

# ACERCA DE LA RESILIENCIA EN ORGANIZACIONES DE ALTA CONFIABILIDAD EN ARGENTINA: UN ENSAYO COMPARATIVO DE CASOS

About resilience in highly reliable organizations in Argentina: a comparative case study

<http://doi.org/10.33255/25914669/598>

**Natalia L. González**

Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento  
Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina

[ngonzale@campus.ungs.edu.ar](mailto:ngonzale@campus.ungs.edu.ar)

<https://orcid.org/0000-0002-8506-3937>

**Javier H. Cantero**

Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento  
Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina

[jcantero@campus.ungs.edu.ar](mailto:jcantero@campus.ungs.edu.ar)

<https://orcid.org/0000-0002-7872-7563>

**Daiana Valeria Díaz**

Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento  
Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina

[ddiaz@ungs.edu.ar](mailto:ddiaz@ungs.edu.ar)

<https://orcid.org/0000-0002-4813-033>

Recibido: 20/03/2021

Aceptado: 05/10/2021

## Resumen

Desde un abordaje organizacional, se analiza comparativamente la naturaleza y el nivel de resiliencia de tres sistemas riesgosos. Se trata de sistemas complejos e integrados, con una infraestructura cognitiva,

objetivos múltiples y competencias organizacionales. El marco conceptual propuesto resulta de la fusión entre las teorías de la alta confiabilidad y de la resiliencia organizacional. El corpus empírico está integrado por el sistema ferroviario argentino, los equipos quirúrgicos de alta complejidad y una central nuclear. Finalmente, se presentan reflexiones sobre la diversidad del universo organizacional de alta confiabilidad y las discrepancias teórico-prácticas en los patrones de resiliencia, así como de la utilidad del desarrollo del corpus empírico local, tanto para robustecer la gestión como para fortalecer la agenda de investigación.

**Palabras claves:** Resiliencia organizacional - Confiabilidad organizacional - Gestión del riesgo - Organizaciones de alta confiabilidad

### **Abstract**

Based on an organizational approach, we analyze the nature and level of resilience of three risky systems. These are complex and tightly coupled systems, with a cognitive infrastructure, multiple goals and a set of organizational competencies. The proposed conceptual framework results from the merger between High Reliability Theory (HRT) and the organizational resilience approach.

The empirical corpus that will be the subject of a comparative analysis is made up of the Argentine railway system, highly complex surgical teams and a nuclear power plant. Finally, elements are presented for discussion on the resilience of highly reliable organizations, the theoretical-practical discrepancies in resilience patterns, and the usefulness of the development of the local empirical corpus, both to strengthen organizational management and to strengthen the research agenda.

**Keywords:** organizational reliability - risk management - highly reliable organizations -Organizational Resilience.

## 1. Introducción

En el presente artículo reflexionamos sobre la resiliencia de las organizaciones de alta confiabilidad consideradas como sistemas complejos y de alta integración, con una infraestructura cognitiva, objetivos múltiples y antagónicos. Para ello, nuestro marco conceptual combina la ingeniería de la resiliencia (Hollnagel, 2009; Hollnagel et al, 2013), la teoría de los accidentes normales (Perrow, 1984) y la teoría de la alta confiabilidad (Roberts, 1990, 1993; Weick y Sutcliffe, 2007) analizando sus postulados a la luz de tres casos de estudio.

La profusión de accidentes, la vulnerabilidad de la gestión privada y el retorno del sector público a la gestión de HROs son tres procesos que se evidencian en Argentina (Cantero, 2015). Dichos aspectos revelan la pertinencia del abordaje de los estudios de casos seleccionados.

El sector nuclear, con la puesta en marcha de Atucha II y la construcción del proyecto CAREM,<sup>1</sup> reeditaron el interés en la producción energética de origen nuclear y los múltiples beneficios tanto para la industria local como para la matriz energética del país.

El estado del arte del sector nuclear argentino se conforma por trabajos de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) sobre energía nuclear, el reactor nuclear argentino multipropósito RA-10, la extensión de la vida útil de Embalse, la consolidación de empresas mixtas en torno a la generación nucleoelectrónica (Rodríguez, 2014; 2017; De Cicco, 2013) y el desarrollo de elementos combustibles (Jinchuk, 2003; De Dicco, 2011; Quilici, 2010). Asimismo, la cultura de la seguridad (Wilpert e Itoigawa; 2001; Rollenhagen et al, 2013), la necesidad de gestionar los desechos nucleares (LaPorte, 1978) y la toma de decisiones son abordadas (Smith & Borgonovo, 2007) desde la perspectiva de las HROs. Recientemente, se difundió el trabajo de la Asociación Mundial de Energía Nuclear acerca de la contribución del sector nuclear para salir de la crisis provocada por el Covid-19.

La gestión de los ferrocarriles metropolitanos se posicionó en el centro del debate público tras los graves accidentes ocurridos (e.g Tragedia de Once, accidente Línea San Martín - Ferrobaires – accidente de Castelar), evidenciando las ineficiencias de los concesionarios y las falencias del control estatal. La aprobación de la emergencia ferroviaria en 2002 no contribuyó a mejorar los servicios concesionados, sino que por el contrario flexibilizó las medidas de control y sanción, agudizando el estado de las líneas. La ley de Ferrocarriles Argentinos en 2015 y las inversiones destinadas a mejorar el material rodante y la infraestructura ferroviaria se constituyeron en los ejes clave de la política ferroviaria iniciada tras la tragedia de Once.<sup>2</sup> Ha sido

<sup>1</sup> CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares) es el primer reactor diseñado íntegramente en Argentina. Se encuentra en la etapa de construcción.

<sup>2</sup> Nos referimos al grave accidente ocurrido en febrero de 2012 en el que una formación embistió el paragolpes de contención en la

objeto de estudios sobre la política ferroviaria y el impacto en la economía (Salerno, 2002;2008; Regalsky & Salerno, 2008 ) sobre al análisis de accidentes (Perpinya, 2012; Hockey y Carrigan, 2003; Reinach y Viale, 2006; Dhillon, 2007; Baysari et al, 2008; Liu, 2016; Zangh & Liu, 2019; Evans, 2018; Evans, A. y Hughes P., 2019), el impacto de las condiciones laborales en la salud de los trabajadores (Johannings et al, 2002; Nena et al, 2008) y desde una perspectiva histórica (Perrow, 2002). En contraposición, escasos trabajos adoptan una perspectiva organizacional para abordar los sistemas de transporte ferroviarios (Cantero y Gonzalez, 2015). En la actualidad existen algunas publicaciones de divulgación sobre ferrocarriles metropolitanos y covid-19 (González & Cantero, 2020; IUR, 2020; Rivera, 2020).

Por su parte, el mayor porcentaje de investigaciones abocadas a la temática de la seguridad del paciente se concentra en la atención hospitalaria y en la asistencia médica en países desarrollados (Kohn, Corrigan y Donaldson, 1999; Wilson et al, 1995; Vincent, Neale y Woloshynowych, 2001; Davis et al, 2002; Baker et al, 2004; Aranaz et al, 2006). En los años 2000, la teoría de la alta confiabilidad adquiere un nuevo impulso a partir de los estudios en organizaciones del sector salud. Desde la caracterización como sistemas altamente acoplados y complejos (Díaz et al, 2015; Gaba, 2000) pasando por las prácticas para la seguridad de los pacientes (Tamuz y Harrison, 2006), el diseño estructural para la alta confiabilidad (Carroll y Rudolph, 2006), la cultura organizacional como fuente de confiabilidad (Van Stralen, 2008) hasta los enfoques prescriptivos o modelos de gestión confiable (Pronovost, 2006; Schulman, 2004), todas las investigaciones reconocen la pertenencia del sector salud en el universo de las HROs, especialmente los equipos de intervenciones quirúrgicas (Steizel, 2011; Bozovich, 2010)

De esta manera, a partir de la identificación de dimensiones organizacionales, establecemos una serie de criterios de comparación entre el sector nuclear, el sistema ferroviario metropolitano argentino y los sistemas quirúrgicos de alta complejidad. En ese sentido, el abordaje de la resiliencia adquirirá relevancia teórica y empírica. El artículo se compone de cuatro apartados. En el primero de ellos se presenta el marco conceptual, el segundo describe la perspectiva metodológica utilizada, el tercero analiza los casos estudiados proponiendo algunos ejes posibles de comparación y por último, se proponen reflexiones finales a modo de conclusión.

## **2. Organizaciones de alta confiabilidad y resiliencia: un marco conceptual**

La corriente de la teoría de los accidentes normales se centra en la variable tecnológica desarrollada por Charles Perrow (1984); mientras que con un enfoque empirista, la teoría de la alta confiabilidad analiza los sistemas organizacionales complejos e identifica un conjunto de competencias organizacionales (LaPorte, 1996).

