



Artículo Original

# Vulnerabilidad funcional urbana en las infraestructuras de soporte: electricidad y telefonía, en el asentamiento urbano de Gibara

Urban functional vulnerability in support infrastructures: electricity and telephone, in the urban settlement of Gibara

Yanet Carralero Cruz<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-4120-2779>, Libys Martha Zúñiga Igarza<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-9669-8658>

## Resumen:

**Contexto:** La vulnerabilidad funcional en un asentamiento urbano se relaciona íntimamente con los elementos expuestos ante amenazas varias; lo que convierten a la estructura urbana, la forma de la ciudad y los usos de suelo en herramientas vitales para su evaluación.

**Objetivo:** El presente artículo tiene como objetivo socializar la experiencia de la evaluación de la vulnerabilidad funcional urbana para la electricidad y telefonía en Gibara, Holguín, Cuba.

**Métodos:** Se emplean métodos teóricos y empíricos, como el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, el método sistémico estructural, la modelación, encuestas, observación y revisión documental.

**Resultados:** Se presenta de modo caracterizado, la implementación del proceso evaluación de la vulnerabilidad funcional urbana para la electricidad y la telefonía, que se diseñó para la localidad de Gibara.

**Conclusiones:** La evaluación implementada, permite conocer con suficiencia las características principales del funcionamiento de los servicios de electricidad y telefonía, en función de una gestión coherente de estos, para prever afectaciones y elevar su calidad en el entorno urbano de Gibara.

**Palabras clave:** vulnerabilidad funcional, resiliencia funcional, urbano, infraestructuras de soporte.

## Abstract:

**Background:** Functional vulnerability in an urban settlement is closely related to the elements exposed to various threats; which makes the urban structure, the shape of the city and land uses vital tools for its evaluation.

**Objective:** The objective of this article is to socialize the experience of evaluating urban functional vulnerability for electricity and telephony in Gibara, Holguín, Cuba.

**Methods:** Theoretical and empirical methods are used, such as analysis and synthesis, induction and deduction, the structural systemic method, modeling, surveys, observation and documentary review.

**Results:** The implementation of the urban functional vulnerability assessment process for electricity and telephony, which was designed for the town of Gibara, is presented in a characterized manner.

**Conclusions:** The evaluation implemented allows us to know sufficiently the main characteristics of the operation of electricity and telephone services, based on their coherent management, to foresee effects and increase their quality in the urban environment of Gibara.

**Keywords:** functional vulnerability, functional resilience, urban, support infrastructure.

## Historial del artículo

Recibido: 7 julio 2023

Aceptado: 2 septiembre 2023

<sup>1</sup>*Empresa de proyectos de las FAR, Holguín, Cuba;*

<sup>2</sup>*Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.*

Email: yan961011@gmail.com

Artículo de acceso abierto bajo licencia Creative Commons Atribución NoComercial CompartirIgual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



## Citación recomendada para este artículo:

Carralero Cruz, Y. y Zúñiga Igarza, L. M. (2023). Vulnerabilidad funcional urbana en las infraestructuras de soporte: electricidad y telefonía, en el asentamiento urbano de Gibara. *Monteverdia*, 16 (2), 15-22. Recuperado de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/4424>

## Introducción

La imperiosa necesidad de prevenir, reducir y controlar las vulnerabilidades es una temática incluida en las agendas de trabajo de las naciones del mundo. Los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) promovidos en el 2015, y desde una perspectiva sistémica de los Objetivos de Desarrollo del Milenio del 2000, han dedicado específicamente, el objetivo 11 a la ciudad

que trata el incentivo para conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Es por eso que esta investigación contribuye por un lado a esos objetivos y por otro a mejorar la calidad de la vida urbana, específicamente en el asentamiento urbano de Gibara desde la evaluación de la vulnerabilidad funcional urbana de las infraestructuras de soporte para la

electricidad y la telefonía.

