



## Conference Paper

# Identificación y Caracterización de Infraestructuras Críticas en Panamá

Evidelia Gómez

Universidad Tecnológica de Panamá, David, Chiriquí, Panamá

## Abstract

Critical infrastructures are man-made systems, facilities that provide services necessary for the development of an increasingly demanding economy. The importance of clear identification and characterization allows us to analyze how they relate to each other and the level of dependence they have between them. The objective of this research is to provide a frame of reference for the study of Critical Infrastructures in Panama. For this purpose, the information of the international scientific community has been reviewed mainly due to the lack of studies related to the critical infrastructures of Panama, as well as public and private organizations that manage the operation of the main service systems in Panama.

Corresponding Author:

Evidelia Gómez

evidelia.gomez@utp.ac.pa

Received: 15 November 2017

Accepted: 5 January 2018

Published: 4 February 2018

Publishing services provided  
by Knowledge E

© Evidelia Gómez. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Selection and Peer-review under the responsibility of the ESTEC Conference Committee.

**Keywords:** dependence, critical infrastructures, systems

## Resumen

Las infraestructuras críticas son sistemas creados por el hombre, facilidades que permiten brindar servicios necesarios para el desarrollo de una economía cada vez más demandante. La importancia de una clara identificación y caracterización permite analizar cómo se relacionan unas con otras y el nivel de dependencia que tienen entre ellas. El objetivo de esta investigación es la de proveer un marco de referencia para el estudio de las Infraestructuras Críticas en Panamá. Para ello se ha revisado información de la comunidad científica internacional principalmente debido a la carencia de estudios relacionados a las infraestructuras críticas de Panamá, así como también se han consultado organizaciones públicas y privadas que administran el funcionamiento de los principales sistemas de servicio en Panamá.

**Palabras claves:** dependencia, infraestructuras críticas, sistemas

## OPEN ACCESS

## 1. Introduction

Las infraestructuras críticas (IC) son aquellas facilidades, servicios e instalaciones que son vitales para las comunidades o las sociedades modernas con un acelerado crecimiento económico, urbanístico y poblacional, donde las necesidades y demandas de una ciudad se hacen cada vez más complejas; son críticas porque su inoperatividad o afectación puede afectar a otros sistemas. Estas infraestructuras, afectan todas las áreas de la vida cotidiana, incluyen energía eléctrica, producción y distribución de gas y petróleo, telecomunicaciones (Información y comunicaciones), transporte, abastecimiento de agua, banca y finanzas, emergencia y gobierno, servicios, agricultura y otros sistemas fundamentales y los servicios que son críticos para la seguridad, prosperidad y bienestar social de la nación (Rinaldi, Peerenboom, & Kelly, 2001)

Las infraestructuras críticas son aquellas instalaciones, redes, servicios y equipos físicos y virtuales cuya interrupción o destrucción tendría un impacto mayor en la salud, la seguridad o el bienestar económico de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento del gobierno, de ahí su nombre de críticas (Department of Homeland Security, n.d.); son sistemas de naturaleza compleja, generalmente interconectadas formando redes, y son interdependientes con otras infraestructuras críticas que pertenecen a otros sectores (por ejemplo, la red de distribución de agua potable, de energía eléctrica, etc.).

El objetivo de esta investigación es la de proveer un marco de referencia para el estudio de las Infraestructuras Críticas en Panamá. Para ello se ha revisado información de la comunidad científica internacional principalmente debido a la carencia de estudios relacionados a las IC en Panamá, así como también en fuentes de organizaciones públicas y privadas que administran el funcionamiento de los principales sistemas de servicio en Panamá.

## 2. Antecedentes

Las infraestructuras críticas toman especial importancia luego del evento del 9/11, en los Estados Unidos, situación que impacto al mundo entero, marcando un antes y un después en el tema de IC. Luego de esto, muchos países, comenzaron por identificar sus infraestructuras críticas para analizar su vulnerabilidad, con miras en desarrollar planes de protección hacia estas infraestructuras, formando los mecanismos gubernamentales y las políticas necesarias, para salvaguardar estos sistemas de servicio.