---

estación Once y en el que perdieron la vida 51 personas (una de ellas gestante).

Ambos enfoques visibilizan las dos caras de las HROs: vulnerabilidad y confiabilidad.

Perrow describe a las organizaciones analizando dos dimensiones: la forma en que interaccionan los componentes (i.e. lineal o compleja cuando interaccionan fuera de la secuencia de producción normal) y la forma en que se relacionan o integran los componentes. (i.e. débil o fuerte cuando hay una estrecha relación entre los diferentes sistemas tecnológicos y humanos e indica que no existe laxitud ni flexibilidad entre dos elementos). En la primera dimensión analiza la disposición espacial del equipo, los pasos de producción, las conexiones de modo compartido entre otras. En la segunda dimensión estudia si el proceso admite o no demoras, el orden de las secuencias, los métodos para alcanzar los objetivos y la flexibilidad de suministros y equipamiento.

En los sistemas riesgosos la concatenación de ciertos eventos puede derivar en consecuencias graves para la organización y su contexto (Lagadec, 1984; Gilhou y Lagadec, 2002; Barton y Sutcliffe, 2009). De allí, que Lagadec (1984) proponga la noción de riesgo tecnológico mayor para dar cuenta de un salto cualitativo en los riesgos que pueden afectar a una ciudad.

Pese a ello, algunos autores indican que la seguridad deja de avanzar en todos los sistemas que han conseguido estar cerca de una cifra marginal de una catástrofe por cada 10 millones de eventos (Amalberti, 2001; 2009). Sólo avanzan los macrosistemas que no llegaron a este umbral. Paradójicamente, aquellos sistemas que han alcanzado niveles de seguridad muy altos se han constituido en sistemas menos adaptables y más frágiles.

Por otro lado, la alta competencia técnica, la cultura de la confiabilidad, la búsqueda constante de la mejora, los patrones de autoridad flexibles y la redundancia positiva emergen como características de organizaciones riesgosas con altos desempeños. Weick y Roberts (1993) subrayan que los actores actúan en virtud de sus representaciones y acciones interrelacionadas (propias y de otros) desarrollando una mente colectiva, decisiva en la gestión de potenciales errores. Posibilita gestionar situaciones no previstas o inesperadas logrando la confiabilidad organizacional. La interrelación atenta implica que se relacionaron suficientes know-how individuales como para conocer la situación o demandas contingentes.

Las HROs son organizaciones que se rigen por principios de anticipación y contención. Weick y Sutcliffe (2007) desarrollan una serie de preguntas que sirven para arribar a un diagnóstico de las prácticas vigentes y de las necesarias para lograr la resiliencia y un alto grado de conciencia organizacional. De esta manera, las variables organizacionales se revelan centrales en la evaluación de las capacidades de las HROs para hacer frente a situaciones riesgosas, ser resilientes y alcanzar la confiabilidad.

Una dimensión que requiere especial atención es el compromiso con la resiliencia organizacional. La ingeniería de la resiliencia (Hollnagel, 2013) puede considerarse un nuevo paradigma vinculado a la gestión de la seguridad. Partiendo de los modelos de análisis de accidentes y evolucionando desde los modelos lineales a los sistémicos (i.e. modelo de dominó, modelo de queso gruyère, modelo sistémico), la resiliencia

indaga acerca de las concurrencias más que en las causas. Se refiere a la manera en que un sistema puede manejar perturbaciones, interrupciones y variaciones que quedan fuera de la base de los mecanismos previstos y definidos en el mismo (Woods, 2013).

Asimismo, la teoría de la organización sostiene que si bien los enfoques de resiliencia organizacional e ingeniería de la resiliencia se asemejan en gran medida, la diferencia sustantiva radica en que se asume la falibilidad de los sistemas organizacionales y no se trata solamente de anticiparse a los errores de diseño o corregir los errores, sino de mejorar las capacidades de la organización para detectar eventos inesperados y recuperarse más fácilmente (Vogus & Sutcliffe, 2006; Wreathall, 2013). De esta manera, un componente crítico de la resiliencia es el aprendizaje organizacional tras los eventos inesperados que se desarrollen y que pueden materializarse en incidentes o accidentes. Holbeche (2018) vincula estrechamente la resiliencia a la agilidad de la organización. La búsqueda de velocidad y adaptabilidad no son útiles si en paralelo no se desarrolla la resiliencia o capacidad de recuperación de una organización. Recuperación, aprendizaje, flexibilidad y rutinas son algunas de las propiedades clave que sintetizan un modelo de organizaciones ágiles resilientes. Las propiedades de absorción, adaptabilidad, anticipación y recuperación son recurrentes en las diferentes aportes conceptuales (Woods, 2013; Holbeche, 2018; Ganguly et al, 2018; Leflag y Sieger, 2013) así como los factores que fragilizan la resiliencia tales como la presión por la producción, desinterés por los objetivos de seguridad, complacencia por la buena actuación pasada, desconocimiento o falta de sistematización de eventos incidentales o accidentales ( Hale & Heijer, 2013; Flin, 2013; Leflar & Siegel, 2013).

Por su parte, Carthey, De Leval y Reason (2001) detallan un continuo en cuyos extremos se ubican la resiliencia y la vulnerabilidad dando cuenta que las organizaciones pueden posicionarse a lo largo de ese espacio. En esa línea, Amalberti (2001; 2013) conceptualiza cuatro tipos organizacionales (o de actividades humanas) y los asocia a cuatro modalidades diferentes de resiliencia. Las organizaciones pequeñas con pequeños grupos o actividades artesanales o actividades individuales, que denomina de ultra-rendimiento. Un segundo grupo de organizaciones que denomina egoístas en las que los individuos seleccionan a los profesionales (i.e medicina prepaga, consultoría). Un tercer grupo que denomina de expectativa colectiva que incluye a industrias de bajo riesgo y servicios públicos para agrupar, en cuarto lugar, a los sistemas complejos donde un solo accidente resulta inaceptable (Amalberti, 2001; 2006). En cada uno de estos tipos organizacionales se detalla quiénes son los encargados de organizar la resiliencia. Mientras que en las organizaciones de ultra-rendimiento la seguridad es una preocupación individual, en los sistemas egoístas la misma recae en los departamentos de control de riesgo y la víctima suele demandar a los trabajadores individualmente. En el caso de las industrias de bajo riesgo y los servicios públicos la resiliencia recae en los directores de seguridad y consiste en un mayor compromiso con la seguridad, desarrollar informes de seguridad y fomentar la transparencia. Por último, en los sistemas ultra-seguros la seguridad

tiene alta prioridad y otorga capacidad de regulación a las agencias nacionales e internacionales. En definitiva, la resiliencia es la combinación de la minimización del impacto de las perturbaciones y saber improvisar para asegurar el funcionamiento del sistema (Weick & Sutcliffe, 2007).

### **3. Metodología**

Nuestra perspectiva epistemológica considera que los conceptos utilizados en el contexto conceptual sirven de guía, de sensibilización, pero no actúan restringiendo la realidad. De esta manera el diseño de esta investigación se considera flexible (Maxwell, 1996) ya que posibilita que se generen modificaciones en las preguntas y las técnicas de recolección de datos para captar los aspectos más relevantes de la realidad.

En este trabajo privilegamos la perspectiva metodológica cualitativa, cuya estrategia de investigación consistió en el estudio de casos: el sistema ferroviario argentino metropolitano, el de intervenciones quirúrgicas de alta complejidad y el sector nuclear.

Para ello, partimos del estudio de la central nuclear Atucha II que se encuentra bajo la órbita de Nucleoeléctrica Argentina S.A. (i.e. NA-SA) conformada como sociedad anónima en 2005 y a cargo de la operación de las tres centrales nucleares de potencia del país.

En relación al sistema ferroviario, nos detenemos en el análisis de Trenes Argentinos Operaciones SOFSE - Operaciones Ferroviarias Sociedad del Estado de gestión estatal conformado por las líneas férreas metropolitanas Líneas Belgrano Sur, San Martín, Sarmiento y Roca.

Finalmente, el sistema quirúrgico es analizado a través del caso del Hospital Interzonal General de Agudos Eva Perón ubicado en la localidad de San Martín en la provincia de Buenos Aires constituyendo un eje fundamental de la atención sanitaria en el Norte del Conurbano siendo el único efector interzonal de la Región Sanitaria Quinta.