En ese sentido, la vulnerabilidad funcional urbana es el proceso de malestar en las ciudades producido por la combinación de múltiples dimensiones de desventaja ya sean del medio natural como del social. Es también reconocida como el grado en que un elemento urbano es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos, como el cambio climático, siendo función de la naturaleza, la magnitud y persistencia de la variabilidad climática expuesta, junto a su sensibilidad y su capacidad de respuesta. En cuanto a lo social, el medio construido, el medio biofísico y la estructura económica municipal son componentes que se relacionan con la estructura, forma o función de la ciudad, así como las características de los diversos grupos humanos que ocupan el espacio urbano y sus propios estilos o modalidades de vida.

La evaluación de la vulnerabilidad funcional urbana las infraestructuras de soporte de electricidad y telefonía en el asentamiento urbano de Gibara, Holguín es sentado sobre las bases de los eventos hidrometeorológicos extremos como los ciclones: Tormenta Tropical Hanna (2008); Huracán Ike (2008); huracán Sandy (2012) y el Huracán Irma (2017) que han afectado la ciudad, así como la agresividad ambiental presente en la ciudad como los niveles de salinidad y el comportamiento de los vientos, y los cambios del nivel del mar en su relación con la localización dentro de la estructura y forma urbana del asentamiento.

A partir de tres procesos fundamentales se desarrolló el análisis: evaluación de las amenazas, valoración de las susceptibilidades, y prevención de la vulnerabilidad funcional urbana. Se declaró la propuesta de solución y se confeccionó un grupo de medidas de adaptación o resilientes, dirigidas a los postes, los herrajes y los materiales para aminorar el impacto de la agresividad ambiental desde la localización en el núcleo urbano, con el fin de proporcionar un instrumento que facilita la toma de decisiones sobre la base de resultados técnicos.

### **Materiales y métodos**

La utilización de los métodos teóricos desde una perspectiva dialéctica como la inducción deducción, permitió determinar que la vulnerabilidad funcional urbana es aquella que está relacionada no solamente con la confiabilidad de la estructura de las edificaciones

o componentes urbanos, sino que además tiene en cuenta el comportamiento de los elementos no estructurales como, los muros, equipos, instalaciones, divisiones, etc., lo cual es de suma importancia para el continuo funcionamiento de los sistemas urbanos desde una generalidad.

En términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico, siendo la más factible de cuantificar en pérdidas potenciales referidas a los daños o la interrupción de los servicios, (Cardona, 2002). En la actualidad, se le conoce también como como fiabilidad, aunque no estudia en particular el caso de desastres de origen natural, analiza la vulnerabilidad de las funciones de la empresa para reducir los riesgos de colapso de servicios.

En lo específico del método sistémico estructural, se organiza como un sistema que asocia la vulnerabilidad funcional urbana en correlación con el desarrollo urbano que armoniza e integra los elementos urbanos apoyando el desarrollo socio-económico, por lo que contribuye a mejorar la estructura de la ciudad y su funcionamiento. También se reconocen como parte de ese método los componentes de la vulnerabilidad funcional urbana, la relación derivada de las concepciones de la vulnerabilidad como la localización, la susceptibilidad y la resiliencia. En este sentido cada una se define como:

- La ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo. La posición ofrece la localización geográfica utilizando criterios absolutos (un punto definido por las coordenadas geográficas, una línea o una superficie delimitada y mensurable o reducible a una malla).
- La susceptibilidad del funcionamiento urbano es la capacidad que tiene un sistema u objeto a ser influenciado, modificado o dañado, en relación con las características intrínsecas o propias llegando a consecuencias o daños potenciales que afectan su funcionalidad, (Colectivo de Autores, 2014).
- La resiliencia funcional analiza la rigidez del modelo de relaciones funcionales entre los elementos de la sociedad, la movilidad, y la degradación de sus condiciones ambientales (locales y globales), que ponen en duda su capacidad de adaptación frente a un futuro de incertidumbre (Hernández, Aparicio, Gómez, González, Córdoba, Díez, ... & Picardo, 2016).