Para comprender mejor la importancia de una correcta identificación y caracterización de las infraestructuras críticas es necesario establecer una clara definición de éstas. España por ejemplo en su PNPIC (Plan Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas) define las infraestructuras críticas como: “aquellas instalaciones, redes, servicios y equipos físicos y de tecnología de la información cuya interrupción o destrucción tendría un impacto mayor en la salud, la seguridad o el bienestar económico de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento de las instituciones del Estado y de las administraciones públicas” (Interior, 2014).

Los Estados Unidos en 1990, señalan 8 sectores; luego con el incremento del terrorismo redefinen el término de infraestructura como un tema de seguridad nacional. En el 2006, el Departamento de Seguridad nacional (DHS) (O'Rourke, 2007) listó 17 sectores, y posteriormente 16 sectores de infraestructura críticas, cuya incapacidad debida a las interrupciones tendría un impacto debilitante en la economía nacional. (Chopra & Khanna, 2015)

En los últimos años la comunidad científica internacional ha realizado diferentes investigaciones relacionadas a la identificación y metodologías de análisis de las IC un insumo base para la elaboración de planes de Resiliencia, el desarrollo de políticas de estado y planes de protección a infraestructuras críticas debido a las serias afectaciones a la población y a la economía de un país, que resultan de las interrupciones en los servicios que éstas prestan (Alvarez & et al, 2016).

En Panamá, la información documental investigada, muestra que, en el año 2013, el Consejo Nacional para la Innovación Gubernamental (AIG) (Gaceta Oficial 27289-A, 2013) mediante resolución no. 21, aprueba la Estrategia Nacional de Seguridad Cibernética y Protección de Infraestructuras Críticas, considerando la protección de aquellas infraestructuras que son vitales para el bienestar de la población, los servicios básicos, el buen funcionamiento del gobierno y las organizaciones privadas, el bienestar económico y la calidad de vida de las personas, como son las infraestructuras físicas y virtuales que forman el ciberespacio.

El Plan Estratégico de Gobierno de Panamá (2015-2019), establece objetivos competitivos buscado posicionar a Panamá como un hub-económico-empresarial para las Américas, así como también mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, para lo cual requiere de fuerte una inversión en sistemas de infraestructuras críticas como: agua y saneamiento, transporte urbano, energía, entre otros. (G. de Panamá, 2015) El sistema de agua potable y drenaje resulta vulnerable para una población cuando su mal funcionamiento puede afectar el tránsito vehicular y la salud de los ciudadanos. (Infra, n.d.) El crecimiento de la población y el inadecuado uso de recursos presupuestarios y

la falta de planificación territorial, acelera el deterioro de estas infraestructuras vitales para Panamá. (Peralta, 2009)

### 3. Metodología

Este estudio se enfoca primero en la identificación de las Infraestructuras Críticas; ello parte en determinar los sectores económicos y de seguridad nacional que proveen de servicios a la población, tanto por empresas públicas como privadas. Luego de esto se analizan sus componentes como sistemas complejos, buscando caracterizar cada una de ellas de acuerdo a su tipología determinando las relaciones existentes entre sus componentes y otros sistemas. Para ello se levanta una data de las empresas que pertenecen a los sectores aplicando herramientas tales como: la observación, las encuestas y entrevistas, y revisando la información documental impresa y digital. Se realiza un análisis de relaciones utilizando una matriz de relaciones, y un diagrama causal, apoyado con el software Vensim PLE.

### 4. Identificación de sectores de Infraestructuras Críticas

La Autoridad Nacional de Servicios Públicos (ASEP), es la institución gubernamental que regula, fiscaliza y asegura los servicios públicos tales como: energía, agua potable, alcantarillado sanitario y telecomunicaciones, garantizando la confiabilidad en el servicio (ASEP, 2015)

#### 4.1. Sectores

La literatura revisada muestra que existen estrategias para la protección de infraestructuras críticas virtuales y físicas que componen el ciberespacio. Igualmente, para algunos elementos de estos sistemas ya se cuenta con planes y estrategias de protección como lo son: la zona del canal de Panamá, las instituciones financieras y de banca, entre otras. La dependencia se crea cuando existe un vínculo o conexión entre dos infraestructuras donde el estado de una infraestructura esta correlacionado con el estado de la otra. Es importante conocer cómo funciona cada sector para analizar su funcionamiento y sus componentes.

