la redacción de la propuesta final tomaron solo algunos

meses. Quizás hayan transcurrido unos seis meses más entre la aprobación por parte de la gerencia, su implementación en nuestro sistema de gestión y el entrenamiento en su uso para todos.

¿Podría afirmar que el método NSIA fue desarrollado usando un enfoque consultivo?

Sí, en efecto. Por supuesto que la intención era despertar el interés de los investigadores y asegurarnos de que lo encontrarán útil cuando fuera implementado. Creo que ese proceso fue, de hecho, muy importante. Pienso que la historia hubiera sido bastante diferente si alguien simplemente se los hubiese impuesto.

¿Cuándo fue implementado por primera vez? ¿Fue un proceso fluido o encontró cierta resistencia? Al introducirlo, ¿cuáles fueron los aspectos más resistidos del método NSIA, si es que hubo alguno?

Fue implementado por primera vez en 2017. Yo diría que la implementación fue gradual. No puedo decir que haya habido resistencia activa en ningún aspecto. Creo que la gradualidad se debió a una cuestión de poder ser capaces de aprovechar al máximo el modelo, y buscar que se vuelva una herramienta efectiva y no una carga.

¿Qué métodos utilizaba la agencia antes de la creación del método NSIA?

En realidad, en ese tiempo no había un uso sistemático de ningún modelo en particular. Sin embargo, el trabajo de autores como Reason, Rasmussen y Hollnagel ha tenido influencia en nuestro organismo por muchos años. Nuestro modelo ha asimilado algo de todo eso. Creo que el modelo es un paso adelante para nosotros, aunque aún nos basamos en el trabajo de grandes autores e investigadores.

¿Puede hablarnos un poco del método NSIA y de sus etapas?

Por supuesto, el modelo NSIA consta de siete etapas que son las siguientes:

1. La primera etapa consiste en aclarar la secuencia de eventos y las circunstancias del accidente. Aquí es donde construimos un *step chart*. Esto significa crear una manera sistemática de visualizar quién hizo qué, qué sucedió y cuándo, para luego plasmarlo en un eje cartesiano de coordenadas. Con este modelo se puede ver una representación de lo que llevó a ese evento físico irreversible (el accidente), y también qué pasó después. En otras palabras, se trata tanto del análisis del evento como de sus consecuencias. Preguntas tales como dónde, qué, cuándo y quién son predominantes en esta etapa. Para hacer un *step chart* se colocan en el eje vertical los actores de la situación analizada, es decir, cualquier persona o cosa que haya estado involucrada en el accidente. Por otra parte, en el eje horizontal se registra, con la información que se disponga al momento, cuándo cada uno de los actores hizo qué. De esta manera, se obtiene una buena representación visual de las complejidades del caso.
2. La segunda etapa implica identificar problemas de seguridad locales. Estos problemas locales de seguridad son lo opuesto a los problemas sistémicos de seguridad. Un problema local de seguridad puede hacer referencia a tres posibles opciones:
 - a. El enfoque de las barreras (*barrier approach*). Cuando la secuencia de eventos podría haber sido cambiada o se podría haber interactuado con la misma.
 - b. El enfoque del control. Cuando la secuencia de eventos involucra una pérdida de control o cuando se tuvo un control muy pobre.
 - c. Enfoque de inconformidad o desviación (*non conformity approach*). Cuando la secuencia de eventos se desvió de las funciones seguras o que se esperaban.

Así que, cuando vemos alguna de estas posibles situaciones, las marcamos como un problema de seguridad local, lo que es potencialmente interesante para averiguar las razones por las que ocurrió el accidente. Además, para las investigaciones muy complejas o extensas, en donde suceden muchas cosas y hay un

“Pensamos en crear un método que pudiera ser comprendido y aplicado por todos los agentes, más allá de su formación académica, del campo de aplicación de esta y de su experiencia profesional.”



“El trabajo de autores como Reason, Rasmussen y Hollnagel ha tenido influencia en nuestro organismo por muchos años. Nuestro modelo ha asimilado algo de todo eso.



montón de actores involucrados, se necesita una herramienta especial para poder registrar toda la información y ordenarla. Si tienes, por ejemplo, 25 o 35 problemas locales de seguridad, definitivamente necesitas una herramienta. Precisamente, para ello hemos diseñado una tabla de problemas de seguridad.

3. La tercera etapa comprende el análisis de barreras. Hay, aquí también, tres subcategorías para analizar las barreras.
 - a. Barreras que estaban en su lugar y que funcionaron. Por lo tanto, ahí no pasó nada malo.
 - b. Barreras existentes, pero que no funcionaron adecuadamente, permitiendo que sucediera el accidente.
 - c. Barreras que, en nuestra opinión, deberían haber existido, pero que no estuvieron presentes y, por eso, ocurrió un problema de seguridad.
4. La cuarta etapa es la de identificación de los factores que contribuyen para cada problema de seguridad. Aquí comenzamos ya con el análisis causal, donde preguntamos por qué y cómo. Tratamos de entender, desde diferentes puntos de vista –como, por ejemplo, el del operario–, por qué alguien hizo lo que hizo y por qué eso tenía sentido para él. Acá es donde las investigaciones de factores humanos son útiles.

En esta etapa se registran los factores que potencialmente contribuyen con los problemas de seguridad. Estos factores pueden clasificarse en tres niveles.

- a. Factores técnicos y operacionales.
- b. Factores de nivel organizacional o de gerenciamiento.
- c. Condiciones contextuales.

Para entender mejor esto, resulta conveniente recurrir a un ejemplo práctico basado en un suceso. En un aeropuerto, un camión cruzó una línea roja y se ubicó en un área prohibida para el tráfico, por lo que quedó sobre la calle de rodaje denominada P. Por encontrarse allí, colisionó con un avión que usó la calle de rodaje P.

Entonces, en este ejemplo, un factor técnico sería el hecho de que el conductor del camión no podía escuchar las comunicaciones entre la torre de control y el avión, por lo que no podía saber que el avión utilizaría la calle de rodaje P –donde el camión estaba estacionado violando los reglamentos–. El personal de conducción del camión esperaba, por supuesto, que la aeronave usara una pista diferente.

Por otro lado, un factor organizacional y de gerenciamiento corresponde a que los conductores de esa compañía sentían que faltaba personal y que, por ello, estaban sobrepasados de trabajo. Además, consideraban que en el área en la que se encontraba la pista P podían hacer lo que quisieran, ya que nadie los veía o controlaba allí. Este sería un factor organizacional, porque la gerencia no le dijo a los conductores que cesaran la conducta que atentaba contra la seguridad.

Por último, un posible factor a nivel de las condiciones contextuales puede ser la feroz competencia que hay en el negocio de las aerolíneas en general. Esta competencia podría explicar por qué en la compañía donde trabajaba el conductor del camión, según la opinión de los conductores, faltaba personal, quizás como una medida de la compañía para bajar sus costos y ser así más competitiva.

En conclusión, usando esta clasificación se puede ver claramente qué factores están conectados y de qué forma en los distintos niveles, e incluso dentro de cada nivel, para ser capaces de comprender mejor el accidente. Además, deberíamos mencionar la “profundidad” y “alcance” de la investigación. “Profundidad” hace referencia a cuánto investiguemos los factores organizacionales y contextuales (hacia arriba en el modelo de investigación). “Alcance” hace referencia a cuánto de la secuencia de

eventos investiguemos en profundidad (de izquierda a derecha en el modelo). Los niveles en los que decidamos enfocarnos nos van a determinar, a su vez, cuánto de la secuencia de eventos, y por tanto del *step chart*, vamos a investigar en realidad, o sea, dónde empezamos y dónde terminamos.

Figura 2. Tabla de problemas de seguridad entre avión Boeing y camión

PROBLEMAS DE SEGURIDAD						
	PROBLEMA DE SEGURIDAD	INFORMACIÓN FÁCTICA (EXISTENTE)	INFLUENCIA / RELEVANCIA	¿POR QUÉ?	TEMAS PARA SER INVESTIGADOS	TEMAS PRINCIPALES
1	El conductor del camión cruzó la línea roja de seguridad sin el permiso de la torre de control, y estacionó el camión cerca de la pista Papa	El conductor reconoció que transgredió las normas. Grabaciones del CCTV y de las comunicaciones de la torre confirmaron la violación.	Si el camión no hubiese violado las normas de tránsito, la colisión entre el Boeing 737/800 y el camión no hubiera sucedido.	Posibles explicaciones de por qué ocurrió el accidente: - El conductor desconocía las normas vigentes. - El conductor conocía las normas vigentes, pero prosiguió de todas maneras.	¿Qué necesitamos para clarificar la investigación? - Si el conductor desconocía las normas, ¿había recibido el entrenamiento adecuado? - Si el conductor conocía las normas, ¿por qué razón podría haber hecho lo que hizo? ¿Cuál fue la lógica que guió su comportamiento al momento del suceso?	Factores humanos: capacitación, deriva hacia el fallo, consciencia de la situación Infraestructura: diseño del aeropuerto

Fuente: Documento de la NSIA, "How we investigate accidents in Norway", 13/09/2022.

5. La quinta etapa implica examinar causalidad e importancia. Esto es algo que hemos tomado de la ATSB. Supongamos que ya hemos identificado un factor que nos interesa, en esta etapa decidimos si deberíamos profundizar en él y seguir investigándolo o si, por el contrario, deberíamos descartarlo. Para eso, se hacen una serie de preguntas:

- ¿Este factor existe en los hechos? De ser así, ¿cómo podemos documentar o demostrar su existencia? Si la respuesta es negativa, el factor elegido se descarta directamente. Si es afirmativa, se pasa a la siguiente pregunta.
- ¿Este factor tuvo alguna influencia demostrable en la secuencia de eventos? Si debemos admitir que no tenemos suficientes datos o que no creemos que el factor haya tenido una influencia importante, la respuesta es no, y por eso lo descartamos. En cambio, si podemos encontrar alguna conexión causal, lo incluimos en nuestro análisis y, probablemente, aparezca mencionado en el reporte final.
- ¿Es este factor de importancia? A veces, podemos encontrarnos con algún factor que no haya tenido una gran influencia en la secuencia de eventos o el resultado del accidente, pero que de todos modos nos parece importante incluir en el reporte final, para luego notificarlo por sus implicancias para la seguridad, más allá del accidente puntual que nos ocupa. Si la respuesta es no, el factor se descarta definitivamente del análisis. Si decimos que sí, lo incluimos. Pero somos muy cuidadosos de indicar que aunque no se haya encontrado que tuvo influencia, lo mencionamos de todas maneras porque resulta importante.

6. Durante la sexta etapa se consideran los problemas de seguridad sistémicos. Estas son las áreas con mayor potencial para la seguridad operacional. Aquí nos enfocamos en el sistema para poder mejorarlo. Al igual que con otras etapas, a los problemas que podemos identificar los ingresamos en una tabla, describiendo cuál es el problema, cuáles son los hechos demostrables, qué deberíamos investigar, etc.

Además, para los problemas de seguridad sistémicos también podemos usar el mismo examen con las tres preguntas que hacemos para los factores contribuyentes en la etapa cinco (examinar causalidad e importancia). Frecuentemente, este examen nos ayuda a poder priorizar qué problemas de seguridad sistémicos son los que nos gustaría destacar para su mejora.

***“Es un modelo muy útil para escribir el informe de accidente, ya que es mucho más probable que puedas explicar las cosas de una manera clara y concisa siguiendo este modelo. Así, puedes tomar una burbuja a la vez, un factor a la vez, y explicar con palabras simples cómo está conectado con otros factores y eventos del suceso.*”**



7. En la séptima etapa se verifica la necesidad de recomendaciones de seguridad. Estas recomendaciones se asientan sobre la base de la información obtenida y trabajada en las seis etapas anteriores.

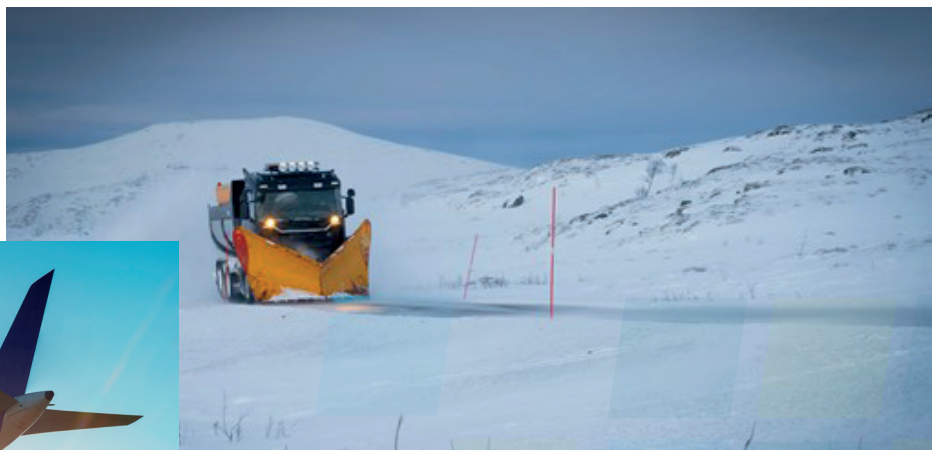
Esas son las siete etapas de nuestro modelo. Por último, cabe resaltar que resulta particularmente muy útil cuando se llega a la parte de escribir el reporte final, ya que simplifica enormemente el proceso.

¿Podría profundizar sobre este último punto en referencia a la redacción?

Por supuesto, el método es ideal cuando estás tratando de poner en palabras lo que en realidad sucedió, y qué factores contribuyeron al accidente. El modelo nos resulta una herramienta útil, tanto en el proceso de investigación como al escribir el informe del accidente, ya que es mucho más probable que puedas explicar las cosas de una manera clara y concisa siguiendo este modelo. Así, puedes tomar una burbuja a la vez, un factor a la vez, y explicar con palabras simples cómo está conectado con otros factores y eventos del suceso.

Para finalizar, ¿le gustaría agregar algo más sobre este modelo o sobre cualquier tema que quiera compartir con nosotros?

No me queda otra cosa más que agradecerles, tanto por la entrevista como por su interés en nuestro método. Ha sido muy enriquecedor poder compartirlo con ustedes y estar en contacto con otros organismos de investigación, una de las claves para mejorar nuestras prácticas día a día.



CENTRO DE CAPACITACIÓN DE LA JUNTA DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE

Propósito

El **propósito** del Centro es fomentar la actualización y el desarrollo de los conocimientos y saberes transversales y específicos del universo de la seguridad en el transporte. Contamos con propuestas formativas abiertas a la comunidad en **los modos de transporte aeronáutico, automotor, ferroviario, y marítimo, fluvial y lacustre**, así como en **temáticas con perspectiva multimodal, de seguridad ambiental y de género**.

Misión

Nuestra **misión** es la enseñanza y formación de competencias profesionales y **conocimientos en Investigación y Seguridad Operacional**, a través de la implementación de **programas educativos teórico-prácticos** destinados a los distintos actores que se desempeñan en el ámbito del transporte así como también a quienes deseen incursionar en él.

Visión

Brindar **capacitaciones con enfoque interdisciplinario y sistémico**, sobre las **técnicas y procedimientos** para la **investigación de accidentes e incidentes** y promover la realización de estudios especiales y reportes relativos a seguridad operacional.

Redes

Desde el CECAP, ampliamos y **fortalecemos redes colaborativas con instituciones educativas**, por esto se impulsan distintas certificaciones y diplomaturas, en conjunto con Universidades e Instituciones educativas de gran trayectoria y reconocimiento como la **Universidad Tecnológica Nacional (UTN)**, la **Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)** y la **Universidad Nacional de La Plata (UNLP)**.

Cursos

Conocé más sobre nuestros cursos en cecap.jst.gob.ar



OBJETIVOS

- A.** Desarrollar propuestas formativas de calidad.
- B.** Promover la investigación científica y tecnológica (I+D).
- C.** Formar, educar y capacitar recursos humanos en el ámbito del transporte.
- D.** Crear, generar, comunicar y difundir el conocimiento en todas sus formas en un clima de libertad, justicia y solidaridad.
- E.** Ofrecer una formación cultural interdisciplinaria dirigida a la integración del saber.
- F.** Contribuir al desarrollo y transformación comunidad.
- G.** Estudiar las problemáticas nacionales, regionales e internacionales.
- H.** Prestar asistencia científica y técnica al Estado y la comunidad con respaldo en investigación cualitativa y cuantitativa.

» SEGUINOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES:



[instagram.com/cecap_jst](https://www.instagram.com/cecap_jst)



[linkedin.com/company/cecap-jst](https://www.linkedin.com/company/cecap-jst)



[facebook.com/cecapjst](https://www.facebook.com/cecapjst)



twitter.com/cecap_jst

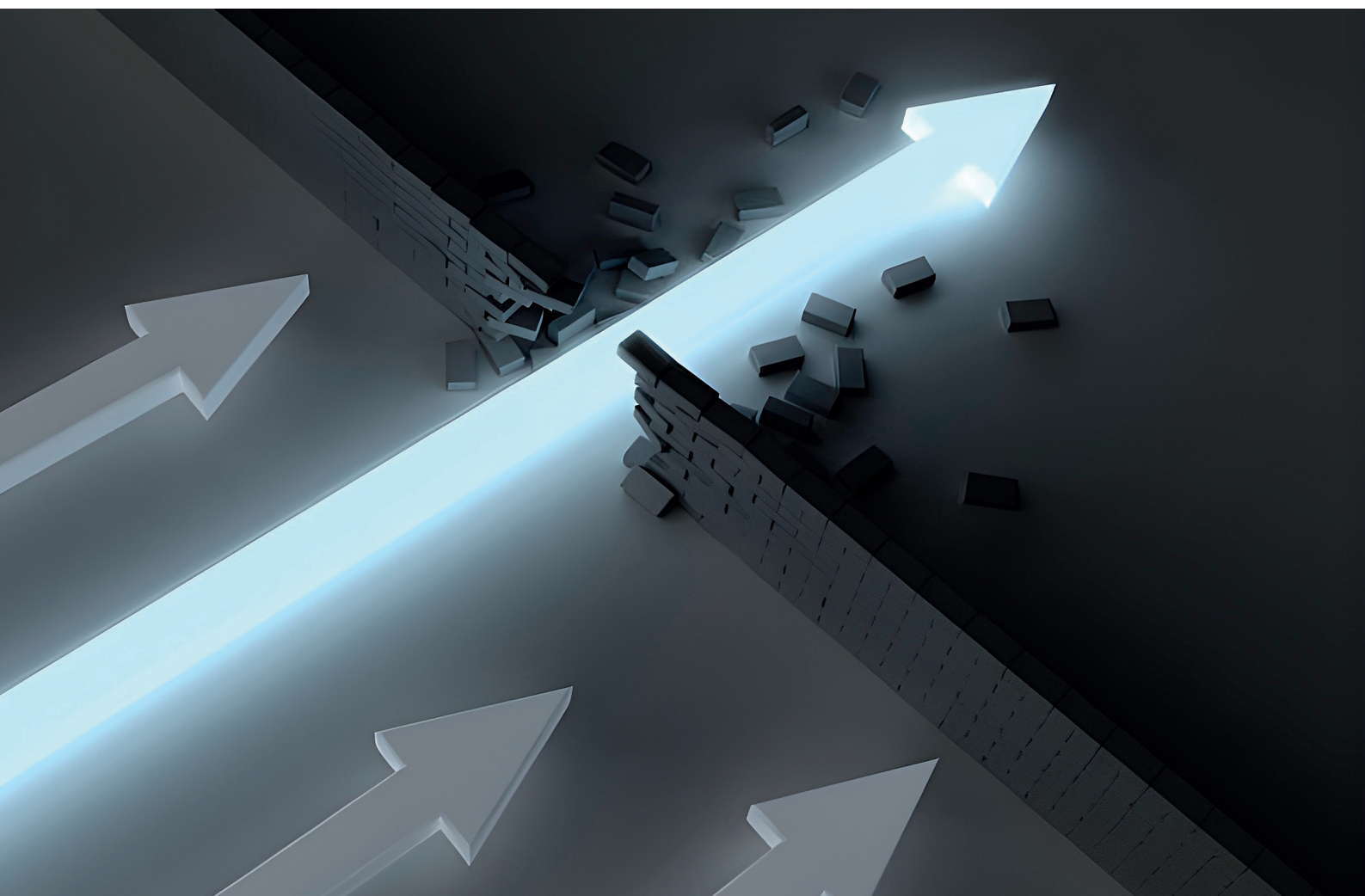
**MULTIMODAL**

UNA VISIÓN SUPERADORA PARA CONVERTIR LOS ACCIDENTES EN LECCIONES APRENDIDAS

Modelo de investigación sistémica: cuatro claves fundamentales para un cambio de paradigma

Alejandro Covello

*Asesor de investigación multimodal
de la Junta de Seguridad en el Transporte*



El cambio organizacional y de modelo es posible. Para que suceda, es fundamental que la investigación de accidentes identifique y mejore su metodología. El modelo sistémico de investigación nos propone salir del sesgo jurídico y del fallo único, depositado en quienes operan la primera línea, para intentar responder cuáles fueron las condiciones de posibilidad que contribuyeron a generar un accidente. Aquí desarrollamos los requisitos primordiales.

1. La escisión con el modelo judicial y de resarcimiento económico

Nos convoca un objeto de estudio: los accidentes en el transporte. Cuando ocurre un accidente, al menos dos o tres investigaciones se llevan a cabo: una investigación judicial penal y/o civil; otra en cuanto a resarcimientos económicos y seguros; y una tercera de seguridad operacional. Podemos, a partir de esta clasificación, referir a dos grandes competencias para la investigación de accidentes en el transporte: la judicial, económica, administrativa y la de seguridad operacional.

En cuanto a la primera, su fin es identificar responsables y, una vez hecho esto, dictar una pena, una absolución, un resarcimiento económico o una multa y/o sanción. Los organismos encargados de estas investigaciones son el poder judicial, las compañías de seguros, y en lo que respecta a incumplimientos de normas y reglamentos, están los entes normativos y fiscalizadores, que en el caso del transporte en Argentina corresponden a la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) —en su modo ferroviario y automotor— y la Prefectura Naval Argentina (PNA), entre otros. A esto habría que sumar las investigaciones que puede hacer una prestadora de servicios de transporte, en cuanto a un sumario interno de los trabajadores involucrados en el accidente. Todas estas organizaciones tienen la potestad de realizar una investigación para llegar al conocimiento de una verdad relacionada con un delito, falta, indisciplina, incumplimiento de normas y reglamentos.

Al igual que en una investigación judicial, el requisito de independencia es fundamental para llegar a lograr el objetivo. En el caso de la investigación de seguridad operacional, la independencia es en relación con el sistema judicial y los entes normativos y fiscalizadores. Para muestra de esto, citemos la Ley 27514 de creación de la Junta de Seguridad en el Transporte en Argentina, cuya misión es: "contribuir a la seguridad en el transporte a través de la investigación de accidentes y la emisión de recomendaciones". El artículo 2 dice: "Son principios de la política de seguridad en el transporte: a) Independencia: basada en la delimitación entre las funciones de regulación, prestación y control de los servicios de transporte. (...) La investigación debe

garantizar la imparcialidad, transparencia y rigurosidad científica".

Ahora bien, el primer aro de fuego a saltar para llegar a una investigación sistémica de seguridad operacional es NO identificar a los trabajadores como responsables, así como tampoco calificar sus actos bajo términos jurídicos. Durante mucho tiempo, y aún hoy, se pueden leer como causas de accidentes la negligencia, imprudencia, indisciplina, etc. Se trata de términos del ámbito judicial, que no deben habitar en un informe de seguridad operacional.



El primer aro de fuego a saltar para llegar a una investigación sistémica de seguridad operacional es NO identificar a los trabajadores como responsables, así como tampoco calificar sus actos bajo términos jurídicos".

En Argentina, podemos citar como caso paradigmático de esto la causa del accidente aéreo del vuelo 3142 de Líneas Aéreas Privadas Argentinas (LAPA) —ocurrido el 31 de agosto de 1999—, identificada y descripta por el organismo público encargado de la investigación de accidentes aéreos (la ex JIAAC) de la siguiente manera: "Falta de disciplina de los tripulantes, que no ejecutaron la lógica reacción de abortar el despegue y comprobación de la falla ante la alarma sonora que comenzó a escucharse al dar motor y continuó sonando hasta el intento de rotación" (Informe de Seguridad Operacional, JIAAC, 1999).