En cuanto a los métodos de la investigación científica

el análisis-síntesis, y la modelación permitieron la realización de un proceder que potencia los análisis correspondientes para la toma de decisiones desde una perspectiva de evaluar, valorar y prevenir, desde el proceso siguiente:

- Evaluar las amenazas. Para ello se estudian las condiciones climáticas que propician amenazas: fenómenos naturales extremos y la agresividad ambiental, así como los principales daños registrados a causa de estas amenazas en la última década desde la susceptibilidad de las infraestructuras ante las amenazas definidas.
  - Estado actual de infraestructura.
  - Factores condicionantes (localización, comportamiento de la estructura).
- Valorar la susceptibilidad. Para ello se revisan los componentes:
  - El uso, la estructura y forma del elemento estructural.
  - Evaluación del funcionamiento desde el emplazamiento urbano.
- Prevenir la vulnerabilidad funcional urbana de las infraestructuras analizadas. Para ello se toman medidas de adaptación desde el emplazamiento urbano y el elemento estructural.

Al llevar a cabo, la realización de estos análisis se orienta a la resolución de un problema actual de la ciudad de Gibara para la toma de decisiones de las autoridades de la localidad, permitiendo así el mejoramiento de la calidad y el funcionamiento de las redes de servicios vitales en la ciudad desde una perspectiva sostenible de su desarrollo.

Desde los métodos empíricos, a través de las encuestas estructuradas y no estructuradas, la observación, la revisión de documentos, entre otros, realizados en la ciudad de Gibara, se constató que dicha ciudad enfrenta peligros como los fuertes vientos y las inundaciones provocadas por intensas lluvias o la penetración del mar, y la agresividad del contenido de sal en la atmósfera, este último poco tratado y evaluado; esto sumado a su situación geográfica y sus condiciones medioambientales potenciales la convierten en una ciudad altamente vulnerable por lo que para la electricidad y la telefonía se afectan los siguientes componentes:

- En la red de telefonía fija son: postes, tensores, cables multipares, cruces aéreos, cables de fibra óptica, herrajes (mordazas y ordenadores), cajas terminales, bajantes y conectores; mientras que los de la telefonía son torres, antenas y bajantes con sus respectivos herrajes.
- En la red eléctrica son: interruptores automáticos, transformadores, cuchillas de línea, drop out, cables de cobre, cables de aluminio, herrajes, postes de hormigón y madera, aisladores, seccionadores, pararrayos y tensores.

Dichos componentes son esenciales como infraestructura de soporte en dicho pueblo, lo que hoy limita la estabilidad de dichas infraestructuras, así como eleva los niveles de mantenimientos. El conocer los efectos potenciales o pérdidas que pueden presentarse en el contexto infraestructural permite que dentro de los planes de desarrollo y los programas de inversión se puedan definir medidas que eviten o atenúen las afectaciones de las líneas vitales o infraestructuras de soporte, modificando las condiciones que propician que los efectos del mismo se presenten.

### **Resultados y discusión**

La vulnerabilidad, al estar ligada a los procesos sociales que se desarrollan en un asentamiento y relacionarse íntimamente con los elementos expuestos ante amenazas de diversas índoles; convierte la estructura urbana, la forma de la ciudad y los usos de suelo en herramientas vitales para su estudio y evaluación. Aunando estos elementos en un enfoque orientado sobre la base de la fragilidad, la susceptibilidad o la falta de resiliencia se consigue la planificación de una ciudad sobre la base del desarrollo sostenible y por consiguiente con una distribución funcional del espacio urbano.