Los sectores identificados que se consideran en este estudio son:

1. Energía

2. Telecomunicaciones
3. Transporte
4. Bancario
5. Agua y sanidad
6. Salud

#### 4.1.1. Sector energía

El sistema energético nacional no es sólo la infraestructura, está formado por instituciones públicas y privadas que hacen que el sistema funcione. Un sistema energético está constituido por el conjunto de servicios que requieren energía, en cantidades y formas diferentes, para satisfacer las necesidades de alimentación, de vivienda, de educación, de salud, de movilidad, de cultura, de entretenimiento, entre otras. (Energía, 2015) El sector energético se subdivide en dos subsectores prioritarios: el subsector eléctrico donde cerca del 60% es de generación hidráulica y 40% por generación térmica y el subsector de hidrocarburos, donde los principales consumidores corresponden a actividades marítimas y de aviación, transporte urbano (público y privado), la industria, y el comercio. A partir del año 1997 se reestructura el sistema energético y es donde se da apertura a la inversión con capital privado donde el sector bancario financia proyectos de generación de energía. La generación eléctrica cuenta con participación tanto estatal como privada. La empresa estatal de transmisión es ETESA, quien es regulada por la Secretaría Nacional de Energía (SNE) y la Autoridad de servicios Públicos (ASEP). La distribución de energía eléctrica tiene participación Estatal a cargo de las empresas: Distribución Eléctrica Metropolitana (EDEMET), Empresa de Distribución Eléctrica de Chiriquí y Empresa Nacional y ENSA. La Figura 1. presenta el consumo energético por sector, siendo el transporte el mayor consumidor especialmente en combustibles líquidos.

La ciudad de Panamá es la ciudad más urbanizada del país, concentrando la demanda de electricidad y combustibles generado por un mayor número de edificios y alto congestionamiento en las calles (Peralta, 2009). El 70% del consumo de electricidad se concentra en la ciudad capital, al igual que el 76% de los vehículos lo que genera un gran consumo de energía especialmente derivados del petróleo (Energía, 2015) La energía es fundamental para el desarrollo de una economía en crecimiento, ya que muchos sectores dependen de ella para su normal funcionamiento, por lo que debe proporcionar a los consumidores un servicio continuo, confiable y a precios razonables.



Figura 1: Dossier Energético: Panamá. BID. 2017

#### 4.1.2. Sector telecomunicaciones

Las telecomunicaciones permiten a las empresas, ser más competitivas, más eficientes, comunicarse de manera efectiva con los clientes, proveedores y otros agentes importantes como los colaboradores dentro de la empresa, ello hace que muchas organizaciones centren sus actividades en la dependencia de las telecomunicaciones (Agency & Security, 2014) En los últimos años el sector de las telecomunicaciones ha experimentado enormes avances, principalmente: El Plan Nacional de Atribución de radiofrecuencias (PNAF), el reordenamiento de la banda de radiofrecuencia modulada (FM), el desarrollo de la televisora digital abierta (TDT), la ampliación de la Banda Ancha para la competitividad y la integración, soterramiento y reubicación de infraestructuras públicas y el servicio de internet.

La Agenda digital estratégica de Panamá 2014-2019, promueve la innovación en las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), en el sector público y privado, especialmente en el Banco Nacional de Panamá (BNP), Ministerio de Educación (MEDUCA), Ministerio de Comercio e Industrias (MICI), Ministerio de Salud (MINSAL), Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), entre otros. Los servicios del Gobierno Digital tendrán entrelazadas sus bases de datos, sistemas y aplicaciones de tal forma que puedan interoperar entre ellas.