Los estudios de casos son construidos a partir de un recorte en el que se focaliza en un número limitado de hechos y situaciones, otorgando mayor importancia a la profundidad más que a la generalización de los resultados (Neiman y Quaranta, 2006; Eisenhardt, 1989). En este sentido nos hemos focalizado en el estudio de sistemas que pueden ser considerados típicos para el estudio descriptivo de las formas en que se gestiona el riesgo. De acuerdo a la clasificación propuesta por Robert Stake (1994), se enmarca en un estudio de caso de tipo instrumental, en donde el caso cumple el rol de mediación para la comprensión de un fenómeno que lo trasciende y en el que el propósito de la investigación va más allá del caso, utilizándolo como instrumento para evidenciar características de algún fenómeno o teoría y donde el foco de atención y la comprensión desborda los límites del caso bajo estudio.

El método de recolección de datos utilizado involucró entrevistas exploratorias abiertas, conversaciones informales y observaciones de situaciones de trabajo. De esta



manera, se cumple con la exigencia de diversificar las fuentes de evidencia (Yin, 1981) al abordar un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real cuyas fronteras porosas hacen difícil el establecimiento de los límites entre uno y otro. Asimismo, se complementó con un relevamiento bibliográfico que incluyó: papers, informes de gestión de Trenes argentinos, revistas de la CNEA, normativa (i.e. decretos, leyes y Planes) tanto de ferrocarriles como del sector nuclear.

La selección de los casos la realizamos teniendo en cuenta los criterios de maximización y minimización de similitudes y diferencias (Glaser & Straus, 1999). Los tres casos forman parte del universo de organizaciones conceptualizadas como riesgosas o de alta confiabilidad pero que sin embargo tienen dimensiones que no se ajustan en su totalidad a las detalladas por los teóricos de la alta confiabilidad. Asimismo, los casos seleccionados desarrollan estrategias diferenciadas para el desarrollo de la resiliencia.

La comparación se realizó en forma secuencial, lo que permitió seleccionar nuevas dimensiones de análisis que detallan las diferencias emergentes. Así, algunas afirmaciones pueden aspirar a alcanzar cierto grado de generalización.

Dado que tanto la resiliencia organizacional como el estudio de organizacionales de alta confiabilidad tiene un bajo grado de desarrollo empírico en nuestro país, consideramos relevante este primer estudio comparativo que inicie una senda de investigación para comprender las lógicas, los procesos y las especificidades locales.

#### **4. El compromiso con la resiliencia en organizaciones de alta confiabilidad en Argentina: un análisis comparativo**

##### **4.1 La naturaleza de las organizaciones de alta confiabilidad en Argentina**

Teniendo en cuenta el marco teórico de las HROs y el de resiliencia organizacional desarrollado precedentemente, se describe la naturaleza de cada uno de los sistemas. Además, se sintetizan las dimensiones organizacionales a analizar en forma comparativa (ver Tabla pág. 20). Partimos de la naturaleza y tecnología de los tres sistemas tanto en la teoría como en la práctica. Se detallan objetivos, cuyas características apuntan a la confiabilidad, la seguridad y la rentabilidad; la estructura organizacional, los procedimientos y metas, la variabilidad de los procesos, los recursos humanos y el contexto.

En cuanto a la naturaleza del sistema, una central nuclear representa el caso puro de las organizaciones de alta confiabilidad donde se encuentra tanto en la teoría como en la práctica las características de integración e interacción fuerte.

“En tanto que operador de centrales nucleoelectricas, NA- SA gestiona un sistema complejo de alto nivel de acoplamiento, razón por la cual se trata de una HRO” (Cantero et al, 2015: 7).

Las centrales nucleares poseen sistemas y componentes que interactúan de



acuerdo a secuencias establecidas con alta integración dado que lo que ocurre en un subsistema afecta directamente al otro.

El transporte ferroviario posee un tipo de interacción que es simple o lineal, es decir desarrolla interacciones de secuencia esperada y tiene un tipo de integración fuerte. Más allá de las evidentes similitudes entre sistemas ferroviarios de diversos países, el ferrocarril argentino presenta un conjunto de especificidades que permiten que encuadre sólo parcialmente con las características de las HROs. En estudios precedentes concluimos que el sistema ferroviario argentino desarrolla un tipo de integración débil e interacciones complejas (González, 2014; Cantero & González, 2015). A partir del año 2001 el servicio de transporte ferroviario metropolitano aumentó sus niveles de cancelación, prestación incompleta y demoras. Así, se trata de un sistema que permite la dilatación del proceso sin ocasionar por eso situaciones anómalas o incidentes. Las reiteradas paradas no programadas en andenes de estaciones y entre estaciones constituyen una muestra de que el sistema de transporte ferroviario posee holgura para detener el servicio y reiniciarlo.

Con respecto al sistema quirúrgico encontramos mayores similitudes con las HROs en tanto se trata de un sistema de interacción e integración fuerte. Las características del contexto, la permeabilidad del sistema, la variedad y mutación en la composición de los equipos, su alto componente interdisciplinario, la articulación de actividades y tareas difícilmente identificables con un conjunto definido de subsistemas específicos, la presencia de conexiones de modo compartido, la utilización de fuentes de información indirecta y la naturaleza del paciente son ocho rasgos que constituyen fuentes de interacciones complejas. En términos de acoplamiento o nivel de integración, los atributos predominantes del sistema lo constituyen procesos altamente dependientes del tiempo, limitada holgura, posibilidad reducida de variar las secuencias de producción o prestación del servicio, bajo grado de flexibilidad y unifinalidad.

En cuanto a los objetivos, las HROs intentan compatibilizar los objetivos a través de procesos organizacionales internos. En el caso de estos sistemas la teleología gira en torno a cómo compatibilizar la seguridad con los aspectos económico financieros. Por las particularidades de los sistemas ferroviarios es habitual escuchar que los países deben invertir fuertemente en este sistema de transporte desarrollando estrategias de transporte multimodal y conservando la gestión de los mismos. Existen diversos ejemplos de desregulación del sistema de transporte ferroviario con consecuencias catastróficas. En nuestro país se eligió el método de otorgamiento por concesión con las consecuencias ampliamente conocidas de accidentes catastróficos, que derivó en la rescisión de las concesiones y la nueva constitución de Trenes Argentinos como administradora de gran parte de las líneas metropolitanas. Sin embargo, la seguridad ha sido relegada sistémica y sistemáticamente.

En el caso del sistema de salud y los equipos quirúrgicos de alta complejidad se augura una inclinación por los objetivos de seguridad vinculados a las funciones

básicas de una institución de salud si bien prevalece la tensión entre salud y performance económica. Es en mayor medida visible esta tensión, en las obras sociales y prepagas a través de las habituales demandas de los/las asociados/as para cubrir tratamientos.

Por su parte, el Plan Nuclear Argentino reactivado en el año 2006 dió cuenta de un renovado interés por la actividad nuclear para la producción energética. La puesta en marcha de Atucha II, los recursos, el personal y la mega obra emprendida para recuperar un proyecto con más de 20 años de abandono apuntó a una teleología enfocada en los aspectos de seguridad.

"(...) se retoman las principales trayectorias socio-técnicas del sector nuclear junto con los principios inspiradores que le dieron origen. Esto es, desarrollo tecnológico endógeno en el sector nuclear civil, explotación del conocimiento vía transferencias tecnológicas, reconstrucción del entramado industrial en sectores relacionados y desarrollo científico e institucional del sector nuclear" (Cantero et al, 2017a: 10).

Las estructuras de autoridad de las HROs se ajustan a las necesidades del sistema. De ahí que Perrow (1999) recomiende la descentralización organizativa para atender las posibles desviaciones que puedan provocar un accidente cuando nos encontramos con un sistema complejo y de interrelaciones débiles. Las unidades descentralizadas responden más fácilmente a los pequeños fracasos, anticipándose a las múltiples fallas generalizadas. Es decir, es posible minimizar el riesgo a través de ciertos dispositivos estructurales u organizacionales.

El sistema de autoridad en el quirófano está centralizado, concentrando el poder para la toma de decisiones principalmente en dos roles del equipo: anestesiología y cirugía. El/La anestesiólogo/a posee la autoridad para suspender las cirugías por diversos motivos como, por ejemplo: presión alta, hematocritos bajos, falta de sangre en el banco o por riesgo anestésico. Por su parte, el/la cirujano/a es considerado el jefe del equipo y tiene autoridad para tomar decisiones en lo que respecta al acto quirúrgico en sí mismo. En el caso del sistema ferroviario se encuentra centralizado en la oficina de control con quienes consultan los conductores y ayudantes de conductor desde la locomotora mediante handy. En algunas líneas se ha avanzado a Centros de Tráficos Centralizados que permiten gestionar desde un puesto el tráfico de una determinada zona o línea, conocer la ubicación de cada tren en tiempo real y reducir el riesgo de accidentes mediante la aplicación del frenado automático.