#### *Uso, estructura y forma*

Constituyen los elementos básicos del planeamiento físico-espacial de la ciudad, donde concibe el uso del suelo destinado a las infraestructuras de electricidad y telefonía. La forma de diseño de los postes, los materiales y componentes son elementos de susceptibilidad a tener en cuenta. La estructura físico-espacial, constituyen el trazado y la faja de protección del emplazamiento de las redes, que de forma general siempre es lineal. Esta contribuye a analizar la localización de las infraestructuras de electricidad y

telefonía, puesto que, en dependencia de estos factores, pueden o no adaptar, los materiales y la tecnología para el trazado de dichas infraestructuras, de acuerdo a los niveles de agresividad ambiental del lugar donde se colocarán.

De ahí depende entonces los resultados que se deben implementar: programa de actuaciones, regulaciones, catálogo de edificaciones y espacios protegidos. Este se enfoca al desarrollo de políticas, estrategias, planes y regulaciones. No presupone necesariamente una perspectiva normativa de desarrollo óptimo que homogenice los resultados independientemente de las condiciones locales, aunque facilita la comparación de diferentes estándares, a varios niveles, para el análisis de sus causas y la jerarquización de los problemas u afectaciones que se producen en el ambiente

#### *Localización, susceptibilidad, y resiliencia*

La localización es la condición de desventaja debido a la ubicación, o posición por lo que es vital tenerla en cuenta desde los planes de ordenamiento territorial y urbano y condicionarse a través de la licencia de construcción. Esta determina las condiciones, forma y emplazamiento de la infraestructura y que necesita de evaluaciones de riesgos para poder localizarse. De igual forma desde la localización se analiza la susceptibilidad. Esta se evalúa desde el grado de fragilidad interna, dígame materiales y componentes del elemento estructural que soporta las redes. En este caso los materiales son altamente determinantes sobre los fenómenos naturales extremos, y de la agresividad ambiental propia del lugar.

Indirectamente proporcional a la vulnerabilidad se desarrolla la resiliencia, la cual calcula o desarrolla, según Zúñiga (2018) una capacidad para la absorción, resistencia y recuperación ante impactos, niveles de uso o límites establecidos por cada uno de ellos, que permiten mantener su autorregulación con niveles aceptados de conservación y estabilidad. Eso significa que, para reducir la vulnerabilidad, hay que reforzar la resiliencia con medidas de adaptación, es por eso que es necesario analizar estos aspectos para realizar una toma de decisión correcta.

#### *Toma de decisiones*

Para la toma de decisiones, se tienen en cuenta dos elementos: las potencialidades y las restricciones. Estas deben tener los enfoques que decidirán los destinos de lo que se analice. Es decir, desde perspectivas de

optimización, conservación y (o) mejoramiento que evidencien cambios en las perspectivas actuales; y destaquen los avances. Se manifiesta como un proceso creativo y proactivo dado por plazos en el tiempo que establece un sistema continuo de toma de decisiones y comparte diversos riesgos, así como permite dar seguimiento a las acciones propuestas para dirigir las actuaciones con un alcance físico espacial como instrumento para el trabajo del gobierno municipal y las instituciones que se encargan de las infraestructuras. Esto permitirá adaptar, mejorar y sustituir los materiales de dichas estructuras, los niveles de mantenimiento y la estabilidad y confiabilidad en general del servicio eléctrico y telefónico.

Es desde los elementos conceptuales anteriores que la vulnerabilidad funcional urbana desarrolla una herramienta para la evaluación de las infraestructuras de soporte, para la electricidad y la telefonía. Es entonces que se desarrolla un proceder que permite hacer los análisis correspondientes para la toma de decisiones desde una perspectiva de evaluar, valorar y prevenir en función de los referentes teóricos y prácticos analizados en el capítulo anterior. Evaluar significa para el Diccionario de la Real Academia Española, (Real Academia Española, 2014), determinar las condiciones, capacidades o componentes de una cosa en función de un objetivo, por su parte la palabra valorar, significa dar valor a una cosa (Real Academia Española, 2014) y la palabra prevenir, expresa preparar y disponer una cosa para un fin (Real Academia Española, 2014). A partir de ahí se desarrollan pasos integrados a estas etapas, según la Fig. 1. Los resultados de la implementación este modelo, serán descritos a continuación.