### 4.1.3. Sector transporte

El sistema de transporte es un sistema complejo que requiere de la integración de: modos de transporte, inversión, infraestructura vial, seguridad vial, vehículos, energía, telecomunicaciones y gestión, lo que impacta directamente en la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo de un país. Existen muchas organizaciones, tanto públicas como privadas que tienen relación directa con la eficiencia en la movilidad y logística urbana, por lo que muchos actores intervienen y es necesario integrarlos para lograr un óptimo resultado.

Por su privilegiada posición geográfica y su potencial logístico, Panamá es acopio de carga mundial, los puertos privados conectados por un ferrocarril, las carreteras, los aeropuertos y el Canal de Panamá, hacen de Panamá un atractivo centro logístico. El transporte público es el principal modo de desplazamiento en la ciudad de Panamá. El Metro Bus opera 250 rutas con un "sistema de gestión de flota y apoyo en vía", el cual permite monitorear el estado y ubicación de la flota de forma electrónica y en tiempo real, evaluando el nivel de servicio a los usuarios. La ciudad de Panamá es llamada también la "ciudad de los rascacielos" por contar con los edificios más altos de América Latina, genera una alta concentración de urbanismo demandando grandes cantidades de energía eléctrica, y combustible y provocando una gran congestión vehicular que se traduce en menor calidad de vida para los ciudadanos. El diseño vial favorece al automóvil, no así al peatón, ciclista, o buses de rutas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2007) La alta densidad vehicular afecta el desplazamiento y flujo del transporte terrestre de la ciudad, aumentando el tiempo de viaje de los usuarios y afectando la calidad de vida de los ciudadanos. Los taxis también forman parte de este sistema; igualmente los puertos y aeropuertos, mayormente dependientes de los derivados de hidrocarburos, de la fibra óptica, sistemas de comunicación y de la energía eléctrica.

### 4.1.4. Sector bancario

El sector bancario de Panamá está constituido principalmente por la banca privada, con licencia general, de representación nacional e internacional. De 1904 a 1970, Panamá paso de ser una economía dolarizada cuando se crea la ley Bancaria a ser un Centro Financiero al ampliar su oferta de servicios con Bancos de Europa y Asia. Actualmente existen aproximadamente 66 de bancos que operan en Panamá.

La gran crisis global de siglo XXI, se resintió en Panamá, así como en el mundo entero, debido a los instrumentos bancarios por su complejidad y la interconexión (Chai, Liu, Zhang, & Baber, 2011) Para el 2007, Panamá logro salir adelante gracias a su enfoque más bien regional, con Colombia y éste con Centroamérica y Suramérica, llegando a ser conocido como Centro Financiero Regional. Hoy día existe nuevamente el interés de desarrollar el sector Bancario de Panamá como Centro Financiero Internacional. La Banca requiere de Sistemas de Información Financiera. Como todo sistema, este puede demostrar su carácter dependiente de las interconexiones bancarias internacionales, interconexiones que hacen riesgosas las actividades bancarias que dependen de una moneda extranjera como el dólar (Eusgeld, Nan, & Dietz, 2011)

#### 4.1.5. Agua y Sanidad

Panamá es un país impulsado principalmente por el agua, y cuenta con 166 cuencas hidrográficas; sin embargo, el rápido crecimiento poblacional y urbano, su uso descontrolado, y los efectos del cambio climático, afectan la producción y suministro de agua de calidad para la población y la sostenibilidad de este vital líquido para las nuevas generaciones. El agua es el recurso máspreciado que tiene Panamá, se utiliza para la producción alimentaria del país, para las actividades comerciales, para: la producción de energía eléctrica, el transporte, el consumo humano, preparar alimentos, la limpieza y sanidad, por ello la importancia de hacer un uso racional y sostenible.

Recientemente el Gobierno central puso especial interés y crea el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050 (G. de la R. de Panamá, 2015) Los principales actores que intervienen para garantizar la producción, calidad y servicio del agua son: Mi Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA), Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Canal de Panamá, entre los principales. La Figura 2, a continuación, muestra la disponibilidad y usos del agua que tendrá Panamá para los próximos años.