El poder para la toma de decisiones en Atucha II se encuentra descentralizado en los trabajadores de primera línea. Algunos estudios dan cuenta de la mayor factibilidad de la participación de los/las trabajadores/as para recuperar los errores cuando tienen el poder de toma de decisión para corregirlos. Sin embargo, la actividad nuclear encuentra determinados sus procedimientos por las normativas

específicas del sector.

Los sistemas analizados también se diferencian en la forma de alcanzar sus metas de producción. En el sistema ferroviario, es posible contribuir de diversas maneras a la equifinalidad del proceso. Una vez definido el recorrido en vías electrificadas, el servicio se puede prestar con formaciones diésel-eléctricas o eléctricas con captación de energía correspondiente de manera indistinta, ya sea alternativa, simultánea o complementariamente. Diversos métodos o tecnologías dan cuenta de esta característica en el servicio de transporte ferroviario de pasajeros. En menor medida la equifinalidad se manifiesta de acuerdo al tipo de servicio (i.e. semi-rápidos, rápidos y regulares) en relación a las paradas intermedias que puede o no atender.

En el caso de los equipos quirúrgicos, existen pocas formas de alcanzar los objetivos dadas las contadas alternativas de técnicas quirúrgicas disponibles. Si bien existe cierta variedad de técnicas entendidas como diferentes caminos para alcanzar el mismo objetivo, generalmente cada profesional adopta y prefiere una por sobre las otras, pero siempre debe ajustarse a lo que establece la técnica y los protocolos quirúrgicos. Se presentan en la práctica diversas situaciones de intervención. Por un lado, se encuentran los cirujanos que siguen al pie de la letra las indicaciones de la técnica utilizada y por otro están los que deciden acortar caminos, adaptar la técnica a la experiencia y realizar modificaciones, aunque no significativas en el modo de operar. Generalmente estas últimas están asociadas al tipo de cirugía o especialidad y frecuentemente a la urgencia del problema. De la misma manera, en el caso de una central nuclear las secuencias son invariables y existe un único procedimiento para alcanzar la meta. En el sistema nuclear también emerge un sistema de equifinalidad y si bien no se constatan innovaciones en las tareas, algunos operadores retrasan el tratamiento de puntos incomprendidos. Amalberti (2009) señala a este fenómeno como gestión de las incomprensiones.

Al analizar la variabilidad de las secuencias de producción, observamos que en el sistema ferroviario existe un procedimiento secuencial para la prestación del servicio determinado por la corrida del tren. La locomotora cumple una serie de actividades previas a la salida al tramo de vía a recorrer. Las locomotoras y coches permanecen en el depósito donde son revisados por técnicos especializados y retirados por los conductores para iniciar el servicio. Sin embargo, estas etapas pueden alterar su orden u omitirse sin que afecte prima facie la seguridad y/o confiabilidad del sistema. Adicionalmente, en la etapa de prestación de servicio las secuencias son altamente variables.

La posibilidad limitada de variar las secuencias de producción representa otra característica de una central nuclear y del sistema quirúrgico que contrasta con el sistema ferroviario. En fusión nuclear y cirugía el "orden de los factores altera el producto". Una intervención quirúrgica requiere un orden de secuencias que es poco variable. En términos generales, se ingresa al paciente, se realiza el chequeo

de identificación y especificidades de datos quirúrgicos, se prepara el material para la cirugía, se lleva a cabo el proceso de anestesia y posteriormente la intervención propiamente dicha. A su vez, este último paso también se caracteriza por un orden de secuencias invariables que emana de los protocolos y técnicas quirúrgicas utilizadas. Similarmente, la central nuclear tiene su sistema de producción estandarizado y sigue la normativa emanada de las autoridades de regulación nacional y propuesta por las autoridades internacionales. De hecho, se encuentra también modelada y caracterizada la progresión de etapas que dan cuenta de un accidente nuclear severo. En este sentido, tanto los accidentes de Chernobyl como de Fukushima demostraron la necesidad de autoridades regulatorias capaces, independientes e idóneas.<sup>3</sup>

La variable de recursos y suministros del sistema ferroviario en general y del metropolitano en particular tiene gran flexibilidad desde las condiciones de la infraestructura ferroviaria, hasta los suministros, posibilitando un alto margen de maniobrabilidad y sustitución. Existen innumerables antecedentes acerca de que los componentes del sistema técnico (e.g. parque tractivo, vías, sistemas de señalamiento y bloqueo), pese a presentar un alto nivel de obsolescencia y deterioro, siguen operando. Más allá de la rigidez en la concepción del trazado, el nivel de sustitución y flexibilidad de los componentes es alto. En vías electrificadas el suministro crítico es la energía eléctrica que utiliza el tren, de todos modos, pueden convivir distintos sistemas de tracción (e.g. con combustibles fósiles, energía eléctrica) para utilizarlos simultánea o alternativamente. De igual manera, las formaciones pueden asegurar el servicio ante cambios en la tensión de la energía eléctrica más allá del impacto en la velocidad que pueden adquirir. También se observa un alto nivel de flexibilidad y de sustitución en relación al equipamiento, material rodante, sistema de señalización, aparatos de vía. Por su parte, los sistemas de señalización y de aparatos de vía son sustituibles por medio de la combinación de tecnologías, desde los de accionamiento manual hasta las más automatizadas e incluso reemplazando dichos sistemas en su totalidad.

Por el contrario, los elementos que componen el sistema quirúrgico tanto como la actividad nuclear, en general, son poco flexibles: los materiales e insumos son altamente especializados y difícilmente sustituibles. Dado que la seguridad es un principio básico de las centrales nucleares, a partir de la apertura del paquete tecnológico las empresas proveedoras son auditadas en términos de calidad y especificaciones técnicas por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Además, Argentina es uno de los pocos países que manejan íntegramente el ciclo de combustible nuclear. La Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería SE (ENSI) produce agua pesada, Combustibles Nucleares Argentinos SA (CONUAR) los

---

<sup>3</sup> La Autoridad de Regulación Nacional (ARN) tiene como principal función la seguridad radiológica y nuclear y la protección y seguridad física de los materiales nucleares.

elementos combustibles y Dioxitex el dióxido de uranio. En este sentido, la puesta en marcha de Atucha II implicó desarrollar diversos proveedores de la industria local, apuesta reforzada recientemente con el lanzamiento del Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores.

La infraestructura y la escasez de recursos constituyen una problemática que agudiza las dificultades para la gestión del riesgo en el caso del sistema quirúrgico como en el del sistema ferroviario. Así, la falta de recursos materiales e insumos (e.g. instrumental quirúrgico, suturas, compresas, gasas, lámparas, receptales de aspiración, pies de suero, frontoluces, equipamiento averiado, escasez de camas en la unidad de terapia intensiva –UTI- y unidad coronaria –UCO- ) pone en situación de riesgo tanto a los/las pacientes como al personal. Idénticas consideraciones se aplican a la falta de repuestos en el caso del ferrocarril. Si bien la renovación del material rodante, con formaciones chinas adquiridas entre 2014 y 2015, implicó una mejora en la prestación del servicio la escasez de repuestos se evidenció rápidamente. Llevar a cabo el proceso sin los materiales adecuados o no realizarlo por su carencia; se traduce en asunción de riesgos. En este sentido, no llevar a cabo la cirugía implica postergar el tratamiento del paciente y el mejoramiento de su salud, pudiendo agravar su condición. Por otro lado, realizar la cirugía sin los insumos adecuados o adaptando los materiales también genera riesgos ocasionales. Paradójicamente, en las líneas férreas metropolitanas las locomotoras chinas fueron reemplazadas por las veteranas locomotoras GT22 que previamente habían sido reemplazadas por éstas. Al presente se ha avanzado en convenios de cooperación con las empresas proveedoras de las formaciones para la venta de repuestos y asistencia técnica a las líneas metropolitanas. En paralelo al igual que en el sector nuclear se lanzó la convocatoria a empresas fabricantes de bienes y servicios industriales de la cadena de valor ferroviaria en el marco del Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores.

Respecto de los recursos humanos en las HROs se desestima la jerarquía en favor del saber-hacer. En el sistema quirúrgico la característica interdisciplinaria y especializada del equipo implica que la ausencia de uno de los miembros haga imposible el funcionamiento del sistema. De ser necesario, pueden suplantarse únicamente por integrantes de la misma disciplina y especialidad. Es decir, los miembros del equipo están formados para realizar tareas específicas que no permiten la rotación entre funciones. Tales atributos dotan al sistema de menor grado de flexibilidad.