Pero este sesgo no se dio solamente a nivel nacional, sino que se constituyó como un problema de carácter global. Para graficar esto con un ejemplo, Sabey y Taylor (1980) analizaron los resultados de un estudio que había sido realizado por el Laboratorio de Investigaciones del Transporte y Carreteras del Reino Unido (Transport and Road Research Laboratory), cuyo primordial objetivo era identificar los principales factores contribuyentes que intervenían en los accidentes de carretera. El estudio del laboratorio abarcó un total de 2.130 accidentes. En función del análisis de los datos obtenidos, Sabey y Taylor identificaron que:

- El 41 % de los conductores involucrados en los sucesos del estudio se clasificaron como culpables del accidente.
- En el 95 % de los accidentes que figuraban en el estudio, el error y la incapacidad del conductor y del peatón fueron identificados como los principales factores contributivos.



Se ha hecho evidente que la escisión con el modelo judicial y de resarcimiento económico coloca al Informe de Seguridad Operacional en su real objetivo, alejarnos de la dualidad parcial –identificada por el error humano y el fallo técnico– nos hará indagar en el contexto”.

Ejemplos como los anteriores abundan en la investigación de seguridad operacional de prácticamente todos los organismos durante el siglo XX. En pocas palabras, la labor de las distintas juntas de investigación estuvo sesgada por el registro judicial y económico, identificando al trabajador de primera línea como responsable o, sin hacerlo, calificando sus actos con términos judiciales. A continuación, se adjunta el anuario del organismo de investigación de accidentes de aviación civil argentino de 1951, que ilustra el problema de manera elocuente:

Tabla 1. Causas de accidentes

Técnica deficiente	29,3	
Falla de Material	15,9	
Descuido	13,8	
Deficiente mantenimiento	9,8	
Fortuito	7,3	
Error de juicio	4,8	←
Vuelo temerario	4,8	←
Imprudencia	3,7	←
Negligencia	3,7	
Aterrizaje de precaución	1,2	

Fuente: anuario del organismo de investigación de accidentes de aviación civil argentino, 1951.

Si la investigación de seguridad operacional no salta este primer aro de fuego, tiene dos problemas: el primero, que la organización responsable de hacer la investigación repetirá en su informe cuestiones sobre las cuales otros organismos tienen competencia.

Por lo tanto, la inversión del Estado en una organización de investigación de accidentes para la seguridad operacional será desperdiciada y se gastarán recursos en diferentes organizaciones para hacer la misma tarea. El segundo problema es que se estarían matando los mosquitos en vez de fumigar el estanque. Es decir, que quedarían intactos los factores estructurales que dieron posibilidad al accidente.

El modelo sistémico salta este aro de fuego al adoptar un proceso de análisis que tiene las siguientes características:

- Solo describe el sistema y sus condiciones de posibilidad para la ocurrencia del accidente.
- Explica la divergencia entre el desempeño deseado del sistema y el desempeño real, sin identificar trabajadores, sin adjetivaciones y sin juicios de valor.
- Incluye una instancia de control y calidad llevada a cabo por una gestión editorial, que revisa el informe final evitando sesgos judiciales, de resarcimientos económicos o punitivos.

2. El modelo sistémico incluye un análisis transversal que, partiendo del factor desencadenante, reconstruye el contexto al máximo nivel razonablemente practicable

La investigación de accidentes, desde al menos la primera Revolución Industrial, estuvo sesgada por el registro judicial y económico, así como determinada por el dualismo “páguese o déjese de pagar”, sin ningún impacto en la prevención de accidentes o seguridad operacional. En el principio del siglo XX encontramos el origen de la investigación de accidentes, cuyo fin fue la prevención. Muchos autores sostienen que el nacimiento de la seguridad y la salud laboral como disciplina científica fue en 1931, y toman como hito la publicación de *Industrial Accident Prevention*, escrito por el estadounidense H. W. Heinrich.

En este libro fundante, Heinrich desplegó tres premisas fundamentales:

1. Los actos inseguros de los trabajadores son responsables del 88 % de los accidentes industriales.
2. Los accidentes son el resultado de una causalidad lineal única.
3. Existe una relación fija entre accidentes mayores, incidentes con lesiones menores y cuasi incidentes/accidentes sin consecuencias. La conocida pirámide de Heinrich: 1, 30, 300.

El modelo Heinrich lineal (causa-efecto) y sus variantes, como el árbol de causas, son análisis que identifican una causa raíz, depositada en mayor medida en el trabajador de primera línea (88 %) y en menor porcentaje en la falla mecánica o física (12 %). Este es un sesgo binario que marca una clara separación entre una causa humana y otra material. Así, el "acto arriesgado de una persona" se traduciría como error humano mientras que la "amenaza mecánica o física" era interpretada como sinónimo de fallo técnico. Esto es herencia de representar al sistema en relaciones estancas que pueden descomponerse en partes y volver a armarse, de interpretar al transporte como un sistema lineal y no complejo, dando por sentado que solo existen relaciones fijas entre los componentes.

"El modelo de análisis sistémico es el que va a permitir saldar la deuda política, abrir la frontera más allá de la técnica y la ciencia, y explorar la dimensión política de la seguridad operacional."



La evidencia es irreductible, estamos bombardeados por estadísticas que nos hablan de que las causas de accidentes por error humano son el 70, 80, 90 y hasta el 100 % de los accidentes, como ya se ha mostrado en ejemplos anteriores.

Charles Perrow, en su libro *Accidentes normales*, nos dice que la tendencia a atribuir la causa al operador es prominente, e identifica que, en accidentes marítimos, el error humano es causa de más del 80 % de los accidentes, conclusión a la que llegó luego de leer 200 informes de accidentes que solo juzgaban al capitán de buque y afirmaban "que debería haber hecho zig en lugar de zag" (Perrow, 1984: 233).

Los modelos nos ayudan a descartar lo irrelevante para el problema que debemos resolver (explicar el accidente) y nos ponen en foco con lo que necesitamos. Explican cómo funciona un sistema, cómo ocurren las cosas y cuáles fueron las condiciones de posibilidad del accidente. También predicen el futuro y ofrecen oportunidades de mejora (Recomendaciones de Seguridad Operacional [RSO]) para que el accidente no se repita.

Ahora bien, es lógico requerir respuestas simples a nuestras preguntas; por eso "un modelo debe ser lo más simple posible, pero no más simple" (Albert Einstein). Utilizar un modelo lineal de análisis de accidentes en un sistema complejo es dar una respuesta "más simple", sin impacto en el problema que debemos resolver. Por ello, los modelos se eligen no tanto porque

son buenos o malos, sino por su utilidad, si son más o menos útiles. Todos los modelos tienen limitaciones, pero unos son más útiles que otros.

En este sentido, los modelos lineales son limitados en cuanto a su utilidad, ya que:

- No permiten pensar qué pasó antes del error humano o de la falla mecánica que provocó el accidente.
- Consideran la industria del transporte como un sistema simple.
- No pueden abordar los problemas de los sistemas complejos de acuerdo con sus características: complejidad interactiva e interacciones inesperadas.
- La idea de "causa raíz" es simplista y no siempre se puede determinar (¿cuál es la verdadera causa raíz en accidentes complejos?).
- Consideran que una causa *per se* provoca el accidente. En sistemas complejos se enumeran "factores" relacionados con el accidente, los cuales son necesarios, pero ninguno es suficiente para provocar el accidente.
- Tienen escasa potencia preventiva, ya que identifican el síntoma y no la enfermedad. Dejan los virus intactos.

¿Qué es esto de los virus? La respuesta la comienza a dar Edwar Suchman en 1961, al publicar *A conceptual analysis of the accident phenomenon*. Fue quien utilizó la metáfora de la enfermedad (modelo epidemiológico) para representar un accidente. De acuerdo con este enfoque, el autor compara al accidente con la ocurrencia de una enfermedad, en especial con enfermedades de contagio en donde existen "agentes infecciosos" que ingresan en un anfitrión predispuesto con ciertas condiciones.

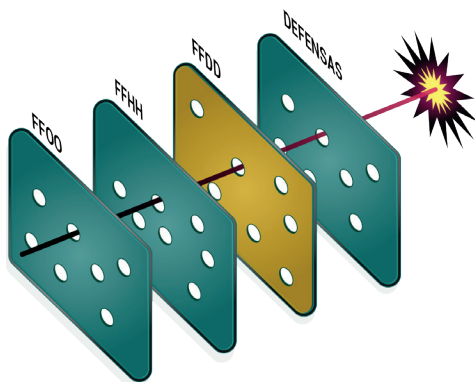
Luego, hacia fines de los años 80, J. Reason retomó el modelo epidemiológico con el propósito de dar respuesta a accidentes catastróficos de sistemas sociotécnicos complejos, como los de Three Mile Island (1979), Bhopal (1984), Chernobyl (1986), Challenger (1986), Zeebrugge (1987), entre otros. En su libro *Error humano* (1990) explica la metáfora del agente infeccioso (virus) de Suchman como factores latentes, y los representa con agujeros, categorizándolos como la mayor amenaza para la seguridad operacional en un sistema complejo. De esta manera, aleja el enfoque centrado en los errores cometidos por los operadores y fallos materiales o físicos, que pasan a convertirse en solo los anfitriones del virus (factores desencadenantes).

En referencia a los factores latentes, Reason los clasifica como factores humanos (FFHH), organizacionales (FFOO) y factores en las defensas (FFDD). Siendo el factor desencadenante (falla humana o mecánica) una consecuencia:

El error humano es una consecuencia y no una causa (...) Los errores son configurados y provocados por factores precedentes radicados en el lugar de trabajo (FFHH) y la organización (FFOO). Identificar un error es simplemente el comienzo de la búsqueda de las causas, no su final. (Reason, 2010: 173)

Reason pega un martillazo nietzscheano al modelo de Heinrich al decir que el error humano no es la causa raíz de los accidentes, y que ni siquiera es una causa, sino una consecuencia de factores latentes que se generan aguas arriba. A su vez, el autor introduce un nuevo factor (a diferencia de Heinrich y Suchman) para que se produzca el accidente: las defensas. Más allá del factor desencadenante, de los factores humanos y los organizacionales, debe existir un virus en las defensas (sistema inmunológico débil) para que el accidente ocurra.

Figura 1. Modelo de Reason



Fuente: elaboración propia.

El modelo Reason fue bautizado como el del "queso suizo" por representar a los virus como agujeros. ¿Por qué Reason introduce este nuevo factor (las defensas)? Debido a que en la época en que escribió *Error Humano* estuvo influido por la tercera Revolución Industrial en curso (ya en vísperas de una cuarta), una de las respuestas que se dio al problema del accidente en sistemas complejos durante esta etapa fue la de introducir "defensas en profundidad o sistemas automáticos de defensas".

El concepto de "defensas en profundidad o sistemas automáticos de defensa" se basa en una filosofía que considera al riesgo como "energía a contener" a través de capas de defensa, que canalizan la energía de las fuentes de peligro. Este concepto nace en

la industria nuclear, que considera que en el mismo diseño de la planta atómica se encuentran las defensas que tienen como objetivo contener la liberación no deseada de energía atómica y evitar que ocurra la catástrofe.

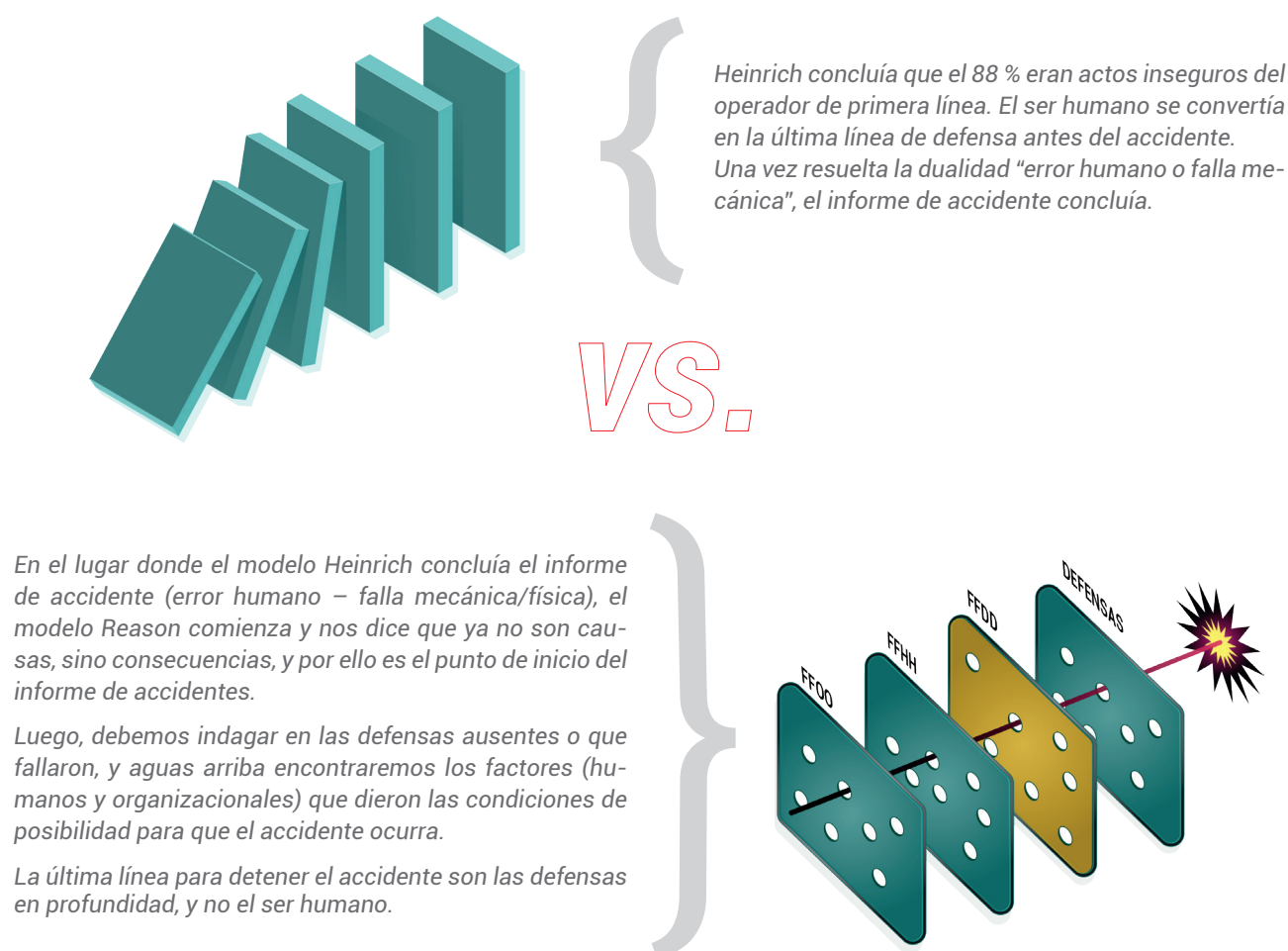
Se crean los Dispositivos Automáticos de Seguridad (DAS), los cuales deben cubrir la mayor variedad de accidentes postulados por diseño. Además de un gran número de subsistemas de apoyo, existe una línea de defensa que es la ofrecida por los DAS: dispositivos que, tras percibir un estado distinto al tolerado, "disparan" automáticamente el reactor, apagan las turbinas y/o reducen el exceso de presión. (Reason, 1990: 249)

El error humano no es la causa raíz de los accidentes, y ni siquiera es una causa, sino una consecuencia de factores latentes que se generan aguas arriba. Además, se introduce un nuevo factor para que se produzca el accidente: las defensas."

Otro martillazo nietzscheano de Reason se dio a partir de la incorporación de las defensas en profundidad en un modelo de análisis de accidentes, ya que el error humano o la falla mecánica no solo dejaron de ser causas y pasaron a ser consecuencias, sino que la última línea para detener el accidente ya no fue el ser humano, sino las defensas en profundidad.

Fue a partir del modelo del queso suizo que, en el año 2013, Argentina comenzó a diseñar su propio modelo sistémico y aplicarlo en los órganos de investigación de accidentes. Así, se inició un análisis transversal que incluye las deficiencias o ausencias de las defensas, los factores humanos (indagando en qué aspectos las tecnologías y sistemas influyen en el comportamiento del operador de primera línea) y los factores organizacionales (en tanto la intervención de las políticas de los entes normativos y fiscalizadores, así como la gestión de las organizaciones que prestan servicios en la seguridad operacional). Por ello, al decir "al máximo nivel razonablemente practicable" nos referimos a destinar las RSO a los entes y prestadores de servicios de transporte que son las organizaciones mejor posicionadas para implementar las medidas de mitigación a los riesgos de seguridad operacional, ya que tienen autoridad y atribuciones para actuar con el mayor alcance posible.

Figura 2. Confrontación del modelo lineal vs. modelo del queso suizo



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, así como se ha hecho evidente que la escisión con el modelo judicial y de resarcimiento económico coloca al informe de seguridad operacional en su real objetivo, alejarnos de la dualidad parcial que identifica el error humano y el fallo técnico, nos hará indagar en el contexto. He colocado el adjetivo parcial ya que la dualidad tiene una bandeja de la balanza demasiado inclinada al error humano.

3. El modelo sistémico incluye la nueva escala de la Cuarta Revolución Industrial y los sistemas sociotécnicos complejos

En la descripción de la clave anterior habíamos expresado que Reason, al incluir las defensas en un modelo de análisis de accidentes, había incorporado la nueva tecnología de la Tercera Revolución Industrial. Al continuar con el concepto del desarrollo de las revoluciones industriales hasta el presente, Klaus Schwab, economista alemán y fundador del Foro Económico Mundial en el año 2016, caracterizó a la Cuarta Revolución como una "fusión de tecnologías y su inte-

racción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos", que difumina las fronteras de las ciencias o tecnologías tradicionales con grandes avances en inteligencia artificial, robótica, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet, impresión 3D, vehículos autónomos, entre otros. Esta revolución no se limita a la automatización, sino que remite a industrias 4.0, los sistemas inteligentes y/o las fábricas inteligentes.

El transporte, como toda industria de vanguardia, vive y experimenta esta Cuarta Revolución Industrial. Cabe preguntarnos, entonces, cuáles son los cambios radicales que se han desarrollado hasta el momento. Entre el operador y el proceso o la consecuencia del trabajo hay infinidad de capas, sistemas o subsistemas, con tecnologías fusionadas. La interfaz directa hombre-máquina desapareció y la interfaz SHELL muestra una representación limitada de los sistemas sociotécnicos complejos. La esencia de este tipo de sistema no puede ser captada por ninguna representación simple.

Otro de los grandes cambios ha sido el progresivo alejamiento de los operadores respecto de los procesos que controlaban nominalmente. En las primeras épocas, entre el ser humano y la tarea física mediaban herramientas, luego máquinas, sistemas automáticos, más tarde softwares, aplicaciones y un sinnúmero de subsistemas de complejidad creciente. Actualmente, muchas competencias y responsabilidades de operadores y supervisores son transferidas a otros sistemas.

Desde la artesanía y el trabajo manual durante la Primera y Segunda Revolución Industrial, los trabajadores tenían manipulación directa de las herramientas y máquinas, así como detección inmediata de resultados; se veía y se controlaba. Hoy existen sistemas que actúan por cuenta propia y la principal tarea del operador es el monitoreo. Los nuevos sistemas actúan más allá del trabajador: se elimina la acción directa sobre la herramienta, la máquina y los procesos de producción. El hacer del trabajador se reemplaza por el monitorear y/o supervisar, con un acceso de información filtrada por el sistema; el trabajador solo accede a lo que necesita saber (*need to know*).



En este nuevo escenario, continuar identificando al trabajador de primera línea y un solo fallo de componente como causa raíz de un accidente nos daría no solo una perspectiva limitada, como fue explicado en la segunda clave, sino que estaríamos analizando un sistema que no existe; el investigador estaría realizando su trabajo en un mundo paralelo de relaciones simples y directas, identificadas de forma estanca. El modelo sistémico tiene en cuenta las características de los sistemas de la Cuarta Revolución Industrial: complejidad interactiva, interacciones inesperadas, acoplamiento estrecho, opacidad, el control supervisor humano y *software safety*, entre otros nuevos conceptos derivados del actual desarrollo tecnológico.



El modelo sistémico tiene en cuenta las características de los sistemas de la Cuarta Revolución Industrial: complejidad interactiva, interacciones inesperadas, acoplamiento estrecho, opacidad de los sistemas, el control supervisor humano y software safety, entre otros nuevos conceptos derivados del actual desarrollo tecnológico”.

Antes de finalizar la cuarta clave, me permito hacer una “advertencia” para alejarnos de (en palabras de Perrow) “la letanía de los sistemas complejos vs. las ventajas de los sistemas simples”:

La letanía de problemas de los sistemas complejos y las ventajas de los sistemas lineales podría inducir a creer que estos son con mucho preferibles y que los sistemas complejos deberían ser transformados en lineales. Por desgracia, no es así. Los sistemas complejos son más eficientes (en el estrecho sentido de la eficiencia productiva, que no toma en cuenta los peligros de los accidentes) que los sistemas lineales. Hay menos tiempos muertos, menos espacio infrutilizado, menos tolerancia con los resultados de baja calidad y más componentes multifuncionales. Desde este punto de vista, en lo que a la eficiencia del diseño y del equipo instalado se refiere, la complejidad es deseable. (Perrow, 2009: 121)

Ahora bien, interviniendo en ese paréntesis que nos pone Perrow, podemos tomar como evidencia que, gracias a los sistemas complejos, la industria aeronáutica, nuclear y muchas otras han alcanzado el estatus de ultrasegura.

La noción de sistemas ultraseguros fue enunciada a mediados de la década de 1990 por el profesor René Amalberti (2009), en su libro *La acción humana en los sistemas de alto riesgo*.

El porcentaje de accidente catastrófico está en torno a un accidente por millón de movimientos (salida-llegada) (1×10^{-6}) en el transporte aéreo; en los transportes por rail, en el sector nuclear y otras industrias también se alcanza esta cifra. Se trata de un dato excepcional a escala individual si se considera que un piloto profesional realiza entre 100 y 200 movimientos al año,

por lo que en 30 años de profesión habrá realizado entre tres y seis mil movimientos (Amalberti, 2009: 32).

Retomando el presente (la Cuarta Revolución Industrial), la disciplina científica de investigación de accidentes comenzó a diseñar modelos de análisis más allá del bien conocido modelo del queso suizo, sin dejar de destacar que fue a partir de este que se pudo entrar en los nuevos modelos denominados sistémicos.

Perrow (1984), con su teoría de accidente normal, propone actuar sobre acoplamientos complejos, complejidad interactiva e interacciones inesperadas, cambiando los ejes de la gestión de riesgos desde la severidad y probabilidad hacia la severidad y costos de las alternativas.

Hollnagel (2004), en *Barreras y prevención de accidentes* (2009), presenta el "Modelo de Accidente de Resonancia Funcional" (Functional Resonance Analysis Method FRAM), que se apoya en el fenómeno de resonancia estocástica y funcional.

Nacy Levenson (2004) desarrolla el "Modelo y Proceso Teórico de Accidentes de Sistemas" (Systems Theoretic Accident Model and Process STAMP), un enfoque que considera al accidente como un problema de control y no de falla, y que involucra procesos dinámicos complejos donde no hay fallas de componentes. De este modo, considera a los individuos, las organizaciones y la tecnología al mismo nivel de granularidad.

Por último, vale la pena volver a destacar que la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) desarrolló a partir del año 2013 su propio modelo de análisis de accidentes, tomando, como lo hicieron muchos autores, el modelo del queso suizo con adaptaciones hacia el pensamiento sistémico. En una breve descripción de los aspectos novedosos de este modelo:

- Se eliminó el concepto de causas por factores.
- El nivel individual es un factor desencadenante y luego se consideran los factores en las defensas, factores humanos y organizacionales en un mismo nivel jerárquico.
- Las Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) van dirigidas al sistema.