#### 4.1.6. Salud

El sistema de salud es regulado y vigilado por el ministerio de salud (MINSa). Para garantizar la salud de la población se desarrolla el Proyecto de saneamiento de la Bahía de Panamá, la protección de alimentos, farmacia y drogas. El sistema integrado de salud utiliza las tecnologías de la información y las comunicaciones para mejorar



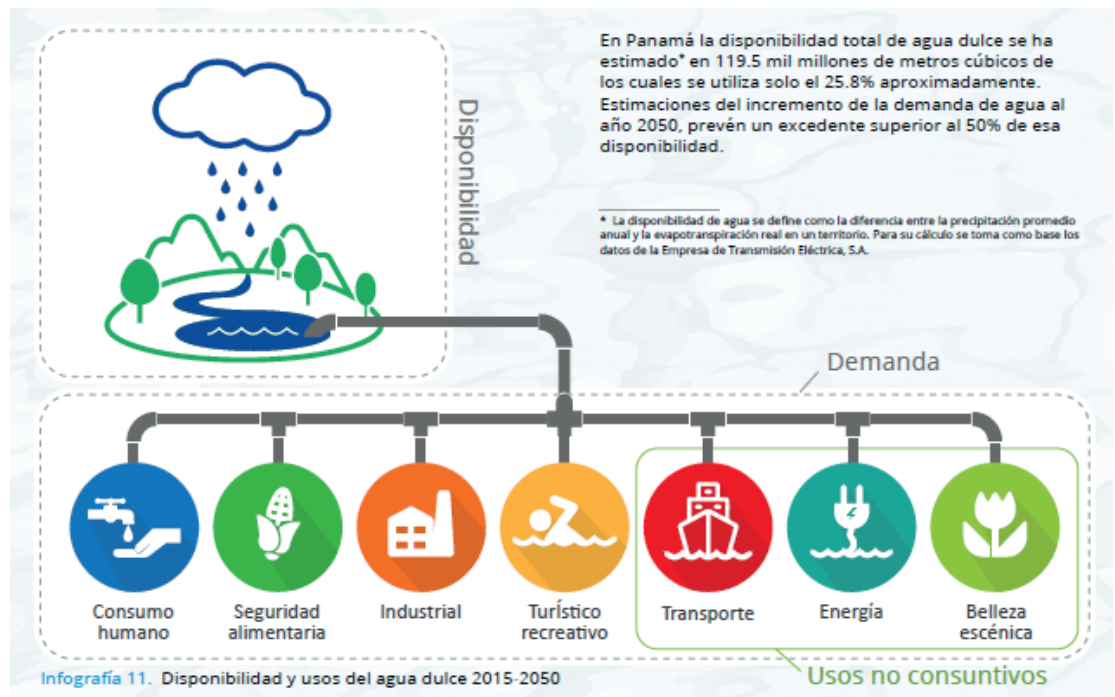


Figura 2: Plan Nacional de Seguridad Hídrica. Panamá. Disponibilidad y usos del agua. 2015-2050

el servicio de atención y el manejo de la información, para la compra de insumos y la gestión administrativa, entre otras; además vigila la calidad del agua, aire y alimentos para prevenir enfermedades. Requiere además para su funcionamiento del suministro eléctrico, del cual depende para operar 24 horas al día, los 365 días al año.

## 5. Características de las Infraestructuras

### 5.1. Escala espacial

Describe los elementos o partes, unidades, subsistemas y sistemas hasta que los conjuntos de sistemas forman las infraestructuras. El sistema de transporte está formado por calles, avenidas, carreteras, que componen la red vial y que conectan corregimientos, distritos y a todo el país; también está transporte público: buses urbanos, el metro; además el transporte privado: buses y taxis, que contribuyen a la movilidad urbana; autos, bicicletas, motos, camiones, semáforos, luminarias, la señalización vial.