En el sector nuclear se suscita un fenómeno particular de pérdida de know how por la discontinuidad de actividades durante varios años. Algo similar acontece en el sistema ferroviario. Sin embargo, poner en marcha Atucha II no sólo implicó una gran movilización de recursos sino también recuperación de recursos humanos y capacidades nacionales. La ARN desarrolla y ofrece entretenimiento a todo el personal para cumplir con los más elevados estándares internacionales.

En el caso del sistema ferroviario la tarea de conducción implica una expertise

adquirida a través de los cursos impartidos por la propia organización y actualizaciones vinculadas al tipo de tren a conducir. El papel de los controladores y conductores es más difícil de sustituir por los requerimientos del sistema y las características del puesto. El conductor iniciaba con el ingreso a la empresa y la promoción de categorías hasta llegar al puesto de conductor. La capacitación para la promoción se realizaba a través de cursos dictados por la Escuela Técnica de Conducción que funcionaba bajo la órbita del sindicato de La Fraternidad con la participación de la CNRT. De trabajos precedentes se constata el debilitamiento del know how a partir del cierre de las escuelas de capacitación durante la década del 90. En este sentido se establece la distinción entre maquinistas y conductores (González, 2014) dando cuenta de trabajadores con mayor antigüedad y capacidades adquiridas respecto a jóvenes conductores. Desde 2015 el Centro Nacional de Capacitación Ferroviaria se constituye como el órgano rector de las capacitaciones de los/las ferroviarios/as bajo la órbita de Trenes Argentinos Capital Humano.

#### **4.2 La resiliencia en organizaciones de alta confiabilidad en Argentina**

El compromiso con la resiliencia se describe como uno de los atributos centrales de las HROs cuyo análisis privilegiamos en este apartado.

En el caso del sector nuclear, como en el sistema ferroviario, nos encontramos ante infraestructuras críticas. Nos referimos a que abarcan escalas geográficas y políticas (e.g. comunidades, ciudades, estados, países, continentes, el mundo), así como sectores basados en el transporte, las comunicaciones, la energía, etc. (Ganguly et al, 2018). En este sentido, los autores subrayan la necesidad de analizar la criticidad de las infraestructuras desde el punto de vista de la resiliencia. Para ello proponen las categorías de resiliencia comunitaria y regional. Tanto el sistema ferroviario como el nuclear encuadran en la resiliencia comunitaria dado que hay interacción a escala comunitaria en barrios, localidades o ciudades. Resulta útil ubicar los sistemas en las tipologías propuestas para evaluar el impacto que generan los eventos adversos en las infraestructuras críticas. De esta manera el desafío es desarrollar la resiliencia para evitar la cadena de interdependencias (Ganguly, 2018:74). Es decir, el impacto que podría tener en la población o sistemas cercanos la falla en una central nuclear. En el sistema ferroviario los límites entre sistema y contexto son altamente porosos, característica indicadora de un elevado nivel de influencia del contexto en el sistema. En ese sentido, la multiplicidad de actores externos que pueden generar interacciones inesperadas difícilmente controlables da cuenta de un problema de sistema/contexto y de proximidad. En principio, se trata de un proceso de prestación de servicio cuyos inputs y outputs (v.g. pasajeros) están insertos en múltiples y recursivos bucles productivos.

El sistema quirúrgico presenta una articulación de actividades y tareas que son difícilmente identificables con un conjunto definido de subsistemas. Interactúa recibiendo y emitiendo información, actos y tareas de diversos subsistemas cuyo



intercambio no siempre puede ser limitado exclusivamente a un conjunto de sistemas específicos definidos de antemano. Las implicancias en términos de complejidad que presentan las interacciones descritas están dadas por los obstáculos para evaluar el desempeño y los outputs del sistema, las fallas y las causas de las mismas. Si bien la presencia de interacciones lineales deriva en la identificación de errores en un segmento específico del proceso de trabajo, es decir, que se puede determinar con precisión su lugar de ocurrencia, hay otros que no tienen lugar dentro de segmentos bien definidos y delimitados de las secuencias de producción (e.g. infecciones quirúrgicas e intrahospitalarias).

Las HROs no esperan la ocurrencia de un error para responder, sino que se preparan para sorpresas inevitables. Prestan atención tanto a la prevención de errores como a su contención. En cuanto a la resiliencia y siguiendo la propuesta de Amalberti (2013), los tres sistemas en términos teóricos deberían ubicarse en el grupo de organizaciones de expectativa colectiva o ultra seguros. Sin embargo, la forma concreta en que se materializa el compromiso con la resiliencia es mediante la capacidad de contención de crisis emergentes a través de redes informales o ad hoc de efímera existencia. Una vez superada la crisis se disuelven y el sistema recupera la operación normal.

Esta forma se concreta cuando los eventos sobrepasan los límites operativos habituales y las personas se auto-organizan en equipos ad hoc para tratar incidentes y proporcionar una solución experta a los problemas. Tales equipos constituyen así una rápida combinación de conocimientos para manejar eventos que eran imposibles de anticipar. En este sentido, tanto en el sistema quirúrgico como en el ferroviario emergen prácticas que dan cuenta de la interrelación entre pares para la resolución de fallas o eventos contingentes graves. Por su parte, en las líneas férreas metropolitanas se da cuenta de un nivel de resiliencia construida a base de comportamientos informales o alianzas estratégicas entre trabajadores (c.f. González, 2014) más que a una respuesta organizacional. Adaptaciones e incorporaciones en las prácticas cotidianas diarias de acciones tendientes a morigerar los riesgos y cumplir con la corrida del tren. En el caso del sistema quirúrgico la autoorganización responde a una propuesta organizacional de la constitución de grupos de crisis. Ambos casos representan una estrategia de intervención flexible en situaciones críticas que permite a los sistemas lidiar con la incertidumbre irreducible y el conocimiento imperfecto. Aquí el desarrollo de la mente colectiva emerge como competencia grupal para gestionar potenciales errores. Posibilita gestionar situaciones no previstas o inesperadas logrando la confiabilidad organizacional. La interrelación atenta implica que se relacionaron suficientes know-how individuales como para conocer la situación o demandas contingentes. Sin embargo, es posible observar una diferencia entre el sistema público y privado ya que ante la ineficacia de las respuestas del sector público los pacientes migran hacia el sector privado representado por las obras sociales o



empresas de medicina prepaga poniéndose de manifiesto un tipo de sistema egoísta con un estilo de resiliencia acorde.

Respecto de las barreras y los factores que erosionan la resiliencia podemos afirmar que en las líneas férreas hay espacio para el desarrollo de barreras tanto técnicas, humanas procedimentales como normativas. El punto de inflexión constituido por la Tragedia de Once habilitó el desarrollo de algunas barreras imprescindibles para mejorar la gestión del riesgo y la seguridad pero aún no se realizan las inversiones y planes comprometidos para una mejora integral.<sup>4</sup> Habitualmente los sistemas de integración débil no incorporan los dispositivos de seguridad suficiente y descuidan la instalación de elementos básicos (Perrow, 1984).

Por su parte, los equipos quirúrgicos disponen de normativas y protocolos específicos que pueden generar efectos ambivalentes: por un lado erigen barreras que permiten mitigar los riesgos y por el otro lado los/as operadores/as by the book<sup>5</sup> pueden afectar la seguridad y confiabilidad de los sistemas riesgosos.

En el caso de una central nuclear las incomprendiones por parte del personal, las eventuales pérdidas en los sistemas de ventilación o refrigeración, y la pérdida de energía eléctrica son algunas de las dimensiones trabajadas para desarrollar redundancias. Asimismo, las vainas de zircaloy, el recipiente del reactor y el edificio de contención son las múltiples barreras para aislar el material radioactivo y generar seguridad redundante. Es importante aclarar que la puesta en marcha de Atucha II implicó la recuperación de más de 126.000 documentos de ingeniería y 40.000 toneladas de materiales que se encontraban en ochenta y cinco depósitos. De la misma manera las paradas programadas, así como los procesos de extensión de vida útil dan cuenta de un enfoque orientado a la cultura de la seguridad y al robustecimiento de la resiliencia.

En relación a las propiedades de la resiliencia, si nos detenemos en la capacidad de amortiguación, flexibilidad, margen y tolerancia (Woods, 2013) podemos realizar las siguientes consideraciones. En el caso de la central nuclear se identifica un alto grado de amortiguación, es decir la posibilidad de que se den alteraciones, sean absorbidas y que no se den anomalías sustanciales. Los sistemas de redundancias y la recuperación de los errores facilitan la adaptación y la absorción. En el caso del sistema quirúrgico y ferroviario los errores pueden ser absorbidos y recuperados por los propios actores involucrados.