4. El modelo sistémico permite diseñar políticas de seguridad operacional al más alto nivel y provoca cambios estructurales

Al hacer un análisis sistémico de los accidentes, identificamos factores estructurales y damos cuenta de que

esto no es solo una competencia técnico-científica, sino que existe un espacio todavía poco explorado por los investigadores y especialistas en seguridad operacional. Me refiero a la "dimensión política". El desarrollo de reglamentos emitidos por entes fiscalizadores y normativos es una instancia política, y las prácticas de operadores de primera línea son consecuencia de estas políticas. Por ello, como se describió anteriormente, si las RSO van dirigidas al sistema, se traducen en políticas.

Este enfoque se aleja del "utilitarismo", que solo intenta utilizar argumentos técnico-científicos para responder al problema de la gestión de riesgos. Si bien la investigación de accidentes y su análisis puede formularse en términos científicos, la correcta respuesta de cómo incidir en las condiciones que produjeron el accidente está más allá de lo técnico-científico y se articula con las políticas. Las políticas son especificaciones generales de la manera en que la administración espera que se realicen las operaciones, y es en ese lugar donde van las RSO.



Para finalizar de forma audaz este artículo, me permito decir que el modelo de análisis sistémico es el que va a permitir saldar la deuda política, abrir la frontera más allá de la técnica y la ciencia, y explorar la dimensión política de la seguridad operacional. Así como no alcanza con más capacitación para el trabajador o añadir más capas de defensas o hacer promesas de que estaremos mejor preparados para enfrentar la próxima catástrofe, tampoco alcanza con enfocarse exclusivamente en análisis solamente técnicos, sin introducir la dimensión política. "Muchos teóricos organizacionales que estudian los problemas de seguridad lo han hecho de esta forma: han descuidado el poder y los intereses en sus estudios" (Sagan, citado en Jorge Walter y Francisco Pucci, 1994: 95). "Perrow sugiere que, en última instancia, el problema no es el riesgo sino el poder: el

poder de imponer riesgos a muchos en beneficios de pocos" (Perrow, citado por Nancy Levenson, 1993: 17). El poder de continuar con el análisis del fallo único depositado en el trabajador de primera línea o indagar en el sistema. Los resultados de la investigación de accidentes en sentido sistémico se proponen incidir sobre los agentes que guían un cambio en el sistema, ya que también es el poder el que crea las condiciones de posibilidad para que en el sistema se desencadenen catástrofes.

Por último, la reflexión por la ética. Para ello nos haremos una pregunta: ¿cuál es la importancia de definir un modelo de análisis de accidentes? El investigador va hacia los restos del accidente con una incertidumbre que necesita reducir rápidamente para dar algunas respuestas inmediatas y los hechos que va validando no son independientes del modelo de accidentes que adopta. Si la organización no enuncia el modelo desde el cual dar la explicación al accidente, el investigador utilizará el suyo. Así, cada accidente quedará librado al arbitrio de cada investigador y, como dijimos párrafos antes, quizás se tome el camino más simple y lineal.

Considero que una organización de investigación debe enunciar su modelo, y es esta enunciación la que le otorga objetividad, la cual es producto de un estudio socio-técnico y una decisión política. Una organización estatal de investigación de accidentes no puede dejar librado a la perspectiva de cada investigador la explicación al accidente. Es responsabilidad del Estado definir su política de seguridad operacional en el transporte público y, con ella, el modelo y la estrategia de seguridad operacional. Si no se elige el modelo, si no se enuncia y se trabaja en la aprehensión del mismo, no hay política de Estado.

La reconstrucción del accidente en un informe final debe ser entonces la concordancia de la política de seguridad del Estado con el modelo de investigación de accidentes adoptado por el organismo a cargo. El modelo es una condición de posibilidad para cambiar las políticas de Estado en referencia a la seguridad operacional.

Es responsabilidad del Estado definir su política de seguridad operacional en el transporte público, y con ella el modelo y la estrategia de seguridad operacional. Si no elige el modelo, no lo enuncia ni trabaja en la aprehensión del mismo, no hay política de Estado".

Si consideramos a la ética como una práctica que se evidencia en acciones, es el informe final la última y principal acción de una organización de investigación de accidentes, por la cual se miden muchas cosas. La nota introductoria que incorporó la JST en los Informes de Seguridad Operacional (ISO), en la cual presenta su modelo, es el compromiso organizacional con un modelo elegido. Deja claro que el modelo es la práctica de la organización, independientemente de cualquier práctica individual de los investigadores. La enunciación ética de la organización en la introducción es la enunciación ética de todos sus miembros, y se convierte así en un valor.



CONCLUSIÓN

El presente artículo, con el cual se inaugura la revista RSO de JST Ediciones, intentó transmitir que existen explicaciones a los accidentes que son más potentes que otras a la hora de pensar los eventos en términos de prevenir su recurrencia; explicaciones de accidentes que impactan y fortalecen la arquitectura de seguridad de un sistema, explicaciones "que mueven la aguja" de la seguridad operacional. A partir del momento en que la JST adoptó un análisis sistémico, abandonó el registro judicial y los modelos lineales, porque ambos ya no tienen cabida en los sistemas sociotécnicos complejos, en la Cuarta Revolución Industrial y en la gestión de los grandes riesgos. Estimado lector, la investigación de accidentes es un desafío político, ético e intelectual.

Bibliografía

Amalberti, René (2009). *La acción humana en los sistemas de alto riesgo*. Madrid: Modus Laborandi.

Covello, Alejandro (2021). *Investigación sistémica de accidentes: modelo para el transporte y la gestión de riesgos en sistemas complejos*. Buenos Aires: Imaginante.

Heinrich, H.W. (1941). *Industrial Accident Prevention*. Nueva York: Mcgraw-hill Book Company Inc.

Hollnagel, Erik (2009). *Barreras y prevención de accidentes*. Madrid: Modus Operandi.

Levenson, Nancy (2004). "A systems-theoretic approach to safety in software-intensive systems". *IEEE Trans. Dependable Secur. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 66–86.

Levenson, Nancy; Wesley, Addison (1993). *Safeware, safety and computer: why, what and how?* Michigan: University of Michigan.

Perrow, Charles (1984 -2009-). *Normal accidents: living with high risk technologies*. Nueva York: Basic Books.

Reason, J. (2009). *El error humano*. Madrid: Modus Laborandi.

Reason, J. (2010). *La gestión de los grandes riesgos. Principios humanos y organizativos de la seguridad*. Madrid: Modus Laborandi.

Sabey, B. E., & Taylor, H. (1980). *The known risks we run: the highway*. New York: Plenum Press.

Suchman, Edwar (1961). *A conceptual analysis of the accident phenomenon*. New York: Department of Health.

Alejandro Covello

Es aviador militar, cronista e investigador. Desde hace más de dos décadas se desempeña como piloto de línea aérea y desde 2013 es asesor de investigación de accidentes en el transporte. Ha dictado cursos en Argentina y en el exterior, y es un referente de la investigación en seguridad operacional. Fue fundador de la Asociación Civil Ateneo, dedicada al estudio de los Factores Humanos y Organizacionales en el sector de la aviación. Ha coordinado y participado como autor de distintos libros sobre la temática, entre los que se destacan *CRM. El despegue* (2001), que fue traducido al italiano (2001); *Voando com CRM da Filosofia operacional técnica a filosofía interativa humana* (Brasil, 2004); *Factores humanos, seguridad y calidad en la aviación* (2005); *Sistemas de seguridad operacional, compromiso aeronáutico del siglo XXI* (2011). Es coautor de *Análisis sistémico de la pandemia del coronavirus. Un accidente normal* (2020, con Marcelo Muro). Ha sido autor del guion y protagonista de *Piloto de Caza, la historia omitida del "muñeco" Adradas* (2021), película documental basada en su libro *Batallas Aéreas. Aviación política y violencia* (2018).





Marcelo Covelli

Lic. Cap. Ultr. Director Nacional de la
Dirección Nacional de Investigación de
Sucesos Marítimos, Fluviales y Lacustres



LOS RIESGOS DERIVADOS DE MINIMIZAR EL CONTEXTO OPERACIONAL

Modelo de investigación sistémica aplicada al ISO Strategic Equity

Realizar una investigación enfocada exclusivamente en el comportamiento humano, sin considerar el contexto operacional, dificultará emitir recomendaciones efectivas para evitar la recurrencia de accidentes similares.

El 13 de agosto de 2020 un tripulante del Buque Motor Strategic Equity resultó herido durante la maniobra de liberación del spring de proa que había quedado aprisionado entre el buque y una defensa del muelle.

Durante ese intento, la tensión de la amarra atrapada en la defensa se liberó súbitamente e impactó en el rostro del tripulante que estaba haciendo de pasaseñas. Las heridas que recibió el tripulante provocaron su fallecimiento.

Antes de iniciar la operación de carga, el primer oficial descendió al muelle para leer los calados, observó la amarra aprisionada y dio aviso al contraataque para que aflojara las de proa con el propósito de abrir la proa del muelle y liberar la amarra atrapada.

En el siguiente enlace se puede observar una pieza audiovisual representativa del accidente:



Acorde con lo que dice el Informe de Seguridad Operacional realizado por la Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Marítimos, Fluviales y Lacustres (DNISMFL) de la JST, la comprensión del desempeño del personal operativo resulta una condición necesaria, aunque no suficiente, para determinar los factores profundos vinculados a la ocurrencia de un suceso.

“**La comprensión del desempeño del personal operativo resulta una condición necesaria, aunque no suficiente, para determinar los factores profundos vinculados a la ocurrencia de un suceso**”.

En efecto, los modelos que describen la génesis de los accidentes e incidentes sostienen que el desempeño de los operadores de primera línea no puede analizarse “en el vacío”, es decir, sin comprender adecuadamente el contexto operativo en el que ocurre.

Así, la descripción de elementos tales como los procesos, los procedimientos y las políticas implementadas para el control de riesgos resulta fundamental para identificar los factores sistémicos involucrados en el accidente y, por lo tanto, para establecer las recomendaciones de seguridad operacional más eficaces y adecuadas, capaces de prevenir su recurrencia.

Según la Organización Marítima Internacional (OMI):

Los siniestros y sucesos marítimos pueden tener factores causales y, frecuentemente, las cuestiones de seguridad subyacentes están alejadas del lugar del siniestro. Para determinar dichas cuestiones adecuadamente es necesario efectuar una investigación oportuna y metódica que vaya más allá de las pruebas inmediatas y que se centre en la búsqueda de las condiciones que puedan causar sucesos similares en el futuro.

Por tanto, las investigaciones de seguridad sobre siniestros y sucesos marítimos deberían entenderse como un medio para determinar no solamente lo acaecido en el marco del accidente, sino también para descubrir deficiencias en materia de seguridad en la gestión general de las operaciones, desde su formulación hasta su implantación, así como por lo que respecta a la reglamentación, reconocimiento e inspección. Por esta razón, las investigaciones de seguridad deben ser lo suficientemente amplias como para abarcar estos criterios primordiales.¹

En ese sentido, si se hubiera empleado una metodología lineal en la investigación del Strategic Equity, esta hubiese concluido como otra más que asignara la causa del accidente al “error humano”.

Sin embargo, el empleo de una metodología sistémica permitió profundizar en elementos del contexto operacional y así fue como, mediante la grabación de voces del VDR del B/M Strategic Equity, se determinó que, con alto grado de probabilidad, la liberación súbita de la energía almacenada en la amarra fue influenciada por el oleaje que originó el paso de otro buque que desencadenó el movimiento de la embarcación y la liberación repentina de la amarra atrapada.

Como conclusión del informe, se detectaron factores de riesgo no identificados en el Sistema de Gestión de Seguridad del buque, por lo cual se emitieron Recomendaciones de Seguridad Operacional para fortalecer las defensas del sistema de transporte.

El informe completo se puede descargar al escanear el código QR.



¹. Resolución A.1075(28), Directrices para ayudar a los investigadores en la implantación del Código de Investigación de Siniestros (Resolución MSC.255(84)), página 5, punto 5.1.1.



ESTUDIO DE MODELOS DE ANÁLISIS SISTÉMICO PARA LA SEGURIDAD OPERACIONAL

Razonamiento sistémico-matricial en sistemas sociotécnicos aplicado al transporte ferroviario

Propuesta metodológica para el análisis de sistemas de transporte basada en los conceptos del enfoque sistémico de investigación de accidentes, desarrollada mediante la creación de matrices de acoplamientos posibles.

Introducción

Para desarrollar la idea central del artículo partimos de una frase de Albert Einstein de 1929, publicada en *The Saturday Evening Post*: "La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado y la imaginación circunda el mundo".

Entonces ¿cuál fue la idea que nació de la imaginación y en qué contexto vio la luz? Su nacimiento se remonta a los cursos introductorios impartidos por el especialista Alejandro Covello en la Junta de Seguridad en el Transporte (JST), los cuales fueron reforzados por el director nacional Ing. Diego Di Siervi y el investigador Ing. Germán Goñi de la Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Ferroviarios (DNISF) de la JST. En tal ocasión, los conceptos de análisis sistémico y de accidentes normales en sistemas socio-técnicos se cruzaron con la preocupación por la que estaba atravesando el país en el contexto de pandemia por COVID 19. Y así, en un proceso de búsqueda de información sobre un análisis sistémico de la crisis económica y política argentina, nos encontramos con la investigación "Análisis sistémico de la pandemia del coronavirus. Un accidente normal" de Covello y Muro (2020), en la cual los autores desglosan el sistema sociotécnico donde se desarrolla la pandemia en sus distintos elementos y luego los analizan de forma novedosa.

La lectura de dicho material dio lugar a una serie de preguntas: ¿cómo podemos ordenar los elementos de un sistema complejo de forma simple, metódica, repetitiva y general? ¿Cómo podemos visualizar las interacciones para ver las propiedades emergentes? ¿Existe una sola forma de buscar o manejar esas propiedades? Estos interrogantes quedaron en el ideario hasta que se encontraron con las normativas, métodos y las matrices de riesgo del Área de Estudios de la DNISF, utilizadas para ordenar elementos de información en intersecciones de filas y columnas. Entonces, para tratar de contestar las preguntas iniciales, y en base a un acervo de conocimientos en electrónica y programación, comenzamos a razonar en términos de análisis sistémico a través de la organización matricial. Y así llegamos al razonamiento sistémico-matricial (RSM) que se describe a lo largo de este texto.

Matrices de acoplamientos posibles

Para desarrollar el concepto de la matriz de acoplamientos posibles (MAP), partimos de la idea de sistema sociotécnico (SST) proveniente de la teoría general de sistemas (TGS).

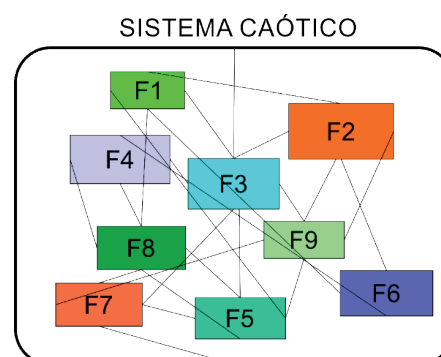
Los sistemas sociotécnicos pueden ser definidos como un complejo de elementos interactuantes. In-

teracción significa que los elementos "p" están en relaciones "R". El comportamiento de un elemento p en R es diferente de su comportamiento en otra relación R'. Si los comportamientos en R y R' no difieren, no hay interacción y los elementos se comportan independientemente con respecto a las relaciones R y R' (Ludwig von Bertalanffy, 1976).

La interacción mutua de los distintos elementos que componen un sistema da lugar a propiedades emergentes, que pueden ser o no deseadas, y que son el producto del conjunto de las relaciones entre las partes. Estas propiedades están basadas en conductas simples, que generan un todo que es mayor a la suma de las propiedades individuales de los elementos que conforman el sistema.

Para el razonamiento sistémico-matricial (RSM), los elementos p son los factores que componen el sistema (F1, F2, F_{n-1} y F_n), y las relaciones R son los acoplamientos mutuos. Si estos no cuentan con ningún orden, restricción o barrera, podemos decir que la propiedad emergente del sistema sería el caos, como se visualiza en la Imagen 1.

Imagen 1. Representación del sistema caótico



Fuente: elaboración propia.

Para el desarrollo del razonamiento sistémico matricial (RSM) se pretende, en primer lugar, visualizar y analizar los distintos factores constituyentes del sistema y sus interacciones. Siguiendo esta lógica, se podrá analizar el sistema desde un estado de caos de las interacciones, para lograr ciertas propiedades en un estado de orden deseado, o se podrá analizar el sistema desde el estado de orden actual, para llegar a un estado de caos de las interacciones que nos permita ver propiedades que antes estaban ausentes.

Para esto, se define en primera instancia una lista de factores constituyentes generales del sistema (FG). En el caso de un sistema de transporte, se estipulan, por ejemplo, los factores vehicular, estructural, humano organizacional, normativo, etc., los cuales brindan in-

formación sobre el propio sistema. En la Tabla 1 se desarrolla una lista genérica de factores constituyentes.

Tabla 1. Lista 1 de factores constituyentes

Factores constituyentes	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
-------------------------	----------	----------	----------	----------

Fuente: elaboración propia.

Luego, la lista 1 se transpone con la lista 2 de factores y se correlacionan mutuamente, creando una matriz de acoplamientos posibles o MAP, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 2. Lista 2 de factores, transpuesta con la lista 1

Factores constituyentes
Factor 1
Factor 2
Factor 3
Factor 4

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3: MAP genérica de factores constituyentes

MAP	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Factor 1	Elemento 11	Elemento 12	Elemento 13	Elemento 14
Factor 2	Elemento 21	Elemento 22	Elemento 23	Elemento 24
Factor 3	Elemento 31	Elemento 32	Elemento 33	Elemento 34
Factor 4	Elemento 41	Elemento 42	Elemento 43	Elemento 44

Fuente: elaboración propia.

Los elementos de información de la MAP se identifican con los números de la fila y la columna que interceptan. Por ejemplo, el Elemento 12 intercepta a los Factores 1 y 2. Más adelante, son definidos como acoplamientos posibles y se identifican con la vocal "A". Las celdas de la Tabla 3 que están sombreadas en gris son los valores que conforman una diagonal en la MAP y que más adelante son definidos como "identidades del sistema".

Los factores generales del sistema, a su vez, se subdividen en los factores individuales participantes en el suceso. Dichos factores se identifican fácticamente en el relevamiento de campo.

Cada elemento de la MAP puede crear una nueva matriz de correlaciones con nuevas posibilidades, como si fuera un fractal¹ que se va repitiendo en distintas escalas. Este razonamiento irá reproduciendo el método para las distintas combinaciones, desde lo general a lo particular. Cabe aclarar que no prima la búsqueda de relaciones causa-efecto, sino la confluencia de factores acoplados con conexiones e interacciones entre los mismos.

Para poder visualizar mejor la aplicación de la MAP, desarrollaremos un ejemplo con un modelo genérico, con factores contribuyentes generales, y luego veremos cómo se aplica a un ejemplo más específico.

"Cabe aclarar que no prima la búsqueda de relaciones causa-efecto, sino la confluencia de factores acoplados con conexiones e interacciones entre los mismos."



Factores definidos para un primer análisis

Los factores constituyentes definidos son abstracciones determinadas con el fin de visualizar las interacciones dentro del sistema de transporte, inspiradas en la RES170/2018 del Ministerio de Transporte².

Para el análisis de un accidente, el modelo sistémico supone una serie de pasos (Hollnagel, 2009). El primero refiere a identificar las funciones esenciales del sistema. Para ello, se debe determinar qué constituye el sistema y cuáles son sus componentes. La segunda instancia prevé determinar el potencial de variabilidad del contexto y de las funciones principales (humanas, tecnológicas y organizativas). El tercer paso refiere a definir las dependencias entre funciones (correctas e incorrectas) y, por último, decidir las contramedidas (políticas, defensas, monitorización, procedimientos, comunicación, etc.) (González, 2016).

En Tabla 4 se muestran los factores constituyentes generales con sus funciones, capacidades y características. Luego, a través de la ejemplificación de un suceso, observaremos las variables particulares.

1. Un fractal es un objeto geométrico en el que se repite el mismo patrón a diferentes escalas y con diferente orientación.

2. En el caso de que el lector encuentre que un factor es parte de un subsistema más amplio, considere que aquí se lo utiliza para aplicar los conceptos con mayor generalidad.

Tabla 4. Factores generales para el Modelo N9

Factores constituyentes generales	Función	Características iniciales
Vehicular	Trasladar	Diseño, especificaciones, daños, mantenimiento recomendado, etc.
Estructural	Soportar el transporte	Diseño, estado, medidas constructivas, tiempos e intervalos; pendientes, niveles, daños, etc.
Humano organizacional	Operar	Técnicas y psicofísicas. Gestión, política, investigador, etc.
Carga	Carga a transportar	Características de la carga transportada. Daños, usuarios humanos, pasajeros, etc.
Visibilidad	Identificar o ser identificado	Obstáculos, posición, medidas y materiales, etc.
Ruido y variabilidad	Perturbar y modificar	Movimientos aleatorios no deseados. Contaminación sonora, contaminación visual, etc.
Vigilancia y registro	Vigilar y registrar las actividades	Cámaras de seguridad, videos tomados por transeúntes. Medios de comunicación. Eventos judiciales relacionados. Estadísticas.
Normativo y usos-costumbres	Reglamentar y regular	Normas vigentes, reglamentos, manuales de buenas prácticas. Usos y costumbres.
Ambiental	Brindar condiciones naturales para el funcionamiento	Climáticas, topográficas, físicas, energéticas, etc.

Fuente: elaboración propia.

Modelo N9

En la Tabla 5 se muestra la matriz de acoplamientos posibles (MAP) de los factores definidos en la Tabla 4. El ejemplo se denomina Modelo N9 (N9 hace referencia al número de factores constituyentes utilizados). Las variables son susceptibles de simplificación y algunas podrían incluirse dentro de otras. Para este ejemplo, sin embargo, se utilizarán las nueve variables por separado.

La matriz de acoplamientos posibles es el resultado de la transposición y cruce de cada elemento de la lista de factores constituyentes generales. Se realiza un análisis de cada relación iniciando por los acoplamientos de identidad, que son aquellos que relacionan el factor consigo mismo. Luego, se analizan las demás conexiones. Los acoplamientos generales se identifican como $A[i][j]$ donde i son las filas y j son las columnas de la matriz.

Tabla 5. Matriz de acoplamientos posibles del Modelo N9

MAP N9	Vehicular	Estructural	Humano organizacional	Carga	Visibilidad	Ruido	Vigilancia y registro	Normativo	Ambiental
Vehicular	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19
Estructural	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29
Humano organizacional	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39
Carga	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47	A48	A49
Visibilidad	A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57	A58	A59
Ruido	A61	A62	A63	A64	A65	A66	A67	A68	A69
Vigilancia y registro	A71	A72	A73	A74	A75	A76	A77	A78	A79
Normativo	A81	A82	A83	A84	A85	A86	A87	A88	A89
Ambiental	A91	A92	A93	A94	A95	A96	A97	A98	A99

Fuente: elaboración propia.

Los factores constituyentes generales (FG) se pueden subdividir, a su vez, en factores individuales (FI). Refieren a los elementos fácticos del sistema bajo análisis y tendrán su correspondiente MAP.

Para visualizar la MAP de los factores individuales, a continuación veremos un ejemplo de una colisión en paso a nivel (PAN) entre una locomotora que transportaba un vagón de combustible y un micro de pasajeros. Estas características o elementos formarán parte de la identidad vehicular.

Tabla 6. MAP de la identidad vehicular

A11 Vehicular	Locomotora	Vagón	Micro
Locomotora	A'11	A'12	A'13
Vagón	A'21	A'22	A'23
Micro	A'31	A'32	A'33

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 6, la interacción de identidad vehicular A11 genera una nueva MAP con acoplamientos A' entre los elementos fácticos participantes (EFP) en el suceso. Esa nueva matriz tendrá también identidades y elementos combinatoriales posibles. En gris, se encuentran las identidades, en rojo, los acoplamientos de colisión entre las identidades locomotora y micro. En verde, los acoplamientos entre las identidades locomotora y vagón. Y en blanco, los acoplamientos posibles no tenidos en cuenta.