#### *Etapas I Evaluar las amenazas*

Los estudios de esta etapa determinaron que las condiciones climáticas que propician amenazas consisten en fenómenos naturales extremos y la agresividad ambiental, así como los principales daños registrados a causa de estas amenazas en la última década, por los fenómenos hidrometeorológicos con efectos inducidos como, inundaciones y penetraciones del mar y en menor medida, pero no menos importante deslizamiento de tierra.

Se presenta la limitante de que en estudios previos no se reconoce la agresividad del contenido de sal en la atmósfera por lo tanto es un factor que su repercusión sobre las redes vitales aparece escasamente tratada.

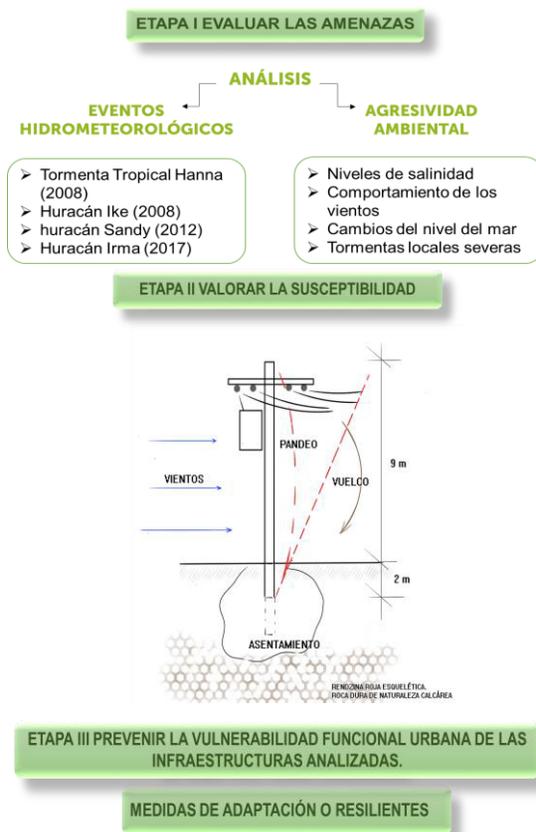


Fig. 1. Herramienta para la evaluación de la vulnerabilidad funcional urbana de las infraestructuras de soporte. Fuente: elaboración propia.

### *Análisis de las condiciones climáticas de Gibara*

En algunos países el nombre “salitre” hace referencia a un compuesto que viaja por el aire y tiene la propiedad de fijarse en las superficies de toda construcción aledaña a zonas costeras. En el caso particular de Gibara al ser la de mayores niveles de salinidad se observan grandes afectaciones de los herrajes en postes, torres y la tornillería etc. La salinidad ha provocado el aumento desmedido del estado de corrosión de los elementos de las redes de telefonía y electricidad del asentamiento provocando por consiguiente que se debilite su resistencia a los factores ambientales que influyen sobre ellas.

### *Etapa II Valorar la susceptibilidad*

Para ello se revisan los componentes: el uso, la estructura y forma del elemento estructural desde una evaluación de su funcionamiento desde el emplazamiento urbano.

A continuación, se analiza como elemento estructural el poste que contiene las redes aéreas de telefonía y electricidad brindándole soporte y estabilidad a las líneas de distribución. El mismo es un elemento vertical que su esquema de análisis puede ser tomado como el de un voladizo ya que este está empotrado en su base y posee esfuerzos actuantes que generan momentos. Sobre el poste pueden estar actuando diversas esfuerzos horizontales y verticales.