"Basta con sentarse al lado de un operador de sistemas de riego para

---

<sup>4</sup> Nos referimos a la incorporación de nuevo material rodante, al desarrollo del sistema de hombre vivo, sistemas de seguimiento geográfico, frenos automáticos, etc. Sin embargo, muchas obras comprometidas aún no se realizan tales como el soterramiento, cambios de vías, etc.

<sup>5</sup> El término hace referencia a los trabajadores que se apegan a las normas, a lo escrito, a los manuales de procedimientos.

convencerse de que comete numerosos errores. Pero al mismo tiempo, este mismo operador, con la ayuda de los sistemas y otros miembros del equipo recupera la mayoría de sus errores" (Amalberti, 2009:221)

En cuanto a la flexibilidad entendida como la capacidad de reestructurarse frente a presiones o cambios, la central nuclear suele tener una flexibilidad diseñada que concibe un complejo sistema de rotación de los elementos combustibles. Si bien existe algún margen para la improvisación, los niveles de flexibilidad son ciertamente bajos. En el caso de los equipos quirúrgicos mucho dependerá de las características del paciente dado que la variable temporal y la invariabilidad de las secuencias suele ser inflexible cuando se inicia una cirugía. En el caso de las líneas férreas existen evidencias que dan cuenta de la capacidad de flexibilidad frente a presiones por mayores servicios.

Los niveles de precariedad con los que se trabaja respecto de los límites advierten de la propiedad de margen que poseen los sistemas. La operación de una central nuclear no suele admitir demasiado margen ni cercanía con los límites prediseñados de seguridad. Sin embargo, en el accidente nuclear de Three Mile Island fue posible que los operadores recurrieran a propuestas no diseñadas y lograran salvar los sistemas sin utilizar los sistemas de seguridad previstos (Perrow, 1984). En el caso del sistema quirúrgico si bien a priori existe poco margen, las urgencias y emergencias determinan que existan intervenciones en la sala de guardia y unidades de terapia intensiva (UTI) en momentos no predecibles en los que el equipo debe actuar. Las líneas férreas con niveles de integración más bajo posibilitan trabajar con niveles alejados de lo diseñado tales como continuar el trayecto con un sistema de frenos deteriorado (e.g. trabajar con "frenos largos"), aceptar formaciones cuyos dispositivos de control de hombre muerto estén inhabilitados, locomotoras sin espejos retrovisores. En cuanto a la tolerancia, es decir si el sistema se degrada lentamente o tiene un comportamiento abrupto cuando se acerca a los límites de actuación o seguridad podemos mencionar: tanto el sistema ferroviario como de salud en nuestro país han evidenciado niveles de tolerancia alto al ir degradándose lenta y persistentemente. En el caso de una central nuclear el fallo o la concatenación de ellos ha desembocado en accidentes severos o graves. Sin embargo, los análisis de accidentes posteriores dan cuenta de múltiples fallos o la multiplicidad de factores intervinientes para llegar a accidentes severos.

De esta manera, de acuerdo a las propiedades señaladas en el corpus teórico el sistema ferroviario da cuenta de un sistema con mayor grado de amortiguación, flexibilidad, margen y tolerancia respecto de los otros dos sistemas analizados. En este sentido, el nivel de resiliencia parece indicar mayores oportunidades de recuperación frente a eventos imprevistos. En paralelo, la resiliencia se basa en características que podrían otorgar menor seguridad al sistema.

La Tabla sintetiza las características de los sistemas analizados precedentemente

en términos comparativos en función del conjunto de variables organizacionales relevantes desde la perspectiva de las HROs.

**Tabla 1: Características de una línea férrea, del sistema quirúrgico y de una central nuclear**

<b>Dimensión</b>	<b>Sistema ferroviario</b>	<b>Sistema quirúrgico</b>	<b>Sector nuclear</b>
<b>Naturaleza y Tecnología</b>	Integración fuerte - interacciones lineales	Integración fuerte- interacciones complejas	Integración fuerte- interacciones complejas
<b>Teleología</b>	Conciliar la seguridad con la rentabilidad.  Seguridad relegada	Tensión entre burocracia formal y ajustes improvisados	Priorizar la seguridad
<b>Naturaleza (surgido de análisis empírico)</b>	Integración débil- interacciones complejas	Integración fuerte- interacciones complejas	Integración fuerte- interacciones complejas
<b>Estructura organizacional</b>	Centralización - Respeto por el saber hacer  Dispersión espacial	Centralización de la autoridad  Dispersión espacial	Descentralización  Baja dispersión espacial
<b>Procedimientos y metas</b>	Equifinalidad	Unifinalidad	Unifinalidad

<b>Variabilidad del proceso de producción y Suministros</b>	<p>Posibilidad de alterar secuencia del proceso</p> <p>Alto margen de sustitución - Flexibilidad</p>	<p>Baja o nula posibilidad de alterar secuencia del proceso</p> <p>Mediano margen de sustitución - Poca flexibilidad</p>	<p>Nula posibilidad de alterar secuencia del proceso</p> <p>Bajo margen de sustitución -Nula flexibilidad</p>
<b>Recursos humanos</b>	<p>Interrupción en capacitación de conductores</p> <p>De maquinistas a conductores</p>	<p>Alta especialización</p> <p>Mente colectiva</p> <p>Coordinación de contribuciones</p>	<p>Pérdida de Know-how</p> <p>Recuperación de capacidades - Alta especialización</p> <p>Mente colectiva</p>
<b>Contexto</b>	<p>Muy poroso</p> <p>Interacciones que otorgan complejidad</p> <p>Resiliencia comunitaria (Infraestructura crítica)</p>	<p>Muy poroso/Límites sistémicos difusos</p> <p>Interacciones que otorgan complejidad</p>	<p>Poco poroso/ límites establecidos</p> <p>Resiliencia comunitaria (Infraestructura crítica)</p>
<b>En la teoría (resiliencia según Amalberti)</b>	<p>Resiliencia de sistemas ultra seguros o de expectativa colectiva</p>	<p>Resiliencia de sistemas ultra seguros o de expectativa colectiva</p>	<p>Resiliencia sistemas ultra seguros</p>
<b>Características de la resiliencia</b>	<p>Amortiguación: Alta</p> <p>Flexibilidad: Media</p> <p>Margen: Alto</p> <p>Tolerancia: Alta</p>	<p>Amortiguación: Alta</p> <p>Flexibilidad: Media</p> <p>Margen: Bajo</p> <p>Tolerancia: alta</p>	<p>Amortiguación: Alta</p> <p>Flexibilidad: Baja</p> <p>Margen: Bajo</p> <p>Tolerancia: alta</p>

<b>Barreras</b>	Necesidad y espacio para desarrollar nuevas barreras físicas, (sistemas de freno, sistema de detección geográfica) humanas (capacitación del personal) y normativas.	Desarrollar sistemas de redundancia, materiales e insumos adecuados, mayor conocimiento de patologías	Redundancias en controles
<b>Factores que erosionan la resiliencia</b>	Presión de la producción Falta de materiales y repuestos Capacitación del personal Normativa obsoleta	Presión de la producción Falta de materiales e insumos Bajo conocimiento de patologías de alta complejidad Equipamiento inadecuado	Complacencia Grupos de presión
<b>Resiliencia en la práctica</b>	Resiliencia formada por competencias individuales y alianzas entre pares.	Resiliencia a bases de equipos ad hoc constituidos para tal fin. Normativas y expertise de personal. Resiliencia egoísta - Migración a sistema de salud privado.	Resiliencia organizacional basada en dirección de la seguridad y normativa específica internacional

**Fuente:** elaboración propia en base a marco conceptual construido ( Amalberti, 2013),(Woods, 2013) (Perrow, 1984 ) (Weick & Sutcliffe,2007)

## 5. Reflexiones finales

De los casos estudiados observamos que los sistemas presentan ciertos atributos de las organizaciones de alta confiabilidad y ciertas características de

organizaciones resilientes.

El caso del sector nuclear puede entenderse como el caso típico de las organizaciones riesgosas cuya resiliencia se encuentra coordinada por las direcciones de seguridad y la normativa internacional. La Autoridad Nuclear en Argentina (v.g. ARN) debe cumplir con las normativas que se refuerzan toda vez que una actividad nuclear presenta nuevos riesgos. Con respecto al sistema quirúrgico se encuentran mayores coincidencias con estas características mientras que en el caso del sistema ferroviario, contrariamente a lo supuesto por Perrow (1984), encuadra sólo parcialmente con las características de las HROs.