Tabla 7. MAP de la identidad humano organizacional

A33 Humano organizacional	Conductor locomotora	Ayudante de conductor	Chofer micro	Investigador
Conductor locomotora	A'11	A'12	A'13	A'16
Ayudante de conductor	A'21	A'22	A'23	A'26
Chofer micro	A'31	A'32	A'33	A'36
Investigador	A'61	A'62	A'63	A'66

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7, la interacción de identidad humano organizacional A33 genera una nueva MAP con los acoplamientos A' entre los elementos fácticos participantes en el suceso. En este caso, la nueva matriz tendrá a las identidades de conductor de locomotora, ayudante de conductor, chofer de micro e investigador. Las identidades podrían ser más, pero se simplificaron por una cuestión de extensión del texto. En gris, se observan las identidades de la nueva MAP; en verde, los acoplamientos entre conductor y ayudante, y los acoplamientos entre

el investigador y todos los posibles entrevistados; y en blanco, los acoplamientos no tenidos en cuenta, como por ejemplo, el A'13 entre conductor de locomotora y chofer de micro.

Los acoplamientos de identidad

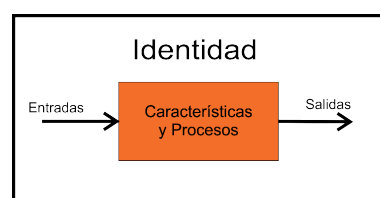
Si observamos la MAP de las Tablas 5, 6 y 7, veremos que los elementos sombreados acoplan mutuamente los factores. Estos son los elementos en donde i es igual a j . Dicho de otra forma, cuando se recorre la MAP, la fila coincide con la columna. Estos elementos se definen como identidades de la MAP de factores generales (FG) en la Tabla 5 y como identidades de los factores individuales (FI) en la MAP de las Tablas 6 y 7.

Las características de las identidades

Para definir las identidades nos basamos en conceptos de la teoría general de sistemas. En este sentido, el propio sistema es considerado como una "caja negra"; y en los diagramas de bloques y de flujo se representan sus relaciones con el medio y con otros sistemas.

Se describe a los sistemas en términos de entradas y salidas. En nuestro razonamiento sistémico-matricial (RSM), las identidades se definen a partir de sus características documentales y de las interacciones que pueden tener en la entrada o salida del proceso. Las características documentales pueden ser fotos, textos y archivos relacionados.

Imagen 2. Definición de identidad



Fuente: elaboración propia.

Los acoplamientos posibles

Los acoplamientos posibles (AP) son aquellos elementos de la MAP que no son las identidades generales (IG) ni las identidades individuales (II). Por ejemplo:

En la Tabla 5:

1. Los acoplamientos A13 y A31 relacionan a la IG humano organizacional con la vehicular.
2. A71 y A17 relacionan las IG vehicular con vigilancia y registro.

En la Tabla 6:

1. El A'13 y A'31 relacionan la II locomotora con el micro.

2. Los acoplamientos A'12 y A'21 relacionan la II locomotora con el vagón.

Los AP (acoplamientos posibles) surgen de la combinación de todas las identidades definidas en el modelo del sistema. En el ejemplo del Modelo N9, las nueve identidades generales crean $[(N_{IG}^2) - N_{IG}]$ o setenta y dos combinaciones posibles, y estas, a su vez, crean identidades individuales con la misma cantidad de combinaciones, según la cantidad de factores individuales definidos. Aquí se observa la necesidad de desarrollar una herramienta computarizada para poder recorrer todas las combinaciones.

Aplicaciones del RSM y MAP

En este apartado se realiza una introducción a las aplicaciones. No se las analiza de forma exhaustiva, sino que se pretende mostrar algunos principios y resultados obtenidos, ya que el estudio es extenso y todavía se encuentra en proceso de desarrollo.

Para poner en práctica el razonamiento sistémico-matricial (RSM) y la matriz de acoplamientos posibles (MAP) se encuentra en desarrollo un software en lenguaje C#³, donde se utiliza una base de datos (BD) MySQL local para almacenar las matrices de acoplamientos posibles que se van creando a medida que se recopila información y se carga el sistema bajo análisis, para luego poder procesarlas y analizarlas desde distintos enfoques.

En primer lugar, se definió el método. Luego, se escribieron las líneas de código computacional para almacenar la información relevada y las tablas de características de las identidades en una base de datos local en forma de MAP. En la base también se pueden almacenar imágenes, textos, archivos relacionados, etc.

Aplicación según la propiedad emergente deseada

De acuerdo a distintas interpretaciones de los acoplamientos e interacciones posibles entre las distintas identidades de las MAPs, nos podríamos ubicar en distintos enfoques sistémicos.

El modelo sistémico considera a los accidentes como fenómenos emergentes. Son también "normales" o "naturales" en cuanto a que son algo que cabe esperar. Esto guarda relación con la noción de accidentes normales de Perrow (1984), aplicable a sistemas simples y complejos (Hollnagel, 2009).

A continuación, nos focalizaremos en el enfoque de prevención de fallas (Marchitto, 2011), en donde la propiedad emergente deseada será la "confiabilidad".

Podemos detectar algunos emergentes definidos en la RES170/2018 del Ministerio de Transporte a través del RSM en los acoplamientos de la MAP. Por ejemplo, al "fallo activo" lo podemos identificar y registrar en el posible acoplamiento del ejemplo dado en Tabla 6 A11-A'13 entre locomotora a micro o el A11-A'31 entre micro a locomotora que están marcados en color amarillo en la Tabla 8.

Tabla 8. Emergente identificado en la MAP A11 Vehicular como fallo activo

	Locomotora	Micro
Locomotora	Identidad	A'13: Colisión
Micro	A'31: Colisión	Identidad

Fuente: elaboración propia.

Las "barreras o defensas" las podemos asignar a los acoplamientos identificados como fallos activos. En la Tabla 9 se observa un ejemplo con la asignación de una barrera automática y el toque de silbato.

Tabla 9. Ejemplo de defensa asignada a los emergentes A11-A'13 y A11-A'31

Defensa	Locomotora	Micro
Locomotora	Identidad	A'13: Toque de silbato
Micro	A'31: Instalar barrera automática	Identidad

Fuente: elaboración propia.

Hasta aquí presentamos dos ejemplos sintéticos y simples de cómo el RSM y las MAP pueden contener al enfoque prevencionista. Esta idea será ampliada y perfeccionada a medida que avance la investigación. La incorporación de la barrera modificará la identidad A22 estructural de la Tabla 4 previamente definida, que en el ejemplo no tuvo en cuenta una barrera automática. Y la aplicación del silbato modificará la identidad A88 Normativa previamente definida, que no tuvo en cuenta la aplicación de silbato. Estas modificaciones a nivel de factores generales (FG) y de factores individuales (FI) transformarán los acoplamientos posibles (AP) y crearán nuevas identidades y por ende, cambiarán las propiedades del sistema.

Cuando la propiedad emergente deseada es el "control", en lugar de la "confiabilidad", nos adentramos en

3. C# es un lenguaje de programación moderno, basado en objetos y con seguridad de tipos. C# permite a los desarrolladores crear muchos tipos de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en .NET.

el enfoque de la teoría de control. Daremos un ejemplo simple para identificar una estructura de control a través del RSM y lo relacionaremos con una estructura de control basada en STAMP⁴ del *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*.

Tabla 10 y 11. Matriz simplificada de los acoplamientos A13 y A31

A13 Vehicular - Humano organizacional	Conductor Locomotora
Locomotora	A'11

A31 Humano organizacional - Vehicular	Locomotora
Conductor Locomotora	A'11

Fuente: elaboración propia.

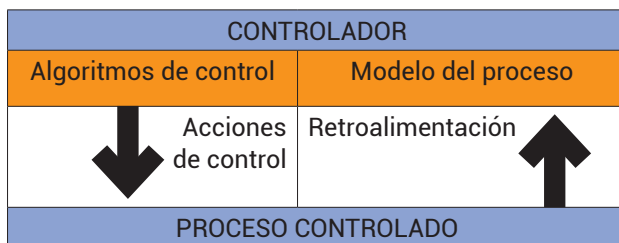
Tabla 12. Estructura de control contenida en la MAP simplificada

Conductor		
A13 - A'11		A31 - A'11
Locomotora		

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 12 muestra una estructura de control entre el conductor y la locomotora comparable con la de la Imagen 3.

Imagen 3. Estructura de control basada en STAMP



Fuente: elaboración propia.

Como se demuestra hasta aquí, el RSM también puede utilizarse desde el enfoque de la teoría de control, identificando estructuras en las MAPs, lo cual será desarrollado en futuras investigaciones, junto a las demás propiedades emergentes que se vayan identificando con el razonamiento sistémico-matricial (RSM).

4. The Systems Theoretic Accident Model and Process (STAMP) es un modelo teórico de accidentes y procesos que se basa en la teoría de sistemas de control para tratar de averiguar todo lo posible sobre los factores involucrados en un peligro y proporcionar una guía clara en cuanto a la estructura de control que conduce al peligro.

CONCLUSIONES

Se concluye parcialmente que la metodología del RSM permite la identificación de varios enfoques en una sola matriz de acoplamientos posibles general (MAP) y en sus MAP individuales, a partir de las cuales se pueden obtener distintas propiedades emergentes. Con la definición correcta de las identidades se pueden analizar accidentes por fallos de componentes, y con el análisis de los acoplamientos posibles se pueden analizar accidentes por interacción de los mismos. Para avanzar en su desarrollo, resulta necesario continuar con la escritura del software presentado en este artículo de forma parcial, lo cual permitirá, a su vez, automatizar la base de datos y distintas partes del procedimiento para volverlo más inteligible.

Bibliografía

- Covello, A. y Muro, M. (2020). *Análisis sistémico de la pandemia del coronavirus. Un accidente normal*. Libro digital, EPUB.
- González, N. (2016). *El error humano en el análisis de accidentes ferroviarios*. *Revista de Ciencias Sociales*. Vol. IV, (158), 149-165.
- Hollnagel, E. (2009). *Barreras y prevención de accidentes*. Modus Laborandis.
- Ludwig von Bertalanffy (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
- Marchitto, M. (2011). *El error humano y la gestión de seguridad: la perspectiva sistémica en las obras de James Reason*. Laboreal. Vol. VII (2), 1-12.
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents: Living With High Risk Technologies*. (Revised edition, 1999). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Resolución 170 de 2018. Por medio de la cual se aprueba la primera directiva nacional de seguridad operacional ferroviaria. 3 de abril de 2018. B.O. N° 33842.



Cuando la información hace la diferencia

Sucedido el accidente, las familias quedan inmersas en la incertidumbre. Informarlos sobre la marcha de la investigación contribuye al proceso de recuperación y de elaboración del duelo.

IVAF



Soledad Fattori Pedrana

Lic. en Periodismo,
especializada
en aeronáutica.
Responsable del
Área de Información
a Víctimas de
Accidentes y sus
Familiares (IVAF)
de la JST.

Desde hace poco más de dos décadas surge en los ámbitos del transporte una nueva tendencia: poner a quienes han sido víctimas de accidentes en primer lugar y acompañarlos a través de los distintos procesos que deben atravesar una vez que lo peor ha ocurrido.

Las primeras acciones se vieron reflejadas en el ámbito aeronáutico, donde las recurrentes tragedias dejaban cada vez más en evidencia el daño que el destrato de las autoridades y los operadores aéreos, producto de la falta de previsión y planificación, generaba en los familiares de quienes resultaban fallecidos en los accidentes.

Era imperante desarrollar una reglamentación que obligue a los actores involucrados en un accidente, desde los operadores a los organismos de investigación, a repensar el modo en que se asistía a las víctimas, no solo en los momentos posteriores al suceso, sino en los meses siguientes.

Fue entonces que surgió en los Estados Unidos el acta de 1996, que dejaba asentadas las responsabilidades respecto de las víctimas y el tratamiento que debían recibir. Luego, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) elaboró dos documentos: la Política de

Asistencia a Víctimas de Accidentes de Aviación y sus Familiares, y un Manual *ad hoc*, instando a sus Estados miembros (entre los que se encuentra Argentina) a adoptar las medidas necesarias en este contexto. Tras ello la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) implementó el Protocolo de Asistencia a Víctimas de Aviación Civil y sus Familiares.

“El área de IVAF tiene como objetivo ser el canal de comunicación entre la JST y los familiares de quienes han sido víctimas de un accidente.”



Con la creación de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST), también se conformó el Área de Información a Víctimas de Accidentes y sus Familiares (IVAF), que adopta el carácter multimodal del organismo. Pero ¿qué puede la aportar la JST para que esas personas que han sufrido la pérdida de un ser querido puedan seguir adelante? Información certera y de primera mano.

Un accidente es un “suceso eventual que altera el orden regular de

las cosas”. Para quien pierde un familiar en un suceso, las rutinas quedan alteradas para siempre y todo lo que conoce deja de tener sentido.

Por esta razón, la búsqueda de respuestas es una de las actitudes más frecuentes entre los familiares, que necesitan saber qué pasó y cómo fueron los hechos.

El Área de IVAF tiene como objetivo ser el canal de comunicación entre la JST y los familiares de quienes han sido víctimas de un accidente, siempre y cuando sea investigado por el organismo.

A través de la tarea del Área, los familiares van a recibir información sobre los avances más significativos de la investigación y los informes que la JST genere, al tiempo que podrán canalizar todas las consultas que surjan mientras dure la investigación. Son los primeros en recibir la información, de modo tal que no haya intermediarios que generen malos entendidos y confusiones.

Desde la JST consideramos fundamental este tipo de buenas prácticas, las cuales avalamos a través de nuestros procedimientos internos, que pueden ser consultados en el sitio web del organismo.



MEJORAR LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE AERONÁUTICO

¿Cómo se investigan los sucesos aeronáuticos en la actualidad?

La Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Aeronáuticos (DNISAE) desarrolló en junio de 2022 la 5ª Edición del Manual de Procedimientos de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (MAPRIAAC). Lo propuesto implica un abordaje que no se queda en la falla técnica o el error individual y pone el foco en el entorno, recompone el contexto de ocurrencia y busca los factores desencadenantes.

El proceso de investigación

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es el organismo encargado de la investigación de todo suceso aeronáutico que sea clasificado como accidente o incidente, incluyendo los que involucran a las aeronaves experimentales que cuentan con Certificado de Aeronavegabilidad otorgado por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC).

La investigación de accidentes e incidentes aéreos es el componente reactivo por excelencia de la gestión de la seguridad operacional. El modelo sistémico implementado por la JST se basa en dos premisas centrales: las fallas activas y las condiciones latentes. En ese sentido, la DNISAE incorpora el análisis de los Factores Humanos (FFHH) y Factores Organizacionales (FFOO) involucrados en un suceso.

Por esta razón, las investigaciones de accidentes e incidentes aéreos desarrolladas por la JST no se centran únicamente en determinar la falla técnica o el error operacional, sino que también profundizan en aquellas deficiencias latentes en el sistema aeronáutico, que podrían constituirse en precursores sistémicos de futuros sucesos. Para lograr este objetivo, la recolección y el análisis de información sobre FFHH y FFOO deben ser tan metódicos y completos como cualquier otra línea de investigación tradicional.

“Los errores u omisiones son el resultado de condiciones subyacentes del sistema, que se han materializado de esa manera. Por lo tanto, resulta fundamental contextualizar el error y entenderlo como una consecuencia y no como una causa.”



De acuerdo con lo establecido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en su documento 9683: “El elemento humano es la parte más flexible, adaptable y valiosa del sistema de aviación, pero también es el más vulnerable a las influencias que pueden afectar negativamente a su rendimiento”.

En la aviación, los FFHH se ocupan de aplicar lo relativo a los seres humanos —sus habilidades, características y limitaciones— al diseño de los equipos que utilizan, los entornos en los que se desempeñan y los trabajos que realizan. Por su parte, el desempeño operativo representa el grado de contribución del ser humano al rendimiento de un sistema y refiere a cómo las perso-

nas llevan adelante su trabajo. En el sistema aeronáutico, las personas son tanto una fuente de riesgos como una parte esencial para identificar y gestionar todos los riesgos implícitos en la actividad.

En general, la información acerca del desempeño operativo que debe obtenerse en el marco de la investigación de un accidente o incidente aéreo puede dividirse entre:

- a. Datos que permiten a los investigadores construir una cronología detallada de cada hecho significativo previo y, si corresponde, posterior al suceso (esta cronología debería subrayar, en particular, las acciones u omisiones del personal aeronáutico involucrado y sus potenciales consecuencias en el suceso).
- b. Antecedentes sobre el contexto de operación, que permitan a los investigadores evaluar con detalle el porqué del comportamiento del personal aeronáutico involucrado.

El proceso de investigación de accidentes e incidentes aéreos instituido por la JST considera que, en todo momento, los errores u omisiones son el resultado de condiciones subyacentes del sistema, que se han materializado de esa manera. Por lo tanto, resulta fundamental contextualizar el error y entenderlo como una consecuencia y no como una causa.

Asimismo, resulta imposible prever ciertos comportamientos y condiciones del ser humano y la forma en que pueden interactuar con determinados componentes y características de un entorno operativo. Por ello, las estrategias de mitigación basadas en el individuo no son consideradas efectivas.

Los actos inseguros de los operadores de primera línea o las fallas mecánicas son el punto de partida de la investigación y deben ser explicados de forma más profunda recurriendo a factores alejados en tiempo y espacio del suceso en cuestión. Sin perjuicio de ello, los factores que explican el desempeño humano y la ocurrencia de las fallas mecánicas, generalmente, están vinculados al contexto de trabajo de los operadores de primera línea, a la organización responsable de ese entorno e, inclusive, a factores externos que influyen sobre la organización, tales como las regulaciones o la supervisión de la autoridad aeronáutica, entre otros.

El análisis de las fallas activas y las condiciones latentes deben contener una evaluación de las defensas presentes en el sistema al momento de producirse el suceso en cuestión. Cada defensa debe ser identificada y se debe determinar si fue efectiva o no. Del mismo modo, debe analizarse la potencial ausencia de defensas y recomendar su implementación ante el organismo, persona física o jurídica que correspondiera en cada caso.

RSO: las Recomendaciones de Seguridad Operacional

Las Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) son el producto más importante de una investigación, ya que buscan garantizar que las deficiencias de seguridad operacional detectadas se informen a los organismos y entidades competentes, en pos de realizar los cambios y tomar las medidas necesarias para evitar la reiteración de sucesos análogos. Las RSO contribuyen a mejorar las defensas del sistema de transporte nacional y regional, aportando propuestas con la finalidad de evitar la repetición de accidentes e incidentes.

La JST puede emitir las RSO de manera anticipada, cuando la investigación está aún en curso, como parte del Informe Final de Seguridad Operacional (ISO). La formulación de una RSO durante el proceso de investigación estará justificada siempre que se determine que existen uno o más factores con potencial detrimento de la seguridad operacional, frente a los cuales las defensas presentes no son completamente efectivas. Por lo tanto, resulta necesario comunicar esto oficialmente y en forma inmediata a quien sea responsable de tomar las medidas del caso.

Para que una RSO sea efectiva, debe presentar un argumento convincente a favor de tomar las medidas de seguridad operacional para mitigar los riesgos detectados en la investigación. Una comunicación clara, sucinta y bien estructurada puede facilitar el logro de este objetivo. Una RSO correctamente formulada deberá reunir las características enumeradas a continuación:

- Identificar claramente al destinatario.
- Dirigirse a la entidad mejor posicionada para tomar las medidas correctivas.
- Estar justificada y ser relevante.
- Ser realizable y oportuna.
- Presentar datos precisos y validados.
- Evitar el uso de expresiones abstractas.
- Establecer un vínculo claro y específico con un hecho que tiene incidencia en la seguridad operacional.
- Estar fundada en el fortalecimiento o desarrollo de las defensas de seguridad.
- Estar exenta de suposiciones y juicios de valor.
- No ser excesivamente prescriptiva.
- No limitar el margen de acción del destinatario.
- Concentrarse en el resultado que se espera obtener.
- Ser medible y trazable a la hora de su seguimiento.

Las RSO formuladas por la DNISAE están compuestas por dos secciones:

- a. Una introducción en la que se menciona de forma resumida la deficiencia de seguridad operacional

detectada, indicando las condiciones con potencial detrimento de la seguridad, las falencias de las defensas y el riesgo residual (o consecuencias perjudiciales) de una inacción.

- b. Las medidas de seguridad operacional recomendadas (opciones de control del riesgo), con indicación de los resultados esperados.

Para la mayoría de las RSO, el destinatario encargado de ejecutarlas será un ente público o privado argentino, por ejemplo, la autoridad de aviación civil, el explotador de servicios aéreos, el fabricante de la aeronave, el proveedor de servicios de tránsito aéreo o el explotador del aeropuerto.

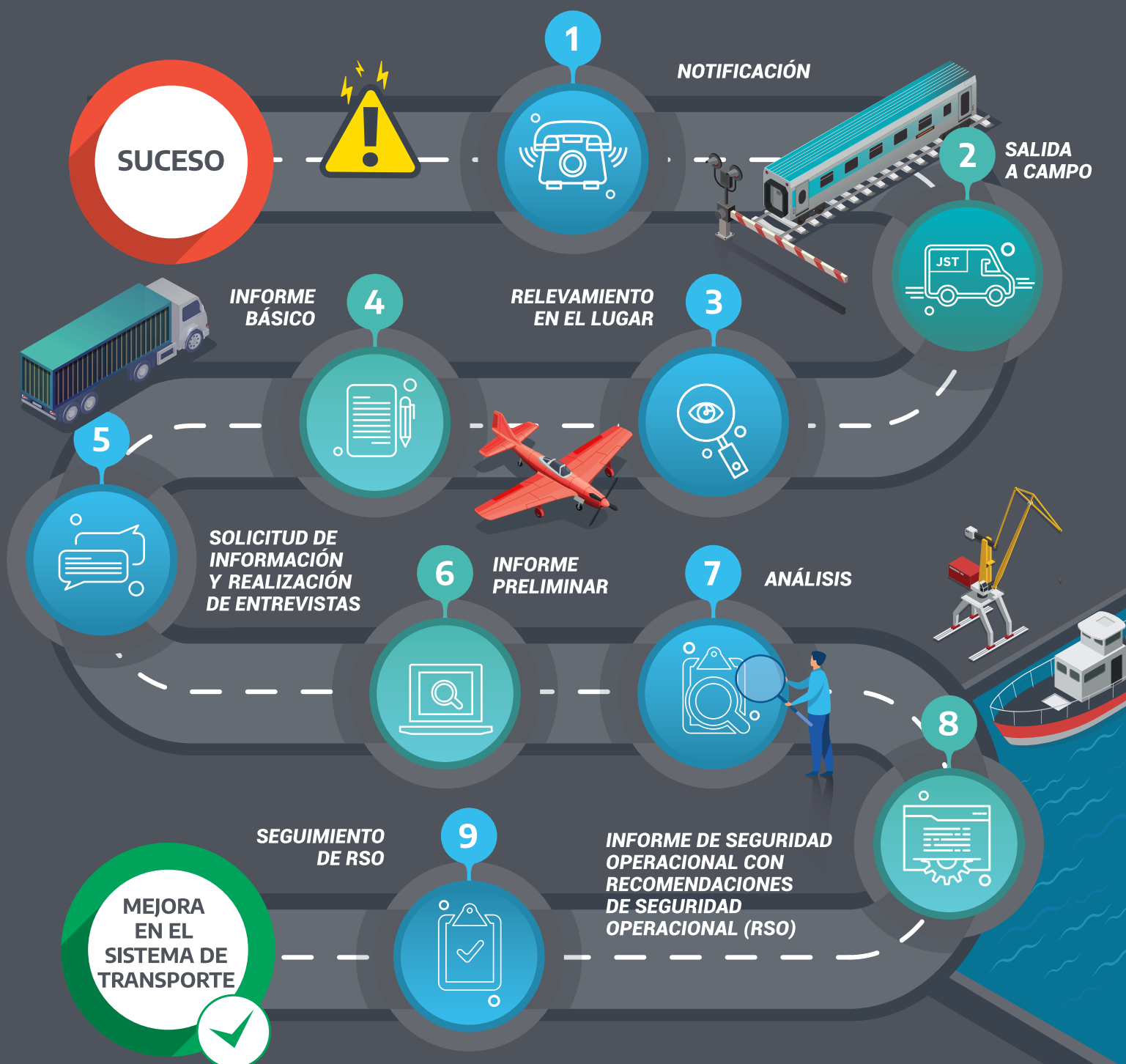
No obstante, la JST puede enviar RSO a destinatarios en otros Estados, siempre por medio de las Autoridades de Investigación de Accidentes (AIA) correspondientes. Por su parte, la OACI será la destinataria responsable de ejecutar las recomendaciones que se relacionen únicamente con las normas y métodos recomendados.