Los esfuerzos verticales, se producen debidos al peso propio de conductores, aisladores, herrajes y equipos como transformadores etc. Los pesos aproximados de los aisladores, herrajes, equipos, etc. deberán figurar en las correspondientes especificaciones técnicas de las empresas correspondientes. Los esfuerzos transversales horizontales son aquellos debidos al viento en conductores, postes, equipos, etc.; y los debidos a la resultante de tensiones y como consecuencia de la excentricidad del peso propio de conductores.

Los postes pueden soportar por hasta tres transformadores lo cual aumenta la carga y genera un esfuerzo que tendrá una repercusión sobre la base, estos transformadores pueden estar distribuidos simétricamente o no. En este punto juega un papel fundamental la cimentación del elemento, esta debe ser capaz de soportar las cargas que el elemento trasmite hasta ella, mantener la estabilidad y ser resistente al vuelco, al deslizamiento y mantener los valores de posibles asentamientos dentro del rango permisible sin provocar el fallo, esto sumado a los esfuerzos que agregaría las variaciones del cortante y el valor del pandeo.

Para llevar a cabo la evaluación del funcionamiento se analiza la ciudad dividida en dos zonas: zona norte y zona sur. La zona norte presenta mayor vulnerabilidad, y allí están presentes el policlínico, el hospital entre otras estructuras de vital importancia. Los postes en esta zona prestan servicios de distribución energética y los servicios de telefonía, manteniendo el flujo continuo de comunicación que necesitan el sector residencial y el sector estatal. La zona norte, posee un terreno más llano propicio para las inundaciones lo cual presenta un problema ya que se observa que las infraestructuras están cerca de la línea de costa lo cual hace necesaria la tarea de mover de lugar estas líneas o bien llevar a cabo el soterramiento de las redes. Las redes de telefonía en estas partes de la ciudad están

ubicadas más alejadas de la línea de costa por unos 30-50 m aproximadamente de diferencia.

En la parte sur se ve presente un terreno más ondulado con elevaciones más notorias, el centro telefónico de la ciudad se encuentra ubicado en una pendiente ascendente lo cual provoca que el viento afecte directamente esta instalación como se muestra en la Fig. 2.

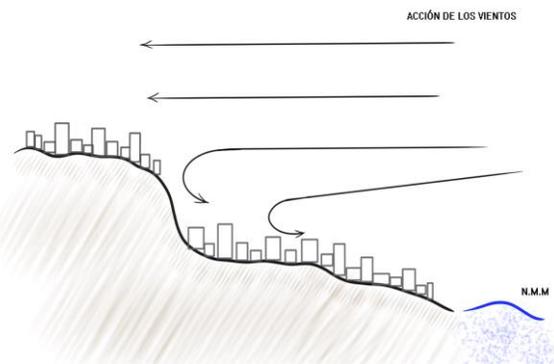


Fig. 2. Esquema de propagación de los vientos en la ciudad. Fuente: elaboración propia.

Las redes que están ubicadas perimetralmente a la línea de costa poseen problemas referentes a la corrosión., aunque no poseen niveles tan elevados de vulnerabilidad como la zona norte por la protección natural que les ofrece la bahía de bolsa. También. En ese sentido, existe un porcentaje mayor de afectaciones.

### *Etapa III Prevenir la vulnerabilidad funcional urbana de las infraestructuras analizadas*

Para ello se toman medidas de adaptación o resilientes sobre el emplazamiento urbano y el elemento estructural.

Los eventos climáticos evidenciaron que la alternativa más eficaz para adaptar los problemas que han estado afectando las infraestructuras en la ciudad de Gibara es el soterramiento de las redes de servicios de electricidad y telefonía en el núcleo urbano, medida que se ha constituido ya como una necesidad. Esta medida, la cual disminuiría o evitaría los cortes del suministro debido a reparaciones continuas o labores de mantenimiento, se trata también de un aporte a la seguridad y a la eliminación de la contaminación visual. Además, los costos que provocan la constante sustitución de componentes y herrajes.