Las principales diferencias entre los sistemas analizados se encuentran en las características de la dimensión tecnológica, así como en la dimensión de la resiliencia. De esta manera es posible concluir que el nivel y tipo de resiliencia que desarrolla el sistema se encuentra en estrecha relación con la naturaleza del sistema. Sistemas que no se condicen con las características fundamentales de las HROs ostentan mayor flexibilidad, holgura y margen para desarrollar dispositivos que permitan la recuperación y sobrevivencia del sistema. Además, por las mismas causas los mismos sistemas descuidan el desarrollo de dispositivos y barreras básicas para la seguridad. Organizaciones más seguras por sus propias características ontológicas que así lo requieren desarrollan menos dispositivos de resiliencia.

El sistema ferroviario presenta mayor holgura ya que es posible dilatar el proceso sin ocasionar situaciones anómalas, mientras que el sistema quirúrgico y la operación de una central nuclear no toleran suspensiones ni demoras y son altamente dependiente del tiempo. También, puede alterar el orden de las secuencias de producción contrariamente a lo que permite la operación de una central nuclear y el sistema quirúrgico, en el que inexorablemente se vería afectada la seguridad o confiabilidad del sistema.

El comportamiento de las variables contextuales define tanto la porosidad como la naturaleza de las interacciones sistémicas que dotan a los sistemas con mayor nivel de complejidad. Asimismo, los ferrocarriles y la actividad nuclear se consideran sistemas de infraestructuras críticas cuya posibilidad de accidente también impacta en el contexto mediato obligando a desarrollar un estilo de resiliencia más amplio o de características comunitarias.

Incorporar la dimensión contextual en el ejercicio comparativo no sólo evidencia las particularidades de las HROs en nuestro país sino también la utilidad del desarrollo del corpus empírico y la relevancia que adquiere en el contexto contemporáneo la dimensión de la resiliencia. No sólo para analizar la resiliencia organizacional sino también la resiliencia comunitaria y regional.

El desplazamiento de las preocupaciones societales de los riesgos tecnológicos a los riesgos de catástrofes ambientales o sanitarias tales como en los últimos años lo demuestran los incendios forestales, las inundaciones, tsunamis, influenza AH1N1 y la actual pandemia por Covid-19 no hacen más que poner en evidencia la necesidad

de incorporar la dimensión de la resiliencia en diferentes niveles.

Los desafíos actuales y futuros, léase de la postpandemia, son tan exigentes como poco tolerante a las procrastinaciones de los actores sociales, económicos y políticos. Comprender la resiliencia en la teoría y en la práctica constituye un imperativo categórico si pretendemos lograr la supervivencia de los sistemas a los que pertenecemos.

## Referencias bibliográficas

- Amalberti, R. (2001) The paradoxes of almost totally safe transportation systems, *Safety Science* 37, 109-126
- Amalberti, R. (2009) *La acción humana en los sistemas de alto riesgo*. Madrid: Editorial Modus Laborandi.
- Amalberti, R. (2013) Seguridad óptima del sistema y resiliencia óptima del sistema: ¿conceptos agónicos o antagónicos? en Hollangel E., Woods, D. & Levenson N. (eds.) (2013) *Ingeniería de la resiliencia. Conceptos y preceptos*, Madrid: Modus Laborandi
- Aranaz Andrés, J., Aibar Remón, C., Vitaller Burillo, J. y Ruiz López, P. (2006) *Estudio Nacional sobre los efectos adversos ligados a la hospitalización*, Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo ENEAS 2005.
- Baker, G., et al (2004) The Canadian Adverse Events Study: the incidence of adverse events among hospital patients in Canada, *Canadian Medical Association Journal*, 170 (11):1678-1686.
- Barton M. y Sutcliffe K. (2009) Overcoming dysfunctional momentum: organizational safety as a social achievement, *Human Relations*, 62 (9):1327-1356.
- Baysari M. et al. (2008), Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: a comparison of two human error identification techniques, *Safety Science*, 47, 948-957.
- Bozovich, G. (2010) De la cabina de vuelo al quirófano: técnicas aeronáuticas para prevenir accidentes hospitalarios, *Revista Temas Hospitalarios*, 4 (14):10-13.
- Cantero J., González N., Díaz D., Fidmay P., Chosco, Cecilia (2015) *Innovación y capacidades organizacionales en el sector nuclear argentino: el caso de la central nucleoelectrica Atucha II*, Congreso ALTEC, Porto Alegre (Brasil), 19 al 22 de Octubre. ISSN 2447-3340 disponible en <http://altec2015.nitec.co/>
- Cantero, J. & González, N. (2015) De la naturaleza y especificidad del sistema ferroviario argentino: el desafío de la confiabilidad, *Revista Ciencias Administrativas*, Año 3, N° 6, pp. 83-96. ISSN 2314-3738
- Cantero, J. (2015) *Ontología política de las organizaciones de alta confiabilidad (HROs):*



- hacia una teoría política para comprender los sistemas riesgosos, 100-Cs. *Revista de Ciencias, Tecnología y Sociedad*, Vol. 1, N° 1, 52-77. ISSN 0719-5737
- Cantero, J.; González, L. & Díaz, D. (2017a) Liderando las trayectorias socio-técnicas del sector nuclear argentino: gestión de la innovación desde el Estado. *Revista Debates sobre la Innovación*, Vol. 1, N° 1. ISSN 2594-0937.
- Cantero, J.; González, L. & Díaz, D. (2017b) Managing innovation in the Argentinian nuclear sector: The case of Atucha II nuclear power plant (NPP). *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, Vol. 30 Issue: 4, pp.565-580. ISSN 1012-8255.
- Carroll J.; Rudolph J. (2006) Design of high reliability organizations in health care, *Qual Saf Health Care*.15(1):i4-i9.
- Carthey, De Leval & Reason (2001) Institutional resilience in healthcare systems, in *Quality in Health Care* 2001;10:29-32.
- Davis, P., Lay-Yee, R., Briant, R., Ali, W., Scott, A. y Schug, S. (2002) Adverse events in New Zealand public hospitals I: occurrence and impact, *New Zealand Medical Journal*, 115 (1167): 1-9.
- De Dicco, R. (2011) Extensión de vida útil de Embalse y avances de obra en Atucha II y en el Proyecto CAREM25, Buenos Aires: Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICeT).
- De Dicco, R. (2013) Avances del Plan Nuclear Argentino: el caso del parque de generación nucleoelectrico, Buenos Aires: Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICeT).
- Dhillon B. (2007), *Human reliability and error in transportation systems*, London: Springer -Verlag London.
- Díaz, D., González, N. y Cantero, J. (2015) Naturaleza y especificidad de los equipos de intervención quirúrgica de alta complejidad: un análisis preliminar desde la teoría de la alta confiabilidad (HRT), VIII° Congreso Argentino de Ingeniería Industrial -COINI. Buenos Aires: edUTecNe.
- Eisenhardt, K. (1989) Building theory from case study research, *The Academy of Management Review* 14 (4): 532-550.
- Evans, A. (2018) Fatal train accidents on Europe's railways: 1980-2017, disponible en <http://www.imperial.ac.uk/people/a.evans/publications.html>.
- Evans, A. y Hughes P. (2019), Traverses, delays and fatalities at railway level crossings in Great Britain, *Accident Analysis and Prevention*, 129, 66-75.
- Flin, R. (2013) La erosión de la resiliencia directiva en Hollangel E., Woods, D. & Levenson N. (eds.) (2013) *Ingeniería de la resiliencia. Conceptos y preceptos*,

Madrid: Modus Laborandi

- Gaba, D. (2000) Structural and Organizational Issues in Patient Safety: A Comparison of Health Care to Other High-Hazard Industries, *California Management Review*. 43 (1):83–102.
- Ganguly, A.; Bhatia, U. & Flynn, S. (2018) *Critical Infrastructures Resilience Policy and Engineering Principles*. NY: Routledge - Taylor & Francis Group.
- Gilhou X. y Lagadec P. (2002) *El fin del riesgo cero*, Buenos Aires: Editorial El Ateneo.
- Glaser B. & Strauss A. (1999) *The Discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*, New York: Aldine Transactions.
- González, N. (2014) Paradojas del sistema ferroviario argentino: reflexiones en torno a la confiabilidad y la vulnerabilidad en una línea metropolitana, *Revista del Centro de Estudios de Sociología del Trabajo* N°6/2014.
- González, N. & Cantero, J. (2020) Ferrocarriles metropolitanos y COVID-19: una vez más el desafío de la resiliencia, ponencia presentada en V Congreso de Ciencias Económicas- IX Congreso de Administración VII Encuentro Internacional de Administración, del 7 al 9 de octubre, Villa María – Córdoba.
- Hale, A. & Heijer T. (2013), Es realmente necesaria la resiliencia? El caso de los ferrocarriles en Hollangel E., Woods, D. & Levenson N. (eds.) (2013) *Ingeniería de la resiliencia. Conceptos y preceptos*, Madrid: Modus Laborandi
- Hockey B. y Carrigan N. (2003), *Human Factors in railway systems: implications for safety*, Leeds, UK: Human Factor Laboratory, School of Psychology, University of Leeds.
- Holbeche, L. (2018) *The agile organization: how to build an engaged, innovative and resilient business*. 2nd Edition. NY: Kogan Page Ltd.
- Hollangel E., Woods, D. & Levenson N. (eds.) (2013) *Ingeniería de la resiliencia. Conceptos y preceptos*, Madrid: Modus Laborandi
- Hollnagel, E. (2009) *Barreras y prevención de accidentes*, Madrid: Modus Laborandi.
- International Union of Railways (2020) *Management of Covid-19. Potential measures to restore confidence in rail travel following de Covid-19 pandemic*, Paris: International Union of Railways.
- Jinchuk, D. (2003) *Energía nucleoelectrica*, Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía eléctrica (CNEA).
- Johanning E. et al (2002) Whole-body vibration exposure study U.S. railroad locomotives. An ergonomic risk assessment, *American Industrial Hygiene Association Journal* 63 (4): 439-446.