Desde el 2015 al 2021, la DNISAE emitió 352 RSO. Del análisis de los datos se desprende que el principal destinatario de las RSO del modo aeronáutico, con un 64 %, fue la ANAC. Los propietarios de aeronaves recibieron un 8,5 %, mientras que los operadores (empresas aerocomerciales), un 7,5 %. Por su parte, las empresas prestadoras de servicio (de rampa, de navegación aérea, meteorológico, etc.), un 4,5 %. Finalmente, las federaciones (organizaciones que nuclean actividades de aviación general y comercial) recibieron un 4 % del total.

La evaluación de cierre para una RSO aeronáutica se realiza de forma conjunta entre la DNISAE y el Área de Seguimiento de Recomendaciones de Seguridad. A partir de las respuestas recibidas por la JST, se determina si se ha cumplido o no el propósito de la recomendación, ya sea de manera total, parcial o alternativa. Se consideran satisfactorias tanto las RSO que se cerraron habiendo sido cumplidas como las que contaron con la aplicación de una acción mitigatoria de riesgo alternativa.

En el 2021, el porcentaje de respuestas satisfactorias que obtuvo la JST fue de un 80 %. Mientras más alto sea el porcentaje de recomendaciones emitidas por el organismo que logren una respuesta satisfactoria, mayor será la contribución para mejorar la seguridad operacional. El gran desafío por delante para la investigación de sucesos aeronáuticos es emitir recomendaciones cada vez más precisas, contribuyendo de manera efectiva para mejorar las defensas de nuestro sistema de transporte.

PROCESO DE INVESTIGACIÓN





PRESENTE Y FUTURO DE LA CAPACITACIÓN AERONÁUTICA

El estado actual y los nuevos desafíos de la formación profesional en el transporte aeronáutico

Entrevistamos a Carlos Alejandro Di Bernardi, profesor de la carrera de Ingeniería Aeronáutica/Aeroespacial de la Universidad de La Plata (UNLP) y director de la Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia (UIDET). Di Bernardi es uno de los expertos que forman parte del Programa de Cooperación Técnica de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), y cuenta con antecedentes profesionales en más de 130 aeropuertos de 19 países de América, Europa, África y Asia.

Considerando su trayectoria profesional, ¿qué visión tiene de las formaciones y capacitaciones que se dictan para el transporte aeronáutico en Argentina en relación con otros países del mundo?

Hay algunas muy buenas y otras no tanto. Nos encontramos con áreas de conocimiento que se repiten con diferentes niveles de éxito y otras que ni se mencionan, no se actualizan y tampoco se perfeccionan. El transporte aéreo se caracteriza por su dinamismo tecnológico y normativo, de permanente transformación y evolución: quienes no se actualizan, son candidatos al fracaso.

Argentina está, a nivel general, relativamente bien en ciertos aspectos. Por ejemplo, el Grupo de Transporte Aéreo (GTA) de la UIDET, que forma parte de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, prepara y dicta más de 80 cursos en diferentes áreas de conocimiento, destinados a distintas autoridades aeronáuticas del extranjero. Ade-

más, participa activamente como ponente en los seminarios internacionales que anualmente organizan la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), la OACI y Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA). De manera similar, se podría poner el foco en los egresados de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica/Aeroespacial de la UNLP, ya que los profesionales que salen al mercado laboral son altamente requeridos por la industria nacional e internacional.

De todas formas, naturalmente, hay que someterse a procesos continuos de revisión, diagnóstico y acción a través de auditorías internas y externas que permitan valorar y evaluar los indicadores de calidad. Con un diagnóstico claro se pueden generar planes de acción conducentes para mantener y potenciar lo bueno, al mismo tiempo que se neutralizan o mitigan los aspectos negativos.

¿Cuáles son las fortalezas y los puntos de mejora en las capacitaciones que se brindan actualmente en el transporte aeronáutico en Argentina?

La principal fortaleza reside en tener diferentes estadios de procesos formativos diferenciados, pero complementarios entre sí. Un ejemplo de ello lo podemos apreciar en las diversas escuelas de educación técnica aeronáutica, en las escuelas de vuelo, en los centros de formación de mecánicos, en las tecnicaturas, en las propias carreras universitarias de trayecto aeronáutico y, claro, en los diversos centros de instrucción en aviación civil distribuidos a lo largo del territorio nacional. Esta situación permite disponer de una amplia oferta con abordajes múltiples y diversos.

Dentro de los puntos a mejorar encontramos, entre otros, a los propios contenidos curriculares, los procesos metodológicos de instrucción y evaluación, las instalaciones y la conformación del cuerpo docente. Es necesario poner el foco en el fortalecimiento de los procesos propios de cada institución, en un marco de desarrollo estratégico nacional que esté de acuerdo con las políticas de Estado. Por cierto, estas últimas, a nivel nacional, aún están por establecerse.

"Hay que someterse a procesos continuos de revisión, diagnóstico y acción a través de auditorías internas y externas que permitan valorar y evaluar los indicadores de calidad."



En concordancia con lo anterior, debemos procurar generar equipos multifocales con abordajes sistémicos convergentes, pero diferenciados según formación y competencias profesionales propias de cada actividad. Ello permitirá disponer de miradas complementarias y enriquecedoras a la hora de implementar las acciones pedagógicas que resulten necesarias para llevar adelante programas formativos específicos y robustos.

Por otro lado, creo que debemos pensar la educación mirando hacia adentro, pero sin perder de vista que somos parte de un mundo globalizado, altamente competitivo y en permanente demanda de conocimiento innovador. En este contexto, nuestros sistemas formativos deberían ser el resultado de procesos evolutivos ascendentes con base en la planificación estratégica de formación y la generación de recursos hábiles.

Otro aspecto para trabajar se relaciona con el desarrollo de manuales de instrucción, ya sean de empresas prestadoras de servicio, de operadores aéreos o aero-

portuarios o bien de los propios organismos estatales de actuación aeronáutica. Cada institución debería dar a conocer su organigrama, así como las misiones y funciones propias de cada puesto de trabajo. Con esto en claro, tendríamos un mapa de requerimientos de formación según la especificidad requerida por cada área de actuación.

¿Cómo podrían asociarse las diferentes instituciones y organismos para generar contenido de formación acorde a las necesidades del mercado aeronáutico actual?

Los procesos formativos son de largo aliento y los programas que hoy generamos tendrán impacto no solo en lo inmediato, sino también en un futuro lleno de innovación y transformación. Las visiones deben ser estratégicas, con metas claras a corto, mediano y largo plazo. Se requieren planes y programas específicos de acción que permitan la revisión periódica y actualización de contenidos curriculares. Es importante fijar perfiles de formación dinámicos, flexibles e innovadores. Nos encontramos en un mundo donde todo cambia y los contenidos curriculares no deberían ser la excepción. Estamos ante un escenario muy desafiante, por lo cual cabría preguntarnos: ¿somos realmente conscientes de ello?

En este momento histórico, donde lo permanente es el cambio y la única certeza es la incertidumbre, debemos trabajar fuertemente en acciones que permitan, en algunos casos, profundizar y, en otros, generar los mecanismos conducentes a la construcción de lazos institucionales robustos, de largo plazo, buscando en todo momento el acercamiento, sin mezquindades, de todo el sector aeronáutico nacional. Se necesita que la industria, el Estado y la academia encuentren puntos de convergencia en una mesa de diálogo permanente.

¿Qué herramientas pedagógicas o prácticas considera esenciales para el dictado de capacitaciones en el ámbito aeronáutico? ¿Cuáles podrían implementarse para mejorar la calidad y llegar a más interesados y estudiantes?

Es necesario contemplar a las herramientas pedagógicas como instrumentos de información y formación. Debemos continuar trabajando sobre las aptitudes del cuerpo docente y sobre las actitudes del alumnado (sea cual sea este). Se trata no solo de saber, sino también de saber hacer. La actitud y la aptitud son dos cualidades diferentes, pero hermanadas en intención cuando hablamos de capacitación. El punto de encuentro es el aula, sea cual sea.

Asimismo, tenemos que intentar generar espacios de duda, interrogación e interpelación, fomentando la discusión y el debate asertivo de las ideas mediante una argumentación basada en el conocimiento. Para ello, hay que tener en claro qué, cómo, cuándo, dónde, quiénes y por qué, entre otros interrogantes básicos.

Por último, la pandemia nos ha mostrado que somos capaces de llegar a muchos a través de internet. La virtualidad te da comodidad, pero no hay nada como entrar en un aula, mirar y observar al alumnado, escuchar sus inquietudes y, también, leer sus diversos lenguajes: los gestuales, los actitudinales, los corporales.

La JST y la UNLP realizaron una certificación en "Seguridad Operacional en Investigación de Accidentes e Incidentes en Aviación Civil". ¿Cree que este tipo de capacitaciones contribuyen a la mejora en la seguridad operacional?

Todo lo que implique una generación de contenidos a través de múltiples abordajes sistémicos, siempre que cuente con las miradas multifocales de los profesionales intervinientes, resultará un producto superador. Nosotros no entendemos un proceso formativo en seguridad operacional sin el conocimiento del contexto, la discusión plena de la normativa de aplicación, la visión sistemática, la mirada crítica, el pensamiento lateral, el cuestionamiento del *statu quo* y la reflexión sobre los paradigmas, entre otros.

"La principal fortaleza reside en tener diferentes estadios de procesos formativos diferenciados, pero complementarios entre sí."



Debido a que los participantes ocupan diferentes posiciones en distintas áreas del sistema aeronáutico, ¿sería conveniente segmentar las formaciones en función de hacer más específico el aprendizaje?

Es claro que la formación debe ser escalonada y segmentada. Un ejemplo de ello podría visualizarse en los planes de emergencia aeroportuaria. Ante el interrogante sobre quiénes tienen que conocer el plan de emergencia de un aeropuerto, la respuesta debería ser siempre: "todos los actores del sistema aeroportuario, sin excepción". Pero esta respuesta nos trae distintos niveles: algunos deberán conocerlo para estar al tanto de los mecanismos de respuesta que existen y cómo actuar en esos casos, mientras que aquellos que no son parte del proceso tendrán que conocerlo y comprender que no deben hacer nada, que no son parte de la respuesta y que su presencia en el lugar solo afectará las capacidades de los sistemas de emergencia.

¿Es necesaria y viable una formación multimodal en seguridad operacional?

Sí, por supuesto. Cuando uno analiza la aviación del futuro, resulta fácil ver que las nuevas tendencias impac-

tarán de manera directa sobre la manera en que nos movemos hoy día. Se modificará la manera de desplazarnos en tramas urbanas y suburbanas, pasaremos del 2D al 3D y la automatización estará a la orden del día. Cobrarán mayor importancia los conceptos de movilidad aérea urbana y movilidad aérea avanzada, por lo cual se requerirán vehículos pilotados (a bordo o a distancia) y otros controlados y guiados por sistemas automáticos.

Todo esto demandará procesos de tratamiento de *big data*, donde el Internet de las cosas (IOT, Internet of things) y la tecnología 5G estarán a la orden del día. Los aeropuertos 4.0 y las *smart cities* serán una realidad. En esta coyuntura, los escenarios para el año 2050 establecen la necesidad de sistemas de control y gestión del transporte multimodal del tipo integral. Pero no pensemos en esos escenarios futuristas, vayamos a la realidad de lo cotidiano. Vivimos en un contexto de multimodalidad, complementariedad e interconectividad, y es por ello que la seguridad operacional debe analizarse desde la perspectiva multimodal, más allá de las particularidades propias que cada medio de transporte merece y requiere.

Por último, ¿qué libro le recomendarías a una persona interesada en iniciarse en el ámbito del transporte aeronáutico?

Más que recomendar un libro en particular, aconsejaría que el lector empiece por leer el Convenio de Chicago de 1944, ya que este documento y sus 19 anexos conforman el marco referencial en el que se basa y fundamenta el quehacer de la aviación civil internacional. Son más de 5.000 páginas de contenido técnico de carácter específico, en donde se pueden apreciar aspectos que hacen a licencias, investigación de accidentes, diseño de aeródromos, seguridad operacional, aeronavegabilidad, entre tantos otros.

Como complemento de ello, podrán también encontrar el catálogo de documentos que OACI publica y actualiza todos los años. La simple lectura de los títulos ayudará a la construcción del conocimiento, les dará una idea de la diversidad de temas en los que el sistema de transporte aéreo se encuentra trabajando. A su vez, podría aconsejar la lectura de los objetivos estratégicos de OACI y los objetivos estratégicos de desarrollo sostenible (ODS) de la Organización de Naciones Unidas (ONU), para hacer un cruce entre ellos.

Con este material sugerido, tendrán información de base para construir su marco referencial general. Con ello en claro, toca elegir un tema para, luego, profundizar en él. Finalmente, solo resta seguir por el camino, cumpliendo lo que alguna vez Lao-Tse dijo: "un viaje de mil millas comienza con el primer paso".

SIMPOSIO JST

“Presente y futuro de la seguridad en el transporte en Argentina y la región”

25, 26 y 27 de abril de 2023
Universidad Católica Argentina

- Cumbre que reúne a los principales referentes nacionales e internacionales en materia de **ambiente, innovación tecnológica y diversidad en el transporte.**



Ministerio de Transporte
Argentina

**primero
la gente**

argentina.gob.ar/jst





Carla del Cueto
Socióloga e investigadora,
docente de la @UNGSoficial
y docente de la @UBAonline.

GESTIÓN DE RIESGO Y POLÍTICAS PÚBLICAS QUE HACEN FOCO EN UN SISTEMA DE TRANSPORTE SEGURO

Seguridad vial, riesgo y regulaciones de tránsito en Argentina

En los debates en seguridad vial que se dan en la actualidad se advierte sobre el error de pensar la prevención de riesgos a partir de comportamientos individuales. Se propone, en cambio, abordar la cuestión de la seguridad en el tránsito desde una perspectiva más integral y sistémica, en la cual el factor humano se enlaza con otros de igual o mayor peso, como la seguridad de los vehículos y la infraestructura vial.

En este artículo presentaré algunas reflexiones en torno a la gestión de riesgos en el tránsito. En Argentina, la rápida y temprana adhesión al automóvil estuvo acompañada por una preocupación sostenida acerca de los daños causados por la circulación de vehículos. Por ello, desde los primeros años de funcionamiento de la Dirección Nacional de Vialidad en la década del 30, se fueron implementando medidas para mejorar la seguridad en el tránsito. Con el tiempo esta preocupación fue creciendo y, si bien la seguridad vial generó amplios debates y fue motivo de inquietud por parte de las agencias estatales, al punto de constituirse en un problema público (Gusfield, 1981; Kessler 2008; 2009), ha sido relegada como tema de estudio en las ciencias sociales en general.

Una primera definición de seguridad vial refiere a la percepción de riesgos y los mecanismos de control formal para regular los espacios de movilidad vehicular y peatonal dentro de una sociedad. Así definida, la seguridad vial se concentra, en principio, en la disminución de riesgos y las consecuentes muertes y lesiones ocasionadas por los siniestros de tránsito (Bess y del Cueto, 2018). Sin embargo, enfoques más recientes proponen ampliar el concepto y tener en cuenta el mayor confort en la movilidad humana, ya que se considera que este abordaje amplía cualitativamente las posibilidades de análisis e intervención (Rojas, 2015).

En el proceso de evolución del concepto, según Tabasso (2012), pueden identificarse cuatro paradigmas de la seguridad vial que dominaron en distintas épocas al nivel global. El primero de ellos (1900-1925/35) tenía como objetivo controlar el uso de los automotores, y los esfuerzos por la seguridad se enfocaron en los ajustes entre el vehículo y el conductor, en los componentes mecánicos y en las regulaciones de largo plazo. El segundo paradigma (1925/35-1965/70) estuvo centrado en el control de las situaciones de tránsito. De este modo, se desplazó la mirada desde los vehículos hacia los conductores, centrada especialmente en los errores humanos. El problema del tercer paradigma (1965/70-1980/85) consistió en la gestión del sistema de tránsito que incluía la circulación terrestre peatonal-vehicular. Para ello se priorizó la eliminación de los riesgos del sistema. Finalmente, el cuarto paradigma está enfocado en la gestión del sistema de transporte, la seguridad vial sostenible. Este último se considera como un sistema global, complejo y comprensivo de todos los modos de movilidad. La prevención apunta no solo a reducir el riesgo de lesión, sino, y sobre todo, a minimizar proactivamente su exposición. En esta misma línea se sostiene que las infraestructuras son determinantes en la seguridad vial y que el diseño vial puede llegar a evitar el error humano y disminuir o menguar los daños cuando este se produce (Sánchez Ferreira, 2012).

Un abordaje que permite pensar las políticas de seguridad vial y de regulación del tránsito es la perspectiva de la gubernamentalidad. Este término alude a principios organizativos del ejercicio del gobierno. En primer lugar, su foco está, principalmente, en el conocimiento "ideal" de los planes de gobierno, más que en los detalles acerca de la implementación de medidas y sus efectos empíricos. Estos problemas así definidos están relacionados con las "tecnologías de gobierno" o con las formas de gobernar estos problemas "imaginados". En segundo lugar, desde la perspectiva de la gubernamentalidad, se asume que el gobierno es una práctica generalizada y dispersa. Es por ello por lo que, en relación con cualquier problema específico, siempre es posible identificar una diversidad de gubernamentalidades (O'Malley 2007: 155). Las fuentes del enfoque de la gubernamentalidad son los documentos, los proyectos del gobierno, los discursos de los políticos, los folletos y los manuales (O'Malley, 2006).

En su trabajo sobre la implementación del seguro de responsabilidad civil en Estados Unidos, Simon (1998) sostiene que el automóvil, y virtualmente cualquier aspecto de su propiedad y operación, se convirtió en un motor de desarrollo de nuevas estrategias de gobierno. Los debates acerca de la política se convirtieron en una cuestión de racionalidad básica de gobierno o gubernamentalidad. Un rasgo común de las distintas iniciativas estatales en materia de tránsito es la centralidad que asumen las conductas para la mejora de la seguridad vial. En este sentido, desde las distintas medidas

"La prevención apunta no solo a reducir el riesgo de lesión, sino, y sobre todo, a minimizar proactivamente su exposición."



de gobierno se busca crear un individuo conocedor de las reglas y responsable de las consecuencias de sus actos.

En Argentina, la difusión del automóvil implicó, como en otros lugares, un desafío para los gobiernos. Este objeto que circulaba por las calles y caminos del país dio lugar a una serie de iniciativas a nivel legal y nuevos aspectos de la vida social comenzaron a ser objeto de control. Las velocidades y sentidos de circulación, los lugares permitidos para estacionar, la identificación de los vehículos, los requerimientos técnicos necesarios, así como también la implementación del seguro obligatorio de responsabilidad civil fueron algunas de esas regulaciones. El desafío cobró distintas formas a nivel legal porque las leyes de tránsito se gestaron en distintos momentos históricos. Además de los cambios técnicos de los vehículos, la infraestructura cambiaba y las necesidades a las cuales dar respuesta también.

Figura 1. Afiche de campaña de educación vial de la Dirección Nacional de Vialidad, 1934



Fuente: Memoria DNV, 1934.

Figura 2. Afiche de campaña de cambio de mano, 1945



Fuente: AGN.

A mediados de la década del 30, se registran los primeros intentos de regulación del tránsito al nivel nacional. Así, en 1932, a través de la Ley 11658, se creaba la Dirección Nacional de Vialidad y, a partir de su puesta en funcionamiento al año siguiente, se puso en evidencia la necesidad de contar con legislación de tránsito para los caminos nacionales. Si comunicar los distintos puntos del país entre sí era una apuesta fuerte en la construcción tanto material como simbólica del territorio, se hacía evidente la necesidad de contar con leyes que ordenaran la circulación por los nuevos caminos.

En 1936, entró en vigencia el Reglamento General de Tránsito en los Caminos Nacionales. Las disposiciones tenían que ver con un ordenamiento general que incluía distintos aspectos, como requerimientos técnicos, exigencias para conducir, límites de velocidad, estacionamiento, organización de carreras, regulación del transporte de pasajeros, seguro obligatorio de responsabilidad civil e infracciones. Este Reglamento es el primero que establece normas de tránsito para todo el país, necesarias para los caminos que se construirían en el futuro.

En 1945, bajo la presidencia de Edelmiro Farrel, se reemplazó el reglamento anterior a través de un decreto presidencial que en 1949 se aprobó con fuerza de ley. Esta vez el contexto es de plena ruptura con Inglaterra y la estatización de los ferrocarriles. El argumento principal de las modificaciones refería a la necesidad de contar con legislación acorde a los cambios tecnológicos y a la modernización de los medios de transporte.

Por esos años se consolidaba una estructura productiva centrada en la actividad industrial. En el ámbito del transporte, la nacionalización de los ferrocarriles, la decisión de producir materiales para el transporte y el incentivo de la industria automotriz se inscriben en estas preocupaciones estratégicas. Desde mediados de la década del cuarenta se acentúan las necesidades de transporte tanto de bienes como de personas, que el proceso de industrialización incipiente en la década anterior había requerido. Todos estos elementos se conjugan y dan marco para la elaboración de nueva legislación en materia de tránsito.

Durante la última dictadura cívico militar, en septiembre del año 1983, el Poder Ejecutivo aprobó una ley de tránsito que fue derogada en el Parlamento dos años más tarde. Es elocuente cómo, al analizar la estructura de la ley, esta se distingue significativamente de las otras leyes. En su misma estructuración se evidencia el carácter represivo de su concepción, aún bajo el argumento de garantizar libertades. En ella se antepone las sanciones a la enunciación de reglas, se plantea la necesidad de instancias de articulación a nivel nacional y se destaca la importancia de la educación vial. Es en esta ley en la que aparece por primera vez la expresión "seguridad vial".

"La mayor parte de las medidas impulsadas desde la administración nacional se concentran en el control social: velocidad, alcoholemia y licencia por puntos."



En el año 1994, en el marco del proceso de reforma y modernización del Estado, durante la presidencia de Carlos Menem, se aprobó la Ley de Tránsito 24449 que está vigente en la actualidad. El proceso de modernización incluyó la concesión de los principales corredores viales. La discusión sobre la autoridad de aplicación de la ley en las rutas nacionales ocupó gran parte de los debates parlamentarios. En ellos también se reflejaban preocupaciones centradas en dar respuesta al creciente número de muertes en siniestros de tránsito y se ponía de relieve la importancia de mejorar tanto los controles como la toma de conciencia a partir de la educación vial. Se complejizan los criterios para establecer los límites de velocidad y se establecen normas de seguridad nuevas para circular.

Progresivamente, las leyes afinan su campo de aplicación: se vuelven más precisas y se ocupan de regular aspectos más sutiles. Comienza a cobrar fuerza la preocupación por disminuir los riesgos. Se complejizan los parámetros de la noción de seguridad: la evolución de los límites de velocidad o el uso obligatorio de nuevos dispositivos de

"El centro de la idea de 'accidente' (como conjunción de factores frecuentes) contradice el hecho de centrarse en la infracción de las reglas."



seguridad son ejemplo de ello. El gobierno de las conductas individuales concentra cada vez más atención. Por un lado, se exige la responsabilidad de cumplir con requerimientos técnicos, legales y de seguridad del vehículo. Pero fundamentalmente asumen centralidad los comportamientos individuales en el tránsito: los derechos de paso, los adelantamientos y las velocidades son algunos pocos ejemplos. Estas conductas se precisan y se convierten en el eje central de la actuación en seguridad vial. En definitiva, lo que cobra mayor relevancia es la búsqueda de intervenir en el tránsito a través de instrumentos normativos que logren modelar conductas más prudentes y menos peligrosas.