Las labores de soterramiento constituyen una tarea de alto costo, cuya ejecución conllevaría la renovación de las redes, el cambio de tecnología y la preparación del

personal para lidiar con las nuevas técnicas de distribución. Esta medida aseguraría un mejor suministro del servicio y aunque en primera instancia resultaría en un gran costo de inversión, a largo plazo provocaría la disminución del gasto de presupuesto mensual que se destina a labores de mantenimiento de las redes aéreas actualmente. Desde esta perspectiva se le considera un instrumento de renovación urbana.

Es importante señalar que en este contexto se le da gran importancia a la planificación de las áreas y sus características, de manera que las obras de soterramiento deberán corresponder a los objetivos de la ciudad y estar debidamente coordinadas y gestionadas por todos los interesados. Aquí juegan un papel fundamental algunos instrumentos de planificación urbana utilizados como los planes generales y sus reglamentos. Mediante este instrumento, la ciudad compensa las fuerzas de mercado y garantiza una utilización coherente de sus recursos (principalmente su suelo)

La combinación de redes aéreas y subterráneas es una opción de transmisión que no es una solución simple, e implica un incremento sustancial de costos del proyecto, pero para el caso específico de Gibara puede ser una opción viable para líneas de transmisión que atraviesan zonas de alta vulnerabilidad donde la agresividad ambiental afecta directamente las redes.

Las medidas de adaptación deben enfocarse a corto, mediano y largo plazos. Con este fin, se proponen una serie de medidas de adaptación o resilientes para las infraestructuras de electricidad y comunicaciones.

#### *Para los postes*

- Cambiar los postes restantes de hormigón por postes de madera. Usar preferiblemente roble, pino, eucalipto etc.
- Hacer uso de cemento portland resistente a los sulfatos para la elaboración de postes (en caso de no poder evitarse su uso) y calcular el recubrimiento del acero con rangos superiores a la norma.
- Priorizar la correcta compactación del hormigón de los postes, evitando la aparición de poros o fisuras que dejen el acero expuesto y propicien que la humedad penetre al interior ocasionado la corrosión.
- Realizar estudios de suelo en los puntos críticos (Ángulos fuertes mayores de 30°, postes con función fin de línea y anclaje) para la ubicación de los postes.

- Usar inhibidores, una sustancia química que, al añadirse al medio corrosivo, disminuye la velocidad de corrosión (postes de hormigón).

#### *Para los herrajes*

- Utilizar para los herrajes materiales más resistentes al ataque químico, galvanizados, inoxidable y mantener un esmerado mantenimiento.
- Utilizar herrajes especiales anticorrosivos usando como metal base el cobre o sus aleaciones.
- Utilizar acero con revestimiento de cobre.

#### *Materiales*

- Usar recubrimientos orgánicos de sustancias a base de polímeros (pinturas), resistentes a la degradación.
- Usar cables de cobre o de fibra óptica en la telefonía.
- Hacer uso de metales galvanizados. Sumergir el material por proteger sobre un baño del metal de recubrimiento con mayor potencial electroquímico.
- Utilizar acero inoxidable (acero normal mezclado con níquel, cromo etc.) en lugar de acero normal en pequeños elementos de ajuste como pernos y tuercas.
- Recubrir el acero normal con plásticos especiales resistentes al desgaste.
- Pintar el acero normal con pinturas especiales deberá consistir en una primera capa de imprimador basado en zinc, y la segunda y tercera capas deberán consistir en una pintura de epóxica sobre base de brea.
- Utilizar aceros inoxidables, aluminios, cerámicas, polímeros (plásticos), etc. tomando en cuenta las restricciones de la aplicación (masa de la pieza, resistencia a la deformación, al calor, capacidad de conducir la electricidad, etc.).