- Kohn, L.; Corrigan, J. y Donaldson, M. (1999) To err is human: Building a safer health system. Committee on Health Care in America. Institute of Medicine, Washington D. C.: National Academy of Sciences, Academy of Sciences.
- La Porte, T. (1978). Nuclear waste: increasing scale and sociopolitical impacts, *Science, New Series*, 201(4350), 2228.
- La Porte, T. (1996) High reliability organizations: unlikely, demanding and at risk, *Journal of contingencies and crisis management*, 4 (2): 60-71.
- Lagadec, P. (1984) *La civilización del riesgo*. Madrid: Editorial Mapfre.
- Leflar, J. & Siegel, M. (2013) *Organizational Resilience. Managing the Risks of Disruptive Events –A practitioner's Guide*. Boca Raton, FL: CRC PressTaylor & Francis Group.
- Liu, X. (2016) Analysis of Collision Risk for Freight Trains in the United States, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2546, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2016: 121–128.
- Maxwell, J. (1996) A model for qualitative research design, en *Qualitative research design. An interactive approach*, London: Sage Publications. Cap1:1-13.
- Neiman, G. y Quaranta, G. (2006) Los estudios de caso en la investigación sociológica en Vasilachis de Gialdino (coord.) (2006) *Estrategias de investigación cualitativa*, Buenos Aires: Gedisa.
- Nena N. et al (2008) Sleep- disorders breathings and quality of life of railway drivers en Greece, *Chest Journal*, 134 (1): 79-86
- Perpinya, X. (2012), *Reliability and Safety in Railway*, Rijeka, Croatia: InTech
- Perrow, C. (1999) Organizing to reduce the vulnerabilities of complexity, *Journal of contingencies and crisis management*, 7 (3):150-155.
- Perrow, Ch. (1984) *Normal Accidents: living with high-risk technologies*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Perrow, Ch. (2002) *Organizing America: Wealth, Power, and the Origins of Corporate Capitalism*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Pronovost, P., Holzmueller, C., Needham, D., Sexton, J., Miller, M., Berenholtz, S., Wu, A., Perl, T., Davis, R., Baker, D., Winner, L. y Morlock L. (2006), How will we know patients are safer? An organization-wide approach to measuring and improving safety, *Critical Care Medicine*, 34:1988-95.
- Quilici D. (2010) *La fabricación de los elementos combustibles para los reactores nucleares de potencia en Argentina: Un caso de inversiones productivas realizadas por un organismo de ciencia y técnica*, Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica. Disponible en : <https://www.cnea.gob.ar/es/>

[wp-content/uploads/files/combustibles.pdf](#)

- Regalsky A. y Salerno E. (2008) En los comienzos de la empresa pública argentina: la Administración de los Ferrocarriles del Estado y las Obras Sanitarias de la Nación antes de 1930, *Revista Investigaciones de histórica económica*, Nro 11, primavera, 2008: 107-136
- Reinach S. & Viale A. (2006), Application of human error. Framework to conduct train accident/incident investigations, *Accident Analysis and Prevention*, 38, 396-406.
- Rivera, I. (2020) El ferrocarril metropolitano ante la covid-19, Cuaderno de Cultura Científica, disponible en <https://culturacientifica.com/>
- Roberts, K. (1990) Some characteristics of one type of high reliability organization, *Organization Science*, 1(2): 160-175.
- Roberts, K. (ed.) (1993) *New Challenges to Understanding Organisations*, New York: Macmillan.
- Rodríguez, M. (2014) Avatares de la energía nuclear en Argentina. Análisis y contextualización del Plan Nuclear de 1979, *Revista H-Industria*, 8(15), 30-55.
- Rodríguez, M. (2017) La Comisión Nacional de Energía Atómica y la consolidación del complejo empresarial en torno a la actividad nucleoelectrica (1976-1994), *Avances del Cesor*, V. XIV, N° 16, Primer semestre 2017, pp. 69-89.
- Rollenhagen, C.; Westerlund, J. y Näswall, K. (2013), Professional subcultures in nuclear power plants, *Safety Science*, 59, 78-85.
- Sagan, S. (2004) The problem of redundancy problem: why more nuclear security forces may produce less nuclear security, *Risk Analysis*, 24(4), 935-946.
- Salerno, E. (2002) Los Ferrocarriles del Estado, conectividad y política en Argentina, *Revista Transporte, Servicios y Telecomunicaciones* Nro 3- 4: 216-235.
- Salerno, E. (2008) Los Ferrocarriles del Estado en Argentina y su contribución a la ciencia, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.15 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2008
- Schulman, P. (2004) General attributes of safe organisations, *Quality and Safety in Health Care* 13 (2):39-44.
- Smith, C. y Borgonovo, E. (2007), Decision making during nuclear power plant incidents. A new approach to the evaluation of precursor events, *Risk Analysis*, 27(4): 1027-1042.
- Stake, R. (1994) Case Study en Denzin, N. & Lincoln, Y. (eds.) (1994) *Handbook of Qualitative Research*, London: Sage.
- Steizel, S. (2011) *Mente colectiva y equipos de alto desempeño: Lecciones de un equipo*

- de cirugía cardiovascular, Documento de trabajo Universidad de San Andrés, Departamento de Administración.
- Tamuz, M. y Harrison, M. (2006) Improving Patient Safety in Hospitals: Contributions of High-Reliability Theory and Normal Accident Theory, *Health Ser Res*, 41 (4 Pt 2):1654–1676.
- Van Stralen, M. (2008) High-Reliability Organizations: Changing the Culture of Care in Two Medical Units, *Massachusetts Institute of Technology*, 24(1): 78-90.
- Vincent, C., Neale, G. y Woloshynowych, M. (2001) Adverse events in British hospitals: preliminary retrospective record review, *BMJ*, 322:517–519.
- Vogus T. & Sutcliff K. (2007) Organizational Resilience: Towards a Theory and Research Agenda, in *Positive Organizational Scholarship*, K. Cameron, J.E. Dutton, R.E. Quinn, San Francisco: Berrett-Koehler, 2003, pp. 94-110.
- Weick, K. y Roberts, K. (1993), Collective mind in organizations: heedful interrelating on flight decks, *Administrative Science Quarterly*. 38:357-381.
- Weick, K. y Sutcliffe, K. (2007) *Managing the unexpected: resilient performance in an age of uncertainty*, 2nd Ed, San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Wilpert, B. y Itoigawa, N. (2001), *Safety culture in nuclear power operations*, London: Taylor & Francis.
- Wilson, R., Runciman, W., Gibberd, R., Harrison, B., Newby, L. y Hamilton, J. (1995) The Quality in Australian Health Care Study, *The Medical Journal of Australia*, 163:458-471.
- Woods, D. (2013) Características esenciales de la resiliencia en Hollnagel, Woods & Leveson (eds) (2013) *Ingeniería de la resiliencia*, Madrid: Modus Laborandi
- Wreathall, J. (2013) Propiedades de las organizaciones con resiliencia, en Hollnagel, Woods & Leveson (eds) (2013) *Ingeniería de la resiliencia*, Madrid: Modus Laborandi
- Yin, R. (1981) The case study crisis: some answers, *Administrative Science quarterly*. 26 (1):56-65.
- Zangh, Z. & Liu,X. ( 2019), Safety risk analysis of restricted-speed train accidents in the United States, *Journal of Risk Research*, DOI: 10.1080/13669877.2019.1617336.