En cuanto a las intervenciones estatales en seguridad vial, diferentes estudios que analizaron experiencias en otros países han mostrado cómo la responsabilidad individual ocupa el centro de la política en la materia y es también lo que ocurre en nuestro país.

El paquete normativo que enmarca las medidas de seguridad vial a nivel nacional incluye diferentes medidas de control y prevención en las que el problema de la seguridad vial recae en la responsabilidad de los conductores. En el estudio de estas iniciativas se observa que se jerarquizó el rol del Estado en la materia, por ejemplo, con la creación de la Agencia Nacional de Seguridad Vial en 2008. Para afrontar el problema de la seguridad vial, las políticas estatales se enmarcan en las leyes nacionales de Tránsito y Seguridad Vial.

La mayor parte de las medidas impulsadas desde la administración nacional se concentran en el control social: de velocidad, de alcoholemia y la licencia por puntos (que en el año 2022 se implementó en CABA). La aprobación de esta nueva legislación en 2008 instala a la seguridad vial como "política de Estado". En los distintos documentos, el tema se define como un problema urgente sobre el cual hace falta actuar y en cuya resolución el Estado tiene un rol central. Esta centralidad atribuida al Estado se produce en un contexto de revalorización de las capacidades del mismo ocurrido durante los gobiernos de Néstor Kirchner y Cristina Fernández. Sin embargo, el centro de la intervención se ubica en las conductas de los distintos usuarios del tránsito.

El problema de la seguridad vial se aborda a partir de una doble estrategia. Por un lado, a través de los controles y la sanción. Por otro lado, estas medidas se complementan con iniciativas de educación y de concientización. Los manuales de conductor y las campañas de prevención constituyen tecnologías de gobierno destinadas a fortalecer el autogobierno de los actores. Se plantea la educación vial como parte de la formación ciudadana.

Diversos análisis sociológicos de experiencias europeas, sobre todo en Francia, dan cuenta de las diferentes iniciativas para mejorar la seguridad vial y con ello bajar la cantidad de muertos y heridos en hechos de tránsito. Pérez-Díaz (2004) señala que la disminución de las muertes en hechos de tránsito experimentada en Francia desde principios de los años setenta se atribuye a distintos factores: al mejoramiento de los vehículos, de la infraestructura y al manejo de la conducta a través de la ley penal y la prevención. Sin embargo, actualmente, las expectativas se centran en los comportamientos de los conductores. A pesar de los múltiples factores reconocidos en los siniestros de tránsito, los conductores son generalmente considerados los responsables de los "accidentes". Los medios de acción en la materia son entonces la educación, en el largo plazo; y la prevención y la represión, en el corto plazo. Es decir, que las iniciativas de gobierno se dirigen principalmente a generar comportamientos prudentes y a la minimización de riesgos. Sin embargo, incluso cuando el conductor es responsable de haber perdido el control del vehículo, el comportamiento humano no siempre es el único origen de un siniestro. Por otro lado, en estas iniciativas se concede al derecho penal el derecho a modificar el comportamiento, no solo debido a la

prohibición, sino también a una vocación preventiva que requiere que las infracciones sean identificadas y castigadas. Para ello, las normas deben aplicarse de modo efectivo con una frecuencia bastante alta, según lo estipulado en los modelos de riesgo. Pérez-Díaz concluye que el éxito de ciertas medidas tiene más que ver con los avances técnicos en materia de control que en materia jurídica. Esos sistemas de control y sanción incrementan las posibilidades de detectar al infractor. Es el caso de los controles automáticos de velocidad.

Por su parte, en su análisis crítico de las distintas estrategias de prevención de seguridad vial en varios países europeos, Brenac (2004) cuestiona el carácter moral de muchos de los supuestos de las políticas de prevención, en particular la idea de que los accidentes suceden únicamente a los conductores que no respetan las reglas (en Argentina esta lectura tiene mucha resonancia). El centro de la idea de "accidente" (como conjunción de factores frecuentes) contradice el hecho de centrarse en la infracción de las reglas. Los estudios muestran que los accidentes ocurren como resultado de "errores" más que de infracciones. Las preocupaciones sobre la seguridad vial causadas por los problemas de excesos de velocidad facilitaron nuevas campañas públicas que intentaron restringir el tránsito automovilístico.

Figura 3. Afiche de campaña de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2012



"El problema de la seguridad vial se aborda a partir de una doble estrategia. Por un lado, a través de los controles y la sanción. Por otro lado, estas medidas se complementan con iniciativas de educación y de concientización."



Fuente: ANSV.

Se advierte cómo desde la concepción y las justificaciones, este énfasis en el control de las conductas y en la concientización para abordar la seguridad vial está en línea con lo planteado desde la perspectiva de la gubernamentalidad, porque se busca disminuir los riesgos no solo a través del control y la represión, sino también por medio de la concientización. De este modo, se configuran nuevas dimensiones de los comportamientos en el tránsito que son objeto de intervención por parte de los gobiernos. Se controla y se busca modelar los comportamientos en el sentido de la prudencia y la minimización de riesgos. Por un lado, se establece la concientización a través de campañas y manuales de educación vial, y por el otro lado, las políticas tienen un aspecto represivo manifiesto en los controles y las sanciones.

"El abordaje de la seguridad vial sostenible asume que los siniestros ocurren cuando los errores latentes en el sistema de tráfico y las acciones no seguras durante la participación del tráfico coinciden en una secuencia de tiempo y lugar."



En cuanto a las campañas en nuestro país, como rasgo general, el problema de los siniestros de tránsito recae en la imprudencia y la falta de responsabilidad de los conductores, donde se puede identificar un énfasis particular en la conducta de los propios actores. La Agencia Nacional de Seguridad Vial incorporó en los últimos años información estadística que ayudaría a conformar una conducta responsable.

En los debates en seguridad vial que se dan en la actualidad se advierte sobre el error de pensar la prevención de riesgos a partir de comportamientos individuales. Se propone, en cambio, abordar la cuestión de la seguridad en el tránsito desde una perspectiva más integral y sistémica, en la cual el factor humano se enlaza con otros de igual o mayor peso, como la seguridad de los vehículos y la infraestructura vial.

El abordaje de la seguridad vial sostenible asume que los siniestros ocurren cuando los errores latentes en el sistema de tráfico y las acciones no seguras durante la participación del tráfico coinciden en una secuencia de tiempo y lugar. Dado que no se pueden evitar completamente las acciones no seguras, la visión de la seguridad sostenible, implementada en algunos países de Europa, como Holanda, se propone eliminar los errores latentes del tránsito.

Este tipo de medidas apunta a reducir las decisiones momentáneas e individuales del usuario que orientan las acciones en el tránsito, ya que estas elecciones pueden no ser las óptimas y pueden aumentar los riesgos (Wegman, y Letty, 2006). El enfoque de la seguridad sostenible, tal como se desarrolló en Holanda, es el primer ejemplo del enfoque de Sistema Seguro (OECD, 2008). Suecia elaboró la Visión Cero y tiempo después Australia desarrolló su propio enfoque de Sistema Seguro. Los tres países desarrollaron enfoques similares, pero cada uno de ellos se ajustó a sus propias condiciones locales.

La política en seguridad vial se formó en respuesta al despliegue de nuevas tecnologías de transporte que afectaron la movilidad cotidiana y es un proceso que se vincula de manera estrecha con la gubernamentalidad y la modernización. Queda planteado el interrogante sobre si estas nuevas miradas en torno de la seguridad vial permitirán encontrar solución a un problema que constituye un desafío para los gobiernos desde los primeros años de difusión de los vehículos automotor.

Bibliografía

Brenac, Thierry (2004). "Insécurité routière: un point de vue critique sur les stratégies de prévention", *Espaces et sociétés*, n.º 118.

Bess, Mike y del Cueto, Carla (2018). "Seguridad vial", en Zunino Singh, Dhan, Giucci, Guillermo y Jirón, Paola (eds.) *Términos clave para los estudios de movilidad en América Latina*. Buenos Aires: Biblos.

Gusfield, Joseph (1981). *The Culture of Social Problems*. Chicago: Chicago Press.

Kessler, Gabriel (2008). "Los medios y la cuestión vial en las últimas décadas", VI Jornadas de Sociología de la UNGS, Universidad Nacional de Gral. Sarmiento.

Kessler, Gabriel (2009). *El sentimiento de inseguridad en la Argentina*, Buenos Aires: Siglo XXI.

OECD y Foro internacional de transporte (2008). *Objetivo cero. Objetivos ambiciosos para la Seguridad Vial y el Enfoque sobre un Sistema Seguro*.

O'Malley, Pat (2006). *Riesgo, neoliberalismo y justicia penal*. Ed. Buenos Aires: Ad-Hoc.

O'Malley, Pat (2007). "Experimentos en gobierno. Análisis gubernamentales y conocimiento estratégico del riesgo", *Revista Argentina de Sociología*, año 5, n.º 8.

Pérez-Díaz, Claudine (2004) "Les acteurs du système de contrôle-sanction de sécurité routière", *Espaces et sociétés*, n.º 118.

Rojas, Pablo (2015) "Prólogo", en Petit, Luciano. *Sistema tránsito y seguridad vial: modelo interaccional, comportamental de tránsito: diagnóstico, magnitud y predicción*. Buenos Aires: Universidad Abierta Interamericana.

Sánchez Ferreira, Emilio (2012). "Hacia un análisis sociológico de la siniestrabilidad vial", *Aposta, revista de ciencias sociales*, n.º 52, enero, febrero y marzo <http://www.apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/esanchez.pdf>

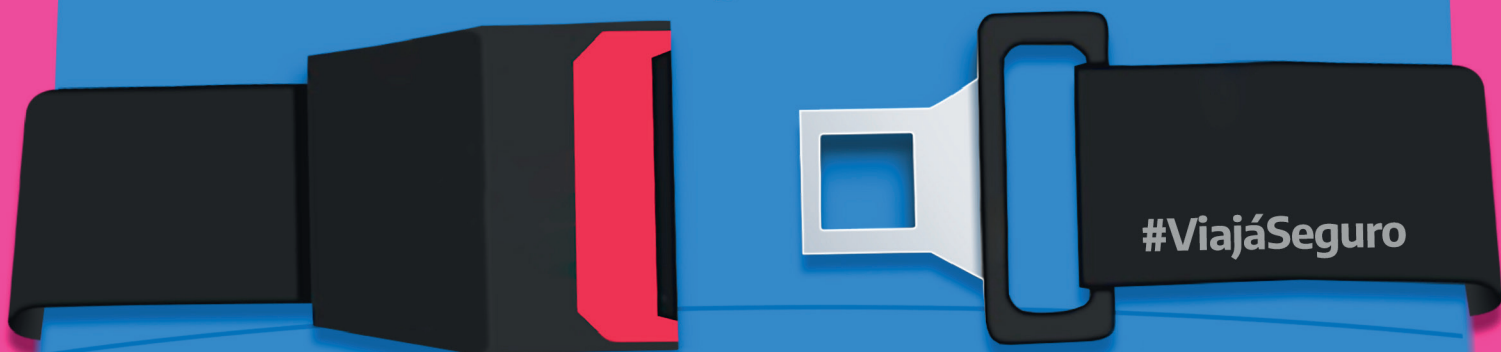
Simon, Jonathan (1998). "Driving Governmentality: Automobile, Accidents, Insurance, and the Challenge to Social Order in the Inter-War Years, 1919 to 1941", *Connecticut Insurance Law Journal*, n.º 4.

Tabasso, Carlos (2012). *Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial*. Instituto Vial Ibero-americano. Recuperado de http://www.institutoivia.com/doc/tabasso_124.pdf.

Wegman, Fred y Aarts, Letty, eds. (2006). *Advancing Sustainable Safety National Road Safety Outlook for 2005-2020 Editors*, SWOV, Leidschendam.

Usá siempre
cinturón de
seguridad

Tuki





Rogelio R Marzioletti
*Piloto de ensayos en
vuelo (EPNER-Francia),
Piloto de Línea Aérea
e investigador de
accidentes.*

EVALUACIÓN OPERACIONAL DE AERONAVES

La certificación y las actividades de operaciones y mantenimiento: una relación virtuosa

La mejora de la seguridad en la aviación de transporte de las últimas décadas requiere una evaluación continua de los procesos existentes para identificar áreas de mejora en la prevención de los accidentes, en la comprensión de las causas y en las medidas de rectificación.

Las interfaces

Los sucesos aeronáuticos más recientes enfatizan la naturaleza compleja de la prevención de accidentes y la importancia de comprender y mejorar los procesos asociados con las interfaces entre la certificación y las actividades de operaciones y mantenimiento.

A modo de ejemplo, se presentan brevemente dos casos.

1. El accidente del vuelo 261 de Alaska Airlines¹

La aeronave McDonnell Douglas MD-83 tuvo una pérdida de control en vuelo y posterior caída en picada donde se registraron fallas en el mantenimiento del control del sistema de compensación del control longitudinal o trim.

La Junta Nacional de Seguridad en el Transporte (NTSB) de Estados Unidos consideró una serie de posibles motivos, incluyendo las prácticas de mantenimiento. El análisis de la tuerca del estabilizador reveló que las piezas no estaban lubricadas y produjeron un desgaste excesivo de la rosca de la tuerca.

La investigación identificó, además, problemas sistemáticos de supervisión en los programas de mantenimiento, en el proceso de aprobación de las prórrogas de intervalos de mantenimiento y en el cumplimiento de los requisitos de certificación por parte de la autoridad aeronáutica.

2. Los accidentes del vuelo 610 de Lion Air² y del vuelo 302 de Ethiopian Airlines³

Un ejemplo típico sobre las interfaces entre la certificación y las actividades de operaciones y mantenimiento de las aeronaves, es el caso del Boeing 737 MAX.

Los accidentes de estos aviones ocurrieron en un lapso de cinco meses. El comité de investigación constituido detectó, entre otros eventos, que hubo fallas en el proceso de certificación y en la evaluación operacional de la aeronave.

Las tripulaciones no habían sido informadas ni instruidas sobre el nuevo sistema de Boeing, Maneuvering Characteristics Augmentation System, conocido por su sigla MCAS. Se trata de un sistema automático que recibe información de sensores de ángulo de ataque (AOA Sensors) ubicados en la nariz del avión y que actúa sobre el estabilizador horizontal de la aeronave.

El software instalado fue diseñado para evitar incrementos de ángulos de ataques no comandados originados

por efectos del empuje de los motores. Una falla en el sistema activó erróneamente el MCAS y produjo una serie de efectos en cascada que generaron situaciones extremas para controlar longitudinalmente la aeronave.

Boeing no consideró necesario modificar los Manuales de Vuelo y de Operación de la aeronave ni tampoco informó a los pilotos de la existencia de este sistema, ya que consideraba que no debía alterar mayormente el manejo operativo. Tampoco llevó a cabo un programa de capacitación formal para familiarizar a los pilotos con las diferencias entre los antiguos y nuevos modelos Boeing.

Como consecuencia de estos accidentes, se detuvo la operación del Boeing 737 MAX y se inició un proceso de recertificación con la participación de expertos de la Administración Federal de Aviación (FAA) de Estados Unidos, la Agencia Canadiense de Aviación Civil (TCCA), la European Union Aviation Safety Agency (EASA) y la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC) de Brasil.

Los ítems analizados en el proceso de validación fueron:

- El software de la aeronave.
- Los procedimientos de la tripulación de vuelo.
- La instrucción en vuelo y de mantenimiento.
- El mantenimiento requerido.
- El simulador de vuelo.
- La Lista Maestra de Equipo Mínimo.
- Las normativas de certificación.

La evaluación operacional de aeronaves

Es un proceso integrado que debería ser realizado por las autoridades aeronáuticas para un nuevo modelo de aeronave que requiere para su operación una habilitación de aeronave tipo o para un modelo ya certificado cuando se incorporen modificaciones. Esta tarea debe ser realizada por grupos de especialistas en certificación en las aéreas de ingeniería, tripulación de vuelo, tripulación de cabina y de mantenimiento. Los objetivos de este proceso son los siguientes:

- Evaluar todos los elementos que hacen al cumplimiento con las normas operacionales, incluyendo la idoneidad operacional con especial énfasis en procedimientos normales, anormales y de emergencia, así como también toda la documentación operacional.
- Establecer los prerequisites de las tripulaciones de vuelo como así también la experiencia previa.
- Definir los requisitos de habilitación de tipo solicitados para la operación de la aeronave.

1. Accidente ocurrido en enero de 2000 con 89 víctimas fatales.

2. Accidente ocurrido en octubre de 2018 con 189 víctimas fatales.

3. Accidente ocurrido en marzo de 2019 con 157 víctimas fatales.

- Determinar la similitud operativa con el modelo de aeronave certificado anteriormente, cuando corresponda.
- Proveer los requisitos de diferencias para las tripulaciones cuando estos fueran necesarios.
- Recomendar Procedimientos Operacionales Estándares (SOPs) para el nuevo modelo de aeronave o modificada.
- Recomendar estándares mínimos en las áreas de énfasis (por ejemplo: Flight Management System -FMS-, Electronic Checklist, all weather/low visibility operations -LVO-, etc.).
- Determinar los requisitos aplicables para la instrucción de los pilotos, exámenes de eficiencia y mantenimiento de la idoneidad.
- Analizar el cumplimiento de las aeronaves de las normas de operación según las normativas vigentes, en el caso de Argentina, las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) Partes 91⁴, 121⁵ y 135⁶.
- Definir las características de los dispositivos utilizados en la formación de pilotos, ya sean Flight Simulation Training Devices (FSTD), Full Flight Simulators (FFS), Flight Training Devices (FTD) o dispositivos utilizados para la profundización de conocimientos teóricos.
- Uso de equipos o funciones como Electronic Flight Bag (EFB), Head Up Display (HUD), Sistema de Visión Mejorada (EVS), etc.
- Recomendar la formación del *staff* de certificación del área de mantenimiento.
- Aprobar la Lista Maestra de Equipo Mínimo (MMEL).
- Evaluar mejoras técnicas y de características de vuelo que los fabricantes incorporan en aeronaves de producción (por ejemplo: incremento del techo operativo, incorporación de equipamiento, Separación Vertical Reducida Mínima-RVSM, integración de *autothrottle*⁷ en el sistema de vuelo automático, etc.)

Además, si es aplicable:

- Recomendar estándares mínimos de formación y la respectiva área de énfasis, verificación de competencias y vigencia de los tripulantes de cabina (incluidos los requisitos de instrucción de diferencias).

Los resultados de los procesos de evaluación operacional de las aeronaves deberían estar publicados en el sitio web de la autoridad aeronáutica como Informe de Evaluación Operacional. Este informe constituye una referencia para los procesos de certificación de explotadores de servicios aéreos, organizaciones de instrucción aprobadas y certificación del personal aeronáutico, entre otros.

Evaluaciones en vuelo para legitimar el certificado tipo de aeronave

Son aquellos ensayos realizados con el propósito de demostración o verificación del cumplimiento con los estándares de aeronavegabilidad aplicables, a fin de asegurar que cada aeronave se ajuste a su diseño de tipo y esté en condiciones de operación segura.

El proceso se inicia con la participación de un equipo de especialistas según la complejidad técnica del producto aeronáutico a certificar. Puede cubrir áreas como estructuras, propulsión, sistemas y equipos, aviónica, performances, dificultades en servicio, aeronavegabilidad continuada y ensayos en vuelo. El primer paso consiste en preparar un programa de actividades que incluya las evaluaciones en vuelo.

Ejecución de ensayos en vuelo

El programa de ensayos en vuelo consiste generalmente en verificaciones de aquellas performances y características de vuelo consideradas más críticas. Además, pueden ser incluidas en el programa verificaciones de algunos sistemas específicos.

Del análisis de la documentación de certificación o de antecedentes conocidos de la aeronave pueden surgir sospechas sobre estados marginales en el cumplimiento de ciertos requisitos. Por esta razón es que deben explorarse las zonas de duda y tomar determinaciones sobre la aceptabilidad o no del asunto o formular objeciones o presentar las discrepancias correspondientes.

En algunos casos pueden surgir exigencias de modificaciones significativas y en otros pueden ser de menor magnitud, tal como incluir información en las publicaciones operacionales. A modo de ejemplo, se presentan a continuación dos casos.

4. Reglas de Vuelo y Operación General.

5. Requerimientos de Operaciones Regulares Internas e Internacionales: Operaciones Suplementarias.

6. Requerimientos de Operación: Operaciones No Regulares Internas e Internacionales.

7. Sistema de Control de Empuje automático.

1. El caso de la legitimación del Boeing 707 en el Reino Unido (UK)

Tras la realización de los análisis y vuelos de certificación, la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido (CAA) exigió la incorporación de un dispositivo que restaura la estabilidad a niveles aceptables en el sistema de los controles de vuelo para incrementar la estabilidad a baja velocidad con flaps extendido. Esta aeronave no presenta ningún problema de estabilidad, excepto en la configuración de flaps totalmente extendido durante las desaceleraciones para certificar la velocidad de pérdida de sustentación. En estas maniobras de desaceleración, se generan incrementos de cabeceo no comandados o *Pitch Up* que deben ser contrarrestados agresivamente por el piloto para evitar llegar a valores que comprometan la seguridad de vuelo.

2. El caso de la legitimación del McDonnell Douglas MD-88 en la República Argentina

Durante el proceso de legitimación del avión que integraría la flota de Aerolíneas Argentinas, hubo que presentar un requerimiento formal a la Federal Aviation Administration (FAA) para que se incluya en los Manuales de Vuelo una advertencia sobre un fenómeno importante de inestabilidad, por efecto de la compresibilidad, presente dentro del dominio de vuelo.

El fenómeno se presenta a Mach 0.83 (Mach máximo operativo 0.84) y a partir de esta velocidad las aplicaciones del timón de dirección hacia un lado (izquierdo o derecho) producen alabeos inducidos inversos, contrariamente a lo que sucede en el resto del dominio de vuelo.

El Manual de Vuelo del Fabricante no advertía sobre este problema, por lo que las tripulaciones ignoraban este comportamiento anómalo. Tras largas discusiones, la FAA aceptó que el piloto no debía desconocer este fenómeno y que, si en algún momento incurrió en el rango de dichas velocidades, debería tener la certeza de cuál sería la aplicación de los comandos para salir de dicha situación. Finalmente, se modificó el Manual de Vuelo para Argentina y se incorporó la advertencia sobre este fenómeno denominado *rudder reversal*⁸.

CONCLUSIONES

Los procesos de certificación y las interfaces con la operación y mantenimiento de las aeronaves son responsabilidades específicas de las autoridades aeronáuticas y de la industria. Es necesario ampliar la mirada y considerar intensamente las lecciones aprendidas de los accidentes ocurridos.

La industria aeronáutica evoluciona a pasos agigantados y las autoridades aeronáuticas tienen el deber de acompañar este contexto tecnológico cada vez más complejo.

A su vez, para lograr avances significativos en la reducción de la tasa de accidentes, se requiere una mejor comprensión de los problemas que afectan el desempeño del factor humano. Los fabricantes tienen el reto de desarrollar sistemas que sean menos propensos a la comisión de errores, y los procedimientos deben ser más explícitos y más robustos con respecto al rango de habilidades y técnicas del personal de operaciones (incluido el personal de cabina de pasajeros) y mantenimiento.



⁸. Este fenómeno es una característica de alta velocidad inherente a toda la familia MD 80.



ENTREVISTA AL DOCTOR MIGUEL LABORDE

“Sería una política sensata del gobierno producir hidrógeno a partir de gas natural”

El equipo técnico del Área de Seguridad Ambiental en el Transporte (ASET) conversó con el doctor Laborde acerca de la actualidad del hidrógeno en Argentina, para analizar cuáles son los mecanismos de transporte para el hidrógeno, los países estratégicos y la necesidad de los recursos humanos en los estudios, entre otros temas.