### 5.2. Escala temporal

Todas las infraestructuras funcionan con una escala de tiempo. Si se refiere al sector agua, para la producción de agua potable se establecen parámetros como galones

por día. En caso del funcionamiento del transporte sería km por hora, para analizar el tiempo promedio de viaje. El periodo de tiempo para completar la construcción de la línea 2 del metro.

### 5.3. Factores operacionales

Las infraestructuras son sistemas que dada su complejidad pueden tornarse vulnerables. Los factores se relacionan al riesgo de no operar adecuadamente son: procedimientos operacionales, sistemas de seguridad, políticas de seguridad, planes de contingencias, revisiones, etc. El Sistema de agua potable, de fallar en algún momento, puede utilizar transportes cisternas para llevar agua potable donde se dio la falla de suministro.

## 6. Interdependencias

### 6.1. Física

Dos infraestructuras son físicamente interdependientes si el estado de la salida de una es la entrada de otra. Los sistemas de generación de energía eléctrica dependen del agua, y a su vez el sistema de agua depende de la energía eléctrica para los sistemas de bombeo de agua. El sistema de transporte requiere de combustible, y para llevar combustible de un lugar a otro se requiere de equipos especiales de transporte de combustible. Estos son ejemplos de las interdependencias entre los sistemas (Newman et al., 2005)

### 6.2. Cibernética

Las infraestructuras requieren información, las telecomunicaciones conectan infraestructuras entre sí a través de medios electrónicos. Un ejemplo de esto se encuentra en la banca y las telecomunicaciones.

### 6.3. Geográfica

la interdependencia ocurre por la proximidad espacial de diferentes elementos de infraestructuras críticas. El sistema de alcantarillado y distribución de agua potable se encuentra muy cerca del sistema vial, eléctrico y de cableado de telecomunicaciones

en diferentes áreas de la Ciudad de Panamá. Cuando se presenta un daño en las tuberías de agua, por ejemplo, generalmente los trabajos de reparación afectan el tráfico vehicular.

### 6.4. Lógica

Existen interdependencias lógicas entre infraestructuras cuando el estado de una afecta la operación de otra. Este tipo de interdependencias se dan principalmente por las decisiones humanas. A principios del año 2012, residentes Ngäbe de la Comarca, protestaron cerrando la carretera interamericana, lo que trajo como resultado afectación a la actividad comercial, el transporte, y la distribución de alimentos hacia la Ciudad Capital.

## 7. Resultados

Las relaciones de interdependencia en las infraestructuras críticas pueden determinarse a partir de una clara identificación del sector y de los elementos, sistemas y subsistemas que interactúan con él de manera dependiente o interdependiente. La Figura 3. Muestra las relaciones de recurso hídrico para el sector alimentario, el sector energía, el sector transporte, el sector salud y sus relaciones existentes.

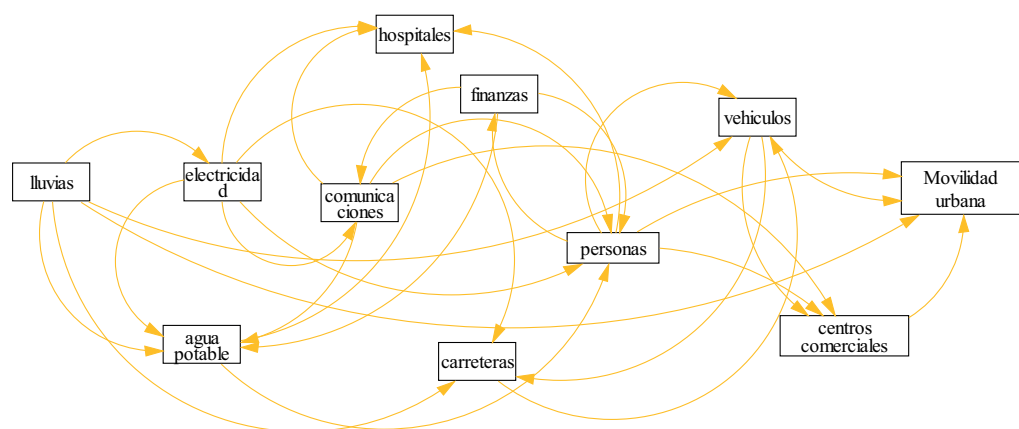


Figura 3: Sistema interdependiente

El software Vensim PLE, de uso académico permite desarrollar de forma gráfica las relaciones que se dan en las infraestructuras críticas, desde sistemas simples hasta sistemas complejos, inclusive analizar el comportamiento por medio de la simulación.