"Argentina cuenta con gas natural en abundancia", confirma Miguel Ángel Laborde, profesor emérito de la Facultad de Ingeniería de la UBA, doctor en Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de La Plata, exmiembro del Directorio y expresidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet). Compartimos nuestro diálogo con uno de los principales referentes en la materia de hidrógeno en Argentina, quien en 2013 fue convocado para ser uno de los colaboradores y autores del Plan Nacional de Hidrógeno.

¿Qué es el hidrógeno verde?

Antes de contestar, es necesaria una introducción: el hidrógeno es incoloro.

Los colores que se le asignan dependen de cómo se obtiene, o sea, cuál es la materia prima utilizada y cuál es la fuente de energía necesaria para que la reacción ocurra.

Entonces, se ha generalizado el concepto de hidrógeno verde cuando la materia prima es agua, cuando la fuente de energía es eólica, solar o renovable, puede ser incluso hidráulica o nuclear, y el proceso es la electrólisis. Es decir, en una cuba donde hay agua se ingresan dos electrodos, sumado a una cantidad de corriente importante; esa energía eléctrica rompe la molécula de agua dando hidrógeno y oxígeno libre de carbono.

En general, el hidrógeno verde es aquel que se obtiene libre de las emisiones de dióxido de carbono que se pueden generar cuando usás, por ejemplo, gas natural para obtener hidrógeno. A esto último se lo denomina hidrógeno gris. Si en el proceso se incluye la captura del dióxido de carbono para que no se emita a la atmósfera, entonces el hidrógeno es azul.

Además, se lo llama hidrógeno verde cuando se obtiene de la biomasa que, si bien libera dióxido de carbono a la atmósfera, cuando crece y absorbe dióxido de carbono, el efecto de la cuna hasta la tumba sería no emisiones de este gas.

Luego de esta introducción, entendemos al hidrógeno verde como el que se obtiene por electrólisis del agua y con energías renovables, porque siempre que se quiere obtener este elemento químico se requiere energía. Además, la energía que se gasta para la producción siempre es mayor que la que te puede dar.

¿Cómo se produce el hidrógeno en Argentina?

Es fácil producir hidrógeno en cualquier parte del mundo, mientras existan los recursos. Se requiere una fuente de energía, agua y el electrolizador. Si se cuenta con gas natural, es por un proceso que se conoce como reformado con vapor; una tecnología muy madura al igual que la electrólisis.

En Argentina, este componente se usa en la industria y se produce a partir de gas natural por reformado con vapor, sin captura de dióxido de carbono en algunos casos y con captura en otros casos.

¿Cómo se puede implementar el hidrógeno verde en el transporte? ¿Cuáles son las etapas de implementación?

El hidrógeno, cualquiera sea el color, requiere de una infraestructura para implementarse en el transporte.

Se puede utilizar como combustible directo –combustión de hidrógeno con aire–, en lugar de combustionar nafta.

Ese tipo de uso tiene dos inconvenientes: primero, el famoso ciclo de Carnot, donde la energía se escapa por el caño de escape y se pierde una gran parte. El otro inconveniente es que a esa temperatura de combustión del hidrógeno con el oxígeno, como en el aire hay nitrógeno, este reacciona y forma óxido de nitrógeno; vapor anaranjado que genera, a posterior, una lluvia ácida.

Por lo tanto, la manera más eficiente para utilizar hidrógeno en el transporte es combinarlo con una pila de combustible, que es una especie de batería en la cual se alimenta permanentemente el hidrógeno con el oxígeno. En esta reacción se forma agua sin combustión y esa energía química se transforma en energía eléctrica. El resultado: un coche eléctrico, que en lugar de enchufarlo a 220v, recurrís a una estación de servicio y cargás hidrógeno.

Ahí se encuentra el problema de infraestructura, se requieren estaciones de servicio de hidrógeno y esas estaciones cuestan uno o dos millones de dólares, aproximadamente. Además, como Argentina es tan extensa, se requiere una red importante de estaciones de dicha índole.

¿En qué modo de transporte es más posible su implementación y por qué?

El hidrógeno estaría destinado a vehículos pesados y que necesitan de una gran autonomía. Por ejemplo, ómnibus de larga distancia, ómnibus de corta distancia, trenes y camiones. Una ventaja que se obtiene es contar con una estación de servicio de hidrógeno en las terminales de los distintos modos de transporte. Pero, básicamente, es para vehículos pesados.

En lo que respecta a transatlánticos, aviones y buques en general se piensa en biocombustibles derivados del hidrógeno o derivados de la biomasa. Se descarta el fuel oil y el combustible para aviones a base de queroseno.

¿Cuáles son las limitaciones de la producción e implementación del mismo?

Las limitaciones más grandes para la economía del hidrógeno, además de la infraestructura de estaciones de servicio, es su almacenamiento y posterior transporte, debido a que es un gas muy liviano, poco denso y se escapa por todos los costados. Tiene una difusión muy grande e incluso puede fragilizar el acero de los tubos; se está estudiando mucho el almacenamiento de transporte.

Las alternativas que quedan son almacenarlo como hidrógeno de alta presión: 700 bares aproximadamente o almacenarlo como hidrógeno líquido.

El problema del hidrógeno líquido es que se debe licuar a 20 Kelvin y mantenerlo a esa presión y temperatura, con lo cual es bastante costoso; pero en principio son las dos únicas alternativas que hay para transportar el hidrógeno.

Existe una tercera alternativa que es utilizar una molécula carrier, por ejemplo, el amoníaco que cuenta con tres átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno, pero no tiene átomos de carbono. Entonces, la idea es producir amoníaco a partir de hidrógeno verde y luego, en el lugar que se utilice, volver a descomponer el amoníaco.

¿Cuáles son los mecanismos de transporte para el hidrógeno que existen? ¿Y los más viables para Argentina?

Para distancias cortas o relativamente cortas se pueden utilizar las cañerías/tuberías y las que son para gas natural podrían usarse para transportar hidrógeno, o bien, transportarlo en camiones. La cuestión es el análisis del estado de esas tuberías.

Otra alternativa, también pensando en aplicaciones móviles, es la mezcla hidrógeno-gas natural. Si los vehículos que funcionan a GNC pudiesen funcionar con mezcla de GNC-hidrógeno, ya no serían vehículos eléctricos, sino vehículos a combustión similares a los actuales, pero que contaminan un poco menos.

¿Cuál es el marco regulatorio actual en Argentina?

Existía la Ley 26123 de hidrógeno editada en el 2006, pero que nunca fue reglamentada por la Secretaría de Energía, que era la autoridad de aplicación. Recién en 2013 se elaboró un "Plan Nacional de Hidrógeno" que iba asociado a la creación de un "Fondo Nacional del Hidrógeno" para facilitar la implementación de hidrógeno en el mercado. Pero todo esto se cayó cuando asumió la presidencia de la Nación, Mauricio Macri. Actualmente, se está recuperando.

La antigua ley de 2006 venció. Pasaron 15 años sin reglamentación, así que ahora el Congreso se encuentra analizando una nueva ley regulatoria.

Por otra parte, la Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Nación se encuentra en proceso de elaboración de la "Hoja de Ruta del Hidrógeno", por lo cual hizo un concurso con distintas consultorías para obtener la hoja de ruta para la producción, la demanda y el marco regulatorio.

El grupo que hemos formado como una alianza entre una consultora y los equipos de investigación del Conicet ganó el concurso para la producción de hidrógeno y estamos trabajando en ese sentido con la Secretaría de Asuntos Estratégicos.

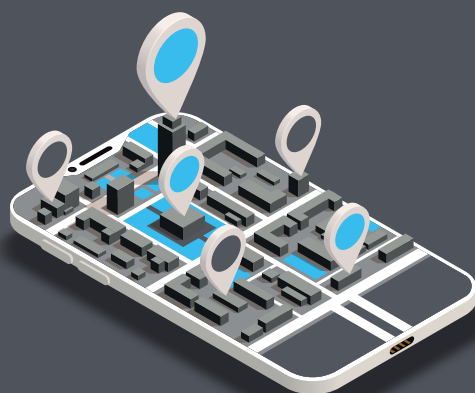


Con el método de la electrólisis para la obtención del hidrógeno verde se ahorrarían 830 millones de toneladas anuales de CO2.

El CO2 se origina cuando el gas se produce mediante combustibles fósiles. A su vez, reemplazar el hidrógeno gris en todo el mundo significaría 3.000 TWh renovables adicionales al año (similar a la demanda eléctrica actual en Europa). Aunque existen algunos interrogantes sobre la viabilidad de la producción, esas dudas se disiparán conforme avance la descarbonización del planeta y, en consecuencia, se abarate la generación de energía renovable.

Beneficios en la fabricación del hidrógeno verde.

La fabricación de hidrógeno representa oportunidades de inversiones y crecimiento para Argentina, principalmente por sus potenciales usos. Debido a esto, se presentó la Estrategia Nacional de Hidrógeno bajo en emisiones de dióxido de carbono 2030, que consiste en una articulación público-privada, sumada al diálogo estratégico de industrias asociadas con organismos científicos/tecnológicos.



MAPA DE SUCESOS

La JST desarrolló un mapa interactivo de los accidentes e incidentes investigados por el organismo

Permite visualizar los sucesos ocurridos en los distintos modos



Suceso
Automotor



Suceso
Marítimo,
Fluvial y Lacustre



Suceso
Aeronáutico



Suceso
Ferroviario



Suceso
Multimodal

- En base a esta información, desde la JST podemos impulsar Estudios de Seguridad Operacional para evaluar si la reiteración de sucesos está relacionada a posibles fallas en el sistema de transporte.



La entrevista fue realizada por el Director Nacional de Investigaciones de Sucesos Ferroviarios de la JST, Ing. Diego Di Siervi.

DESARROLLO DE TECNOLOGÍA CON FINES PROACTIVOS

Microscopio portátil para el análisis de superficies de desgaste en rieles

Entrevistamos al Ing. Maximiliano Zanin, secretario de Investigación, Innovación y Posgrado de la Facultad Regional Haedo de la UTN, quien nos habló sobre la importancia del fenómeno de contacto rueda-riel en el ámbito ferroviario y el desarrollo de un microscopio portátil experimental para la evaluación de perfiles y superficies de desgaste en rieles.

¿Cómo se vinculó con el ferrocarril?

Desde muy pequeño tuve interés en el ferrocarril. En Villa Regina, mi ciudad natal en Río Negro, el ferrocarril era el medio de transporte de larga distancia. En la década del 80, cuando era un niño, esperaba ansioso a los familiares que venían de Buenos Aires. Si bien ahora 1.000 km no son nada, para esa época esperar a nuestros primos que "venían de lejos" y que veíamos una vez por año, era algo magnífico. Por supuesto, ir a visitarlos a ellos en tren también lo era.

Después, siempre tuve inquietud de estudiar la historia de los ferrocarriles y la tecnología ferroviaria argentina. Poco a poco me introduje en este ámbito sin ser un ferroviario puro, sino por adopción.

¿En qué rama de la ingeniería mecánica se desempeña?

Tanto en investigación como en docencia me desempeño en el análisis de materiales, daño mecánico, deterioro superficial por desgaste y evaluación de lubricantes sólidos o autolubricados. Todas estas líneas de trabajo apuntan a la industria en general, con mayor énfasis en la industria del transporte, pero también en otras aplicaciones.

¿Hacia dónde se orienta su investigación dentro del ámbito ferroviario?

El transporte ferroviario en Argentina ha ido reflotando lentamente en las últimas décadas. Es sabido que la intención propuesta por diversos proyectos nacionales es la de incrementar la velocidad y la capacidad de carga de los vehículos ferroviarios. Es por ello que se deben estudiar los variados sistemas mecánicos adaptados a las tecnologías ya existentes, dentro de los cuales se encuentra el estudio de contacto rueda-riel.

¿A qué refiere el fenómeno de contacto rueda-riel?

Este fenómeno es probablemente el más característico en la investigación ferroviaria, ya que posee una influencia decisiva en la dinámica de este medio de transporte. Es un tipo de contacto entre pares metálicos en donde la superficie del riel tiene una mayor dureza que la rueda para incrementar su vida útil, pues los procesos de mantenimiento y recambio de los mismos involucran mayor trabajo que el recambio de las ruedas.

¿Cuáles son los factores que lo promueven?

La naturaleza de este contacto está influenciada por las fuerzas actuantes, la cinemática del vehículo y la geometría del contacto. Esta última se refiere a la sección transversal del riel y a la sección radial de la rueda. Además, los esfuerzos varían por la diferencia de curvaturas en el perfil de contacto.

La fricción y el desgaste en sistemas ferroviarios son generados por el movimiento relativo entre la rueda y el

riel. Estos se encuentran asociados al tipo de material, las características del contacto, la forma y topografía de la superficie. No es lo mismo un tren de carga en zonas secas con ambientes arenosos y con viento, que en zonas húmedas o costeras.

Se debe tener en cuenta que las irregularidades superficiales generan un contacto local aleatorio con variaciones en la fuerza de fricción y promueve incrementos en la tasa de desgaste en la interfaz rueda-riel.

"Este fenómeno es probablemente el más característico en la investigación ferroviaria, ya que posee una influencia decisiva en la dinámica de este medio de transporte."



¿Por qué es importante el estudio del desgaste de ruedas y rieles desde el punto de vista de la seguridad?

Evidentemente, si lo analizamos desde la seguridad, el desgaste de ruedas y rieles puede provocar *head checks*, deformaciones superficiales, ondulaciones, etc., que promueven el eventual desarrollo de fisuras con desenlaces no deseados.

El estudio del desgaste sobre los rieles puede aportar valiosa información al momento de evaluar las condiciones de contacto. Se estima que el desgaste en los rieles es más pronunciado en las curvas, desvíos y empalmes. A su vez, la predicción del desgaste en la rueda y el riel toma cada vez más importancia en el rendimiento del sistema en función de los parámetros del diseño.

Es claro que el estudio de superficies de rieles por medio de imágenes de alta resolución facilitaría la determinación de diferentes mecanismos de desgaste y sus causas.

Respecto a este último punto, ¿cuál es la finalidad del dispositivo de observación microscópica que viene desarrollando con su equipo?

El "microscopio portátil experimental para la evaluación de perfiles y superficies de desgaste en rieles" es un desarrollo que tiene por finalidad evaluar los perfiles de los rieles a partir de imágenes procesadas digitalmente que se puedan superponer sobre un modelo de un riel primitivo nuevo. Estas imágenes en foco poseen una posición de adquisición, lo cual permite también confeccionar un modelado 3D con las

imágenes reales. A partir de este desarrollo, se puede evaluar el aspecto superficial y la geometría global de la zona de análisis.

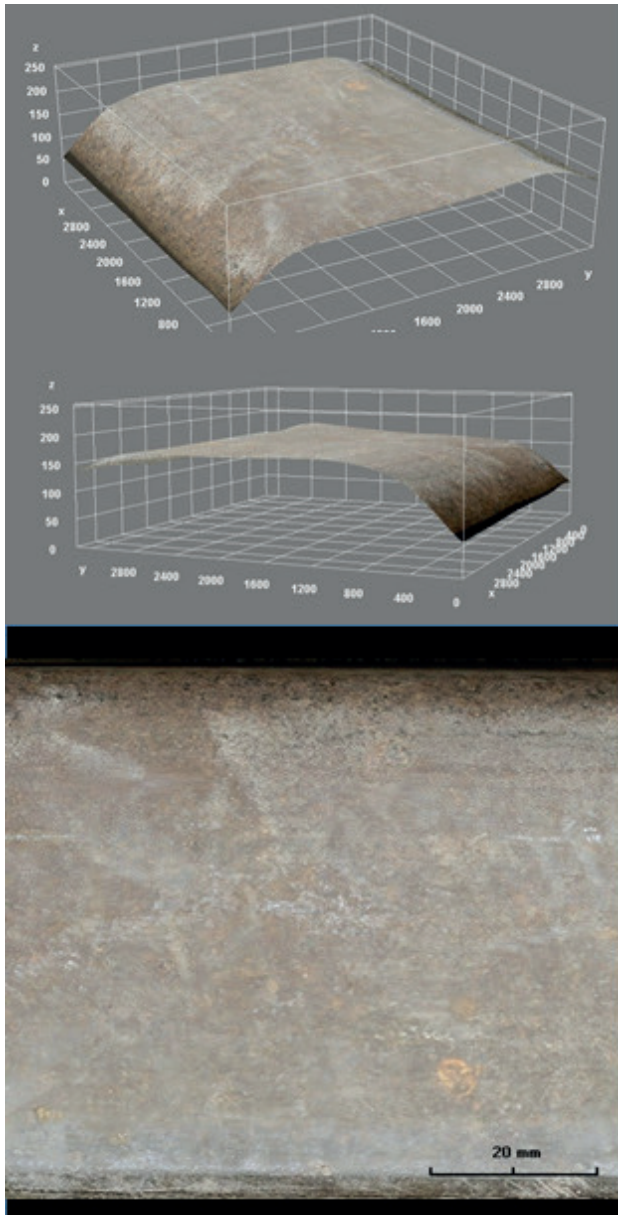


Figura 1. Imágenes de un perfil tridimensional y de la superficie de un riel elaboradas con técnicas de stitching y stacking

¿Cómo surgió la idea y cuándo comenzó a materializarse?

La idea surgió de la observación y el estudio de zonas de desgaste de rieles críticas como curvas y empalmes en los rieles. En el año 2016, con el recién formado Grupo de Ensayos de Desgaste y Fricción Sólida de la Tecnicatura Superior en Material Rodan-

te Ferroviario de la UTN, culminamos, en conjunto con el ingeniero electrónico Nicolás Urbano Pintos¹, una plataforma de movimientos lineales tridimensionales para la adquisición de imágenes, que nos permitió compilarlas y procesarlas digitalmente. Nicolás se encargó del diseño de la electrónica, la programación de los microcontroladores, los ensayos y de la puesta en marcha de los motores del dispositivo. A su vez, llevó a cabo la programación de la interfaz gráfica para la adquisición de las imágenes. Actualmente es el responsable del procesamiento digital de las imágenes de las muestras de rieles obtenidas por el microscopio.

Cristian Donato, perteneciente al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, participó en el diseño e impresión de piezas 3D y fue el encargado del ensamble mecánico del dispositivo.

"La fricción y el desgaste en sistemas ferroviarios son generados por el movimiento relativo entre la rueda y el riel. Estos se encuentran asociados al tipo de material, las características del contacto, la forma y topografía de la superficie."



¿Cómo funciona el microscopio portátil?

El ingeniero Urbano Pintos se basó en la idea conceptual del primer microscopio *ad hoc* para el armado de un dispositivo de bajo costo, con el fin de evaluar los perfiles de los rieles a partir de imágenes procesadas digitalmente que puedan superponerse sobre el modelo de un riel primitivo nuevo.

En primera instancia, la idea consistió en construir una imagen de buena resolución con técnica de *stitching*, proceso por el cual se combinan múltiples imágenes para producir una imagen de alta resolución a través de un acoplamiento o solapado de imágenes individuales. Luego, en un proceso de mejora continua, se comenzaron a procesar las imágenes mediante la técnica de *stacking*, la cual consiste en construir una imagen a partir de una serie de imágenes de la misma posición, obtenidas en distintos planos focales. Esto permitió crear una imagen de alta resolución y eliminar las zonas fuera de foco.

¿Cómo está constituido el elemento?

La mayoría de los componentes del dispositivo está conformado por piezas diseñadas con una impresora

¹. Doctorando en ingeniería con mención en procesamiento de señales e imágenes en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires. Desde el año 2016 hasta el 2021 ejerció como secretario de la Tecnicatura en Material Rodante Ferroviario en la UNT, Facultad Regional Haedo.

3D, con motores comerciales paso a paso y con una cámara de conexión USB comercial.

¿El software que se utiliza para el análisis de imágenes es amigable para el uso cotidiano?

El desarrollo aún es experimental; se han utilizado diferentes softwares libres de prueba, cada uno con sus puntos a favor y en contra. Los de más rápido procesamiento requieren procesadores más potentes y los más amigables no dejan mucha información, o frente a la cantidad de imágenes adquiridas no "cosen" de forma correcta, armando panorámicas un poco distorsionadas.

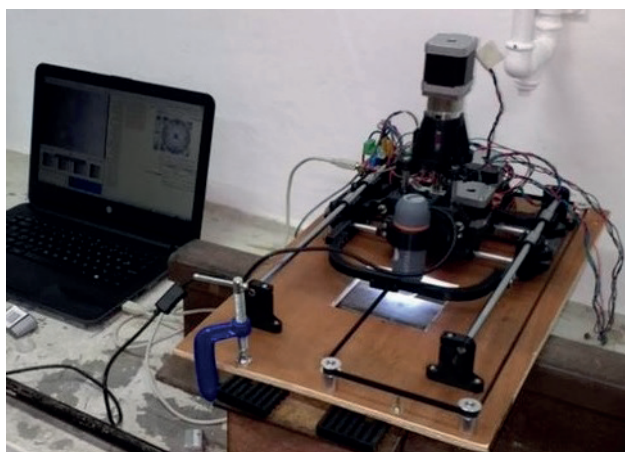


Figura 2. Vista general del dispositivo en un análisis de perfil de riel en laboratorio

¿El dispositivo podría ser utilizado por cualquier personal de infraestructura?

Por supuesto. Cualquier persona con conocimientos básicos de los programas utilizados y con cuidados elementales, puede adquirir imágenes y procesarlas *in situ*. Aunque el análisis puede ser más factible que se realice en pantallas con mayor resolución.

¿Se realizaron ensayos o pruebas?

Las pruebas al momento son solo experimentales. Si bien el equipo está pensado para ser transportable, se requieren algunos ajustes de luces. La adquisición de imágenes con luz natural debe mejorarse para obtener el máximo aprovechamiento de las tomas y que no dificulten la confección de la imagen global.

¿Cuáles fueron sus resultados?

Los resultados de las pruebas fueron satisfactorios, pero surgen algunos detalles de ajuste que son absolutamente necesarios, como la adecuación de la iluminación al momento de adquirir las imágenes en superficies curvas o metálicas brillantes.

¿Qué tipo de alcance tiene el elemento?

El microscopio, con una mínima reestructuración de diseño y adecuación de sus piezas, podría conside-

rarse un dispositivo de amplio alcance. Dentro del ámbito ferroviario, también podría utilizarse para determinar el desgaste en ejes de pares montados, perfiles de llantas, cojinetes de rodamiento, etc. Su uso es aplicable tanto en la industria ferroviaria como en cualquier industria metalmecánica u otro tipo de industrias, donde se necesite conocer el desgaste de piezas que están en contacto entre sí o en constante fricción.

"Si lo analizamos desde la seguridad, el desgaste de ruedas y rieles puede provocar head checks, deformaciones superficiales, ondulaciones, etc., que promueven el eventual desarrollo de fisuras con desenlaces no deseados."



Si partimos de la idea de que la seguridad operacional se basa en la reducción del riesgo en las operaciones normales de trabajo, ¿en qué beneficiaría la implementación de este microscopio?

A partir de este desarrollo se podría implementar un plan de inspección, teniendo en cuenta las variables de circulación del ferrocarril por empalmes, curvas, aparatos de vía, etc., o dar indicios de desgaste en flancos internos de rieles que pudieran estar relacionados con problemas de lubricación, por citar algunos ejemplos.

¿Podría implementarse el uso de este dispositivo en un plan de mantenimiento?

Claramente, en todas las zonas potencialmente críticas, teniendo en cuenta todas las variables vinculadas, como carga pesada, velocidad, etc. También podría conformarse una compilación de datos para ir evaluando la evolución de las superficies y perfil de contacto.

Cree usted que, con la implementación de este microscopio, ¿nos estaríamos adentrando en un sistema proactivo?

Sí, porque este tipo de elemento, utilizado para las tareas de inspección de vías, por ejemplo, permitiría obtener información mucho más precisa de las condiciones de desgaste en curvas, rectas, empalmes, aparatos de vía, etc., proveniente del análisis de imágenes de alta resolución; lo cual podría emplearse en la proyección de planes de mantenimiento futuros, evitando, por ejemplo, fisuras o roturas que puedan contribuir al desencadenamiento de accidentes.



Candela Hernandez
Dra. en Ciencias Sociales, Mg. en Investigación en Ciencias Sociales y Socióloga (UBA).

Ana Sofía Lamoglia
Mg. en Políticas Públicas por la Universidad Austral y Lic. en Economía (UNT).

Carlos Nakagawa
Ing. mecánico (UBA) y estudiante de Mg. en Dirección Industrial.

UN COMPONENTE ESENCIAL PARA LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO

Estimación de la demanda mínima de neumáticos en el transporte público automotor de pasajeros

El estudio elaborado por la Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Automotores (DNISAU) de la JST realizó un ejercicio calculado para el transporte público urbano, interurbano y de turismo de pasajeros.

Dada la misión de la JST de promover acciones para garantizar la seguridad en las operaciones, la relación con los distintos actores del sector constituye uno de los recursos fundamentales para orientar las líneas de acción del organismo.

En este contexto, la DNISAU inició un Estudio de Seguridad Operacional (ESO) que se ocupa de analizar el mercado de neumáticos para todos los servicios públicos de transporte automotor de pasajeros de Jurisdicción Nacional. Para el caso de urbano se agrega al análisis la Jurisdicción Provincial y Municipal.

El estudio realiza un ejercicio de estimación de la demanda mínima de neumáticos para el caso del transporte público urbano, interurbano y de turismo de pasajeros, según las características identificadas como dominantes en el parque móvil de las empresas, tanto en lo relativo a la categoría técnica de los vehículos como a la configuración de ejes para un ciclo de dos años. El recorte específico de estos servicios responde especialmente a los alcances de la JST.

El presente artículo se ordena según los principales aspectos del estudio publicado en la página oficial de la JST. Entre ellos, se expondrán las conclusiones referentes a la funcionalidad de los neumáticos para la operación de los vehículos, las características principales de los segmentos de actividad, el método de estimación de la demanda mínima, los supuestos utilizados para la estimación y los resultados obtenidos para el transporte público automotor urbano de pasajeros de Jurisdicción Nacional, Provincial y Municipal, Interurbano y de Turismo bajo la Administración Nacional.

Segmentos bajo análisis

Transporte público automotor urbano de pasajeros

Los datos extraídos del Sistema Único de Boleto Electrónico (SUBE)

Ilustración 1. Configuración de ejes, ómnibus urbano piso bajo, Jurisdicción Nacional, 2021



Fuente: ilustración extraída de internet, 2021

para el año 2019 evidencian —al observar el conjunto de los niveles administrativos adheridos a este sistema— que el transporte público automotor urbano de pasajeros se concentra en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA).

Dentro de la RMBA, aquellos servicios que operan en la Jurisdicción Nacional representan el 44 % del parque móvil que circula en esta área, en relación con los otros niveles administrativos (Provincial y Municipal). Este nivel también incluye servicios que operan por fuera de esta zona urbana y que son el 2 % del parque móvil. En lo que respecta a los servicios de Jurisdicción Provincial en los partidos de la RMBA, estos representan el 32 % del total del parque móvil mientras que el Municipal alcanza el 24 %.

Por fuera de la RMBA y la Jurisdicción Nacional, la información provista por SUBE permite obtener datos correspondientes al parque móvil de las prestatarias que operan bajo la Jurisdicción Provincial y Municipal a nivel federal de aquellas jurisdicciones adheridas a este sistema para el período analizado. En su conjunto, estas conforman una flota de 5.503 unidades.

Datos de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) (2021) permiten establecer cuáles son las características de los vehículos que corresponden al transporte urbano de Jurisdicción Nacional. En los vehículos aptos para circular, el tipo de carrocería dominante es

el urbano piso bajo, movilidad reducida con aire acondicionado, que alcanza al 44 % de las unidades. En la distribución, le siguen el urbano común y urbano con aire que, en su conjunto, alcanzan al 50 % del total de las unidades.

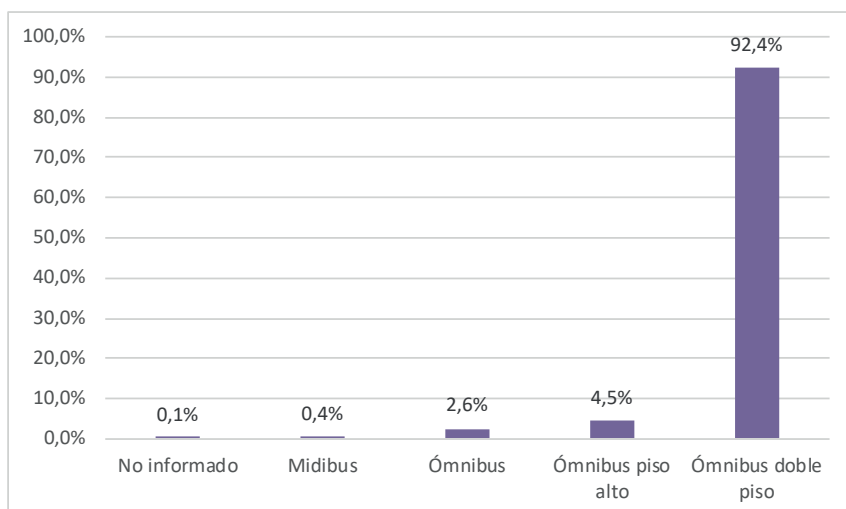
De conformidad con los datos analizados, la estimación de la demanda se efectúa sobre los tipos de vehículos indicados como dominantes. En estos, la configuración de ejes mayoritaria es la 1S-1D, que alcanza prácticamente al total del parque móvil (Ilust. 1). En la distribución, resultan marginales las configuraciones 1S-2D y 1S-1D-1D (CNRT, 2021).

Transporte automotor interurbano de pasajeros

El universo de prestaciones para el transporte masivo de pasajeros a nivel de la Jurisdicción Nacional está dividido entre servicios públicos y de transporte para el turismo (Parodi y Sánchez, 2021). En términos de vehículos afectados a cada segmento de actividad, puede apreciarse, a partir de analizar datos de la CNRT de 2021, que cada una de las unidades pueden operar exclusivamente prestaciones de servicio público (21 %), exclusivamente turismo (45 %) o tener una prestación mixta, es decir, estar afectada a ambos segmentos (34 %).

De acuerdo con el marco normativo que afecta a este subsector de actividad, el servicio público de transporte es aquel que tiene por

Gráfico 1. Distribución del tipo de carrocería correspondiente al parque móvil de los servicios públicos interurbanos de Jurisdicción Nacional, 2021



Fuente: elaboración propia sobre datos de la CNRT, 2021

objeto satisfacer la prestación con continuidad, regularidad, generalidad, obligatoriedad y uniformidad en igualdad de condiciones para las personas usuarias. Los de turismo son aquellos que están afectados a la explotación de esta actividad conforme a su programación (art. 13, art.15, Decreto 958/92).

De conformidad con los datos observados, la estimación de la demanda se realiza sobre los vehículos doble piso (Gráfico 1). La razón de este recorte es el peso que tiene este tipo de carrocería, cuya configuración de ejes dominante es la 1S-1D-1S (CNRT, 2021), la cual requiere obligatoriamente neumáticos superanchos direccionales en el eje delantero (Disposición SSTA 294/11, art. 3).

El servicio de turismo presenta una mayor distribución en las características de su flota, encontrándose vehículos de categorías técnicas M1, M2 y M3, cuyos tipos de carrocería a su vez son disímiles. Para el estudio fueron seleccionados los ómnibus correspondientes a la categoría técnica M3 doble piso. Estos son dominantes en la distribución (76,5 %), tienen una configuración de ejes prevalente 1S-1D-1S y también requieren neumáticos

superanchos direccionales en el eje delantero (Documento Universal de Transporte, 2019).

Como se indicó anteriormente, cada uno de los ejes que componen esta configuración requiere un tipo de neumático específico que varía en sus características y funciones.

Neumáticos direccionales

Estos son los utilizados en el tren delantero de la unidad tractora. Están diseñados específicamente para proporcionar el agarre o tracción necesaria para tomar las curvas y contracurvas que se presentan en el camino. En el caso del transporte urbano, se utilizan medidas convencionales de neumático como, por ejemplo, 295 mm. En el caso del interurbano, 385 mm (superanchas).

Ilustración 2. Neumáticos direccionales



Fuente: imagen extraída de internet, 2021.

Neumáticos de tracción

Son utilizados únicamente para el tren, por el cual se aplica la potencia y el torque de motor a la calzada. Se reconocen por el dibujo característico de surcos profundos, intercalados a lo ancho de la banda de rodamiento, que disminuyen la posibilidad de que el vehículo patine en superficies resbalosas. En el caso de los vehículos urbano e interurbano, se utilizan medidas convencionales de neumático como, por ejemplo, 295 mm y 315 mm, respectivamente. Aunque iguales en tamaño a las direccionales para el primer caso, para ambos tipos de servicio las características estructurales del neumático varían de acuerdo con la función que cumplen en el vehículo.

Ilustración 3. Neumáticos de tracción



Fuente: imagen extraída de internet, 2021.

Neumáticos de eje libre

Deben soportar fuerzas laterales de frenado y cargas variables. Están diseñados para rodar sin esfuerzo de torsión, pero sí de compresión y centrífugo. Las paredes laterales reforzadas ayudan a proteger la carcasa de posibles daños por consecuencia del frenado. En el caso del transporte interurbano, estos ejes también utilizan neumáticos de 385 mm (superanchas).

Ilustración 4. Neumáticos de eje libre



Fuente: imagen extraída de internet, 2021.

Método de estimación de la demanda mínima

Descripción estándar del modelo

Esta estimación comprende un ciclo completo de demanda de neumáticos a dos años para los sectores de actividad analizados. Para todos los casos, la lógica del modelo elaborado entiende que una vez que los neumáticos que corresponden al eje direccional alcanzan su vida útil, deben ser reemplazados por un nuevo juego de cubiertas para ser utilizadas en este eje. También que las cubiertas direccionales que alcanzan su kilometraje máximo pueden recaparse dos veces y pasar a ser utilizadas en los ejes de tracción y/o libre según el tipo de carrocería y servicio que se observa. Este movimiento produce dos ciclos de un año en el consumo de neumáticos que, según los casos, puede generar un stock que reduce la necesidad de demanda de nuevas cubiertas. Es por esta razón que se considera que este modelo de estimación arroja un número mínimo de neumáticos nuevos requeridos debido a que se observa que no hay fallas en el recapado, pudiéndose alcanzar la cantidad de dos cambios de banda de rodadura por cubierta. Esta descripción estándar adquiere contenido específico de acuerdo con los parámetros que corresponden a cada segmento de actividad.

Transporte público automotor urbano de pasajeros

Parque móvil y kilómetros recorridos

Los datos correspondientes al parque móvil y los kilómetros recorridos de las líneas urbanas que prestan servicio dentro y fuera de la RMBA en los distintos niveles jurisdiccionales (Nacional, Provincial y Municipal) fueron extraídos de SUBE para el año 2019. El criterio de selección de dicho año responde a las alteraciones que el transporte en sus distintos sectores de actividad sufrió a raíz de la pandemia por

Covid-19, considerándose como el más representativo de las condiciones normales de funcionamiento. Este mismo criterio es aplicado para todos los sectores de actividad comprendidos en este artículo.

Configuración de ejes

Los tipos de neumáticos utilizados corresponden a la configuración de ejes dominante (1S-1D), según datos provistos por la CNRT (2019). Los neumáticos totales por vehículo son seis.

Durabilidad de los neumáticos

De acuerdo con el valor de recambio de neumáticos indicado en la estructura de costos calculada para una empresa modelo para el pago de subsidios, un vehículo puede recorrer 60.000 km antes del primer recambio de cubiertas y puede realizar hasta dos recapados con una durabilidad de 30.000 km adicionales cada uno (Resolución 422/2012).

Transporte público y turismo por automotor interurbano de pasajeros

Parque móvil de servicios públicos y turismo

La CNRT proveyó a la DNISAU los datos correspondientes al parque móvil de los servicios públicos y de turismo que operan en el país, clasificados según dominio y empresa para el año 2019. Conforme a los criterios establecidos en el apartado anterior se seleccionó el parque móvil correspondiente a la categoría técnica M3 y configuración doble piso.

Kilómetros recorridos de servicios públicos

De acuerdo con las características de los datos provistos por CNRT, se considera como referencia la longitud de cada uno de los servicios correspondientes a las distintas razones sociales junto con las fre-

cuencias semanales de verano y de invierno, observables de la estacionalidad con la que se prestan. Sobre la base de esta información, se estima el kilometraje anual de cada uno de los servicios de acuerdo con las frecuencias establecidas para este período de tiempo (12 semanas de verano –desde el 15 de diciembre al 15 de marzo– y el resto del año, por un total de 40 semanas). Para finalizar, se realiza el cálculo promedio de los kilómetros recorridos para cada unidad.

Kilómetros recorridos servicios de turismo

La CNRT proveyó a la DNISAU de los datos obtenidos a partir del Documento Universal de Transporte sobre el origen y destino de las empresas de turismo (DUT). Este cálculo requirió la homogeneización de los registros de las localidades para poder establecer los recorridos realizados por cada una de las unidades. Definidos los puntos geográficos se procedió al ruteo de los servicios para establecer el kilometraje recorrido por vehículo. En el caso de las unidades que prestan servicios públicos y de turismo, se sumó el kilometraje total realizado por unidad.

Configuración de ejes

Para estimar los tipos de neumáticos utilizados se toma como referencia la configuración de ejes dominante de la categoría técnica M3 (1S-1D-1S). La cantidad de neumáticos por vehículo es de ocho.

Durabilidad de los neumáticos

De acuerdo con el cálculo realizado por Casari y Baldini (2015), se considera que una unidad debe recorrer 110.000 km previo a su primer recambio de neumáticos y que pueden recaparse dos veces. La prestación de las bandas de rodadura recapadas alcanzan un máximo de 55.000 km recorridos por recambio. Como se indica en los supuestos para la estimación, se

tomó un criterio análogo al de los servicios urbanos, estableciendo que los recapados tienen una durabilidad del 50 % a diferencia de su primer uso.

Supuestos para la estimación

Descripción aplicada del modelo. Transporte público urbano

Los neumáticos direccionales que alcanzan un total de 60.000 km recorridos (Resolución 422/2012) son reemplazados por un nuevo juego de cubiertas para satisfacer la demanda de este eje. El juego que alcanzó su kilometraje máximo en el eje direccional es recapado para ser utilizado en el de tracción. La vida útil de estas últimas bandas de rodadura es de 30.000 km recorridos

“Las cubiertas direccionales que alcanzan su kilometraje máximo pueden recaparse dos veces y pasar a ser utilizadas en los ejes de tracción y/o libre según el tipo de carrocería y servicio que se observa.”



por cada recapado, realizándose un máximo de dos.

Descripción aplicada del modelo. Transporte público y de turismo interurbano

Los neumáticos direccionales alcanzan un total de 110.000 km recorridos (Casari y Baldini, 2015) y son reemplazados por un nuevo juego de cubiertas para satisfacer la demanda de este eje. El juego que alcanzó su kilometraje máximo en el eje direccional es recapado para ser utilizado en el libre durante 110.000 km totales (dos recapados). El eje de tracción tiene una prestación de 110.000 km iniciales y es recapado dos veces. En todos los casos la vida útil de estas últimas bandas de rodadura es de 55.000 km recorridos por cada recapado.

En el transcurso de los dos años contemplados en esta estimación, el resultado del modelo aplicado puede verse modificado por distintos factores. Esto depende de la disponibilidad de stock y el nivel de consumo de cubiertas para el eje de tracción o eje libre, según corresponda al subsegmento de actividad observado (urbano o interurbano). De acuerdo con su combinación existen tres escenarios posibles:

- La cantidad de neumáticos direccionales recapados no cubren la

necesidad de recambio en el eje de tracción o libre. Es necesario incorporar cubiertas nuevas para saldar la diferencia.

- La cantidad de neumáticos direccionales recapados cubren la demanda del eje de tracción o libre y son consumidos en su totalidad. En este caso no es necesario comprar nuevas cubiertas para saldar la diferencia.
- La cantidad de neumáticos direccionales recapados abastecen la demanda del eje de tracción o libre, pero en su consumo existe un sobrante que funciona de stock considerado para el segundo año de la estimación.

En todos los casos, los neumáticos alcanzan el máximo de kilometraje previsto en su vida útil y pueden ser recapados en su totalidad dos veces. La necesidad de estimar de este modo se sostiene en considerar que esta condición es variable según la calidad del neumático, condiciones del casco y el tipo de uso. Por lo expuesto, la presente estimación arroja los valores mínimos necesarios de neumáticos sin considerarse una merma por las diferentes características que las cubiertas puedan tener en su prestación y por su tipo de desgaste.

Resultados

El total del parque móvil que compone el servicio urbano de Jurisdicción Nacional es de 12.115 unidades; el Provincial es de 10.918 y el Municipal de 10.791.

Los datos expuestos en las siguientes tablas muestran, en ambos años, la cantidad total de neumáticos que son necesarios adquirir año a año en el mercado para el eje direccional y de tracción. Además, en la columna de stock, se muestra el total general de neumáticos direccionales recapados disponibles en ciclo completo de estimación para ser usados en el eje de tracción. En este caso no se discrimina la disponibilidad por empresa.



Tabla 1. Estimación en absolutos de la demanda de neumáticos para el transporte público automotor urbano de pasajeros según jurisdicción y configuración de eje dominante para el primer ciclo de estimación, 2019

AÑO 1			
JURISDICCIÓN MUNICIPAL			
	TOTAL 1S	TOTAL 1D	STOCK
Dentro de los partidos RMBA	9.942	195	9.548
Fuera de los partidos RMBA	3.494	101	3.264
TOTAL MUNICIPAL	13.436	296	12.812
JURISDICCIÓN PROVINCIAL			
	TOTAL 1S	TOTAL 1D	STOCK
Entre partidos RMBA	12.592	511	11.486
Fuera de los partidos RMBA	2.132	191	1.746
TOTAL PROVINCIAL	14.724	702	13.232
JURISDICCIÓN NACIONAL			
	TOTAL 1S	TOTAL 1D	STOCK
Dentro de la RMBA	13.316	551	12.090
Fuera RMBA	504	154	180
TOTAL NACIONAL	13.820	705	12.270
TOTAL PAÍS AÑO 1	41.980	1703	38.314

Fuente: elaboración propia DNISAU-JST, 2021.

Tabla 2. Estimación en absolutos de la demanda de neumáticos para el transporte público automotor urbano de pasajeros según jurisdicción y configuración de eje dominante para el segundo ciclo de estimación, 2019

AÑO 2			
JURISDICCIÓN MUNICIPAL			
	TOTAL 1S	TOTAL 1D	STOCK
Dentro de los partidos RMBA	15.162	9.192	4.110
Fuera de los partidos RMBA	5.932	3.151	1.954
TOTAL MUNICIPAL	21.094	12.343	6.064
JURISDICCIÓN PROVINCIAL			
	TOTAL 1S	TOTAL 1D	STOCK
Entre partidos RMBA	18.592	11.186	4.210
Fuera de los partidos RMBA	3.254	1.682	604
TOTAL PROVINCIAL	21.846	12.868	4.814
JURISDICCIÓN NACIONAL			
	TOTAL 1S	TOTAL 1D	STOCK
Dentro de la RMBA	24.478	11.862	9.356
Fuera RMBA	710	277	60
TOTAL NACIONAL	25.188	12.139	9.416
TOTAL PAÍS AÑO 2	68.128	37.350	20.294

Fuente: elaboración propia DNISAU-JST, 2021.

A continuación, la Tabla 3 permite observar el resultado de la estimación para los servicios interurbanos de Jurisdicción Nacional según la configuración de ejes dominante, discriminada por sus distintos componentes, tipo de servicio que brindan y año del ciclo de estimación. Al igual que en los casos anteriores, se muestra el total de neumáticos de eje direccional, libre y de tracción para ser adquiridos en el mercado según el año de estimación. El *stock* corresponde al total de direccionales recapadas para ser utilizadas en el eje libre.

Nuevamente el *stock* no discrimina la disponibilidad por empresa.

Como se demostró a lo largo de este artículo, los neumáticos son un componente esencial de los vehículos. El mantenimiento durante su vida útil y su renovación al finalizarla resultan acciones ejecutadas por las prestatarias que incrementan los márgenes de seguridad en los que operan los servicios de transporte automotor. El modelo de estimación de la demanda de neumáticos realizado por la DNISAU-JST establece la necesidad mínima que tienen las

empresas de transporte automotor urbano e interurbano —públicas y de turismo— para que el ciclo de demanda de neumáticos pueda funcionar acorde a la intensidad de su consumo bajo parámetros óptimos de prestación. Para que esto ocurra es necesario crear las condiciones que permitan a los operadores adquirir la cantidad de los distintos tipos de neumáticos para garantizar la continuidad de los servicios, especialmente de aquellos de carácter público que cumplen una función estratégica e imprescindible en el transporte de personas.

Tabla 3. Estimación en absolutos de la demanda de neumáticos del transporte interurbano de pasajeros de Jurisdicción Nacional según configuración de ejes dominantes, subsegmento de operación y ciclo de estimación, 2019

	1S (385)	1D (295-315)	1S (385) Eje Libre	STOCK
SERVICIO PÚBLICO				
Año 1	1.876	1.096	0	390
Año 2	3.084	2.656	264	604
TURISMO				
Año 1	80	0	0	40
Año 2	582	160	28	251
MIXTO				
Año 1	2.348	1.276	0	536
Año 2	4.306	3.420	429	979
TOTAL				
Año 1	4.304	2.372	0	966
Año 2	7.972	6.236	721	1.834

Fuente: elaboración propia DNISAU-JST, 2021

Bibliografía

Alzaga, E., Cortés, A., Sánchez, J. y Sicra, A. (2021). *La concentración empresarial en los colectivos de la RMBA. Un largo y sinuoso camino*. Instituto del Transporte, Universidad Nacional de San Martín.

Arbeláez-Toro, J., Rodríguez-Ledesma, C., Hincapié-Zuluaga, D. y Torres-Lopez, E. (2013). Evaluación de la Adhesión de una Suspensión MacPherson bajo la Norma EuSAMA en un Modelo Matemático y uno Multicuerpo. *Tecno Lógicas*, Edición especial, 757-768.

Casari, M. y Baldini, R. (2015). *Estructura de Costos del Transporte Urbano de Pasajeros de Larga Distancia*. Universidad Nacional de Rosario.

Disposición 294/2011. Suspéndase la aplicación de la Resolución N.º 160/2008 de la Secretaría de Transporte, relacionada al Manual de Especificaciones Técnicas para Vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-294-2011-185025/texto>

Parodi, E. y Sánchez, J. (2021). ¿Qué hacemos con los ómnibus regulares de larga distancia? Arriesgando respuestas a la luz de lo que dicen los especialistas. Programa Interdisciplinario de la UBA sobre transporte (PIUBAT). Universidad de Buenos Aires.

Resolución 422/2012. Compensaciones tarifarias al transporte público de pasajeros de carácter urbano y suburbano. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-422-2012-202434/texto>

Conocé los TEMAS DE OBSERVACIÓN PERMANENTE (TOP) 2022

Los Temas de Observación Permanente son una lista desarrollada por la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) que identifica y enumera los asuntos clave para el accionar proactivo en la gestión de la seguridad operacional (SO), cuya resolución contribuirá al más efectivo y eficiente funcionamiento del sistema de gestión de seguridad operacional (SSP) del Estado.





Convocatoria para la recepción de artículos para la Revista de Seguridad Operacional

JST | EDICIONES



La propuesta editorial de la revista reúne notas de opinión, reseñas y artículos técnicos de investigación en relación con la seguridad operacional de todos los modos de transporte, y su vinculación con distintas disciplinas y temáticas: ambiente, género, víctimas, interés nacional e internacional, economía, gestión, sociología, entre otras.

Invitamos a investigadores, investigadoras y profesionales a enviar artículos técnicos para formar parte de RSO, la revista sobre seguridad operacional multimodal de la JST Ediciones.

Normas de estilo
y directrices:

www.argentina.gob.ar/jst



RSO

REVISTA SEGURIDAD OPERACIONAL

JST | SEGURIDAD EN
EL TRANSPORTE



Ministerio de Transporte
Argentina

*primero
la gente*

JST | EDICIONES

ediciones@jst.gob.ar