## 8. Conclusiones

Se identificaron 6 sectores para el desarrollo de estudios más profundos, algunas de sus características y tipologías son básicas para determinar las relaciones de dependencia e interdependencia. Se aplicó la metodología propuesta por Rinaldi, sobre los tipos de interdependencia y sus características. Con Vensim se pudo representar el diagrama causal que muestra las relaciones de los actores ante un evento. Esta recopilación prevé de un marco de referencia para el estudio de análisis de redes sociales de infraestructuras críticas, análisis de vulnerabilidad al riesgo, desarrollar modelos de comportamiento, analizar el impacto que tiene en la calidad de vida de las personas, en otros sistemas.

## Referencias

- [1] Agency, E. U., & Security, I. (2014). *Methodologies for the identification of Critical Information Infrastructure assets and services*.
- [2] Alvarez, H. R., & et al. (2016). Análisis causal de las interdependencias de las infraestructuras críticas en la República de, (July), 20–22.
- [3] ASEP. (2015). *MEMORIA*.
- [4] Banco Interamericano de Desarrollo. (2007). *La movilidad urbana en el área metropolitana de Panamá*.
- [5] Chai, C., Liu, X., Zhang, W. J., & Baber, Z. (2011). Application of social network theory to prioritizing Oil & Gas industries protection in a networked critical infrastructure system. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 688–694. <http://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.05.011>
- [6] Chopra, S. S., & Khanna, V. (2015). Interconnectedness and interdependencies of critical infrastructures in the US economy: Implications for resilience. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 436, 865–877. <http://doi.org/10.1016/j.physa.2015.05.091>
- [7] Department of Homeland Security. (n.d.). critical infrastructure definition hs.pdf.
- [8] Energía, S. N. de. (2015). *PLAN ENERGÉTICO NACIONAL 2015-2050?*: Panamá.
- [9] Eusgeld, I., Nan, C., & Dietz, S. (2011). “ System-of-systems ” approach for interdependent critical infrastructures. *Reliability Engineering and System Safety*, 96(6), 679–686. <http://doi.org/10.1016/j.res.2010.12.010>
- [10] Gaceta Oficial 27289-A. (2013). Estrategia Nacional de Seguridad Cibernética, (27268), 1–1201.

- [11] Infra, G. de I. de. (n.d.). Análisis de los Sistemas de Drenaje Pluvial y Distribución de Agua Potable en el Corregimiento de San Francisco.
- [12] Interior, M. (2014). Seguridad y Ciudadanía.
- [13] Newman, D. E., Nkei, B., Carreras, B. A., Dobson, I., Lynch, V. E., & Gradney, P. (2005). Risk Assessment in Complex Interacting Infrastructure Systems. *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 0(C)*, 63c–63c. <http://doi.org/10.1109/HICSS.2005.524>
- [14] O'Rourke, T. D. (2007). Critical infrastructure, interdependencies, and resilience. *Bridge-Washington-National Academy of Engineering*. <http://doi.org/10.1126/science.180.4090.1092>
- [15] Panamá, G. de. (2015). Plan Estratégico de Gobierno.
- [16] Panamá, G. de la R. de. (2015). *Agua para todos. Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050*. Panamá.
- [17] Peralta, M. L. (2009). *Assessment of Impacts of High-Rise Buildings on the Performance of Critical Infrastructures in Developing Countries*.
- [18] Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), 11–25. <http://doi.org/10.1109/37.969131>

## Autorización y Exención de Responsabilidad

*Autorizo a ESTEC a publicar el documento en las actas de la conferencia. Ni ESTEC ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este documento.*