La evaluación anteriormente permite realizar un plano de la vulnerabilidad funcional urbana para la electricidad y la telefonía. Para ello se utilizan de igual forma los colores que se identifican en la gestión del riesgo: el rojo representa una alta vulnerabilidad, el amarillo/ medio y el verde/baja vulnerabilidad. De esa forma se puede apreciar mediante la modelación empírica del viento, ayudado por el Instituto de Meteorología que la zona de color rojo presenta grandes afectaciones debido a los efectos de la salinidad y los vientos, mientras que la zona de color amarillo es menos vulnerable.

No existe una zona en la ciudad de baja vulnerabilidad ya que la forma de la ciudad, alargada Norte- Sur favorece los vientos y las inundaciones costeras. Su estructura ortogonal y el paralelismo de sus calles facilita el efecto de "túnel de viento" contribuyendo a la propagación de los vientos y la salinidad hasta las zonas que están más apartadas de la línea de costa, como se muestra en la Fig. 4.

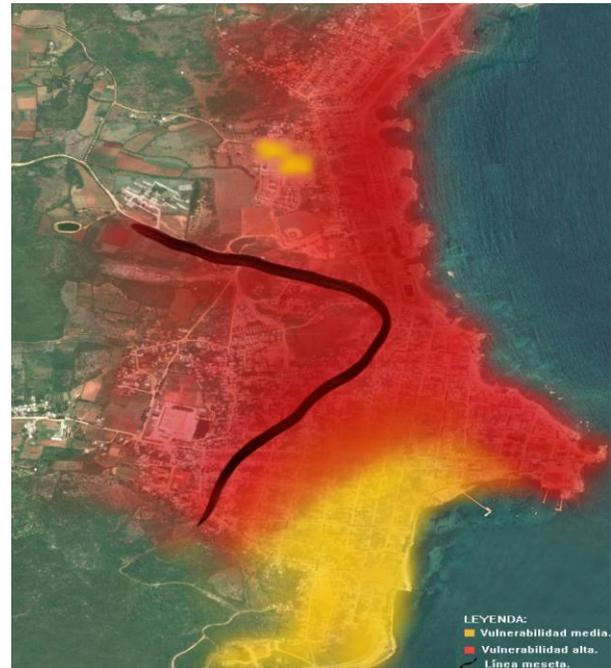


Fig. 4. Niveles de vulnerabilidad funcional urbana para la electricidad y la telefonía en Gibara. Fuente: elaboración propia.

El área total de la ciudad es de 630 km<sup>2</sup>. Los resultados de la evaluación arrojan que las áreas de alta vulnerabilidad constituyen el 65% de la superficie total, dejando así un 35 % del total con vulnerabilidad media.

Aproximadamente existen alrededor de 220 postes en la ciudad, de ellos quedan comprendidos en la zona de alta vulnerabilidad un aproximado de 122 postes, ubicándose sobre todo en la parte norte más cercana al litoral costero. Para los nuevos reglamentos aplicados a partir de este año solo se aplica el presupuesto presupuesto asignado para el 5% de las redes debido a la escasez de recursos, lo cual se traduce a un postergamiento de este proceso a unos 20 años para la total renovación de las líneas, claro está que de aquí también se debe tomar el presupuesto de las labores correctivas.

El mantenimiento de los componentes de la red eléctrica se desglosa entre las labores mensuales de

mantenimiento y las labores correctivas cuando se presenten eventos no planificados. La localización de los postes, y sus materiales en función de los niveles de salinidad transportados por el viento, pueden disminuir los excesivos mantenimientos y las afectaciones que se producen por la vulnerabilidad funcional que para estas redes se produce

Por su ubicación geográfica la ciudad de Gibara es víctima de las inclemencias del clima afectando el buen funcionamiento de las redes vitales del asentamiento, siendo la salinidad su mayor problema, para lo cual se proponen un grupo de medidas de adaptación que permiten disminuir las afectaciones que se producen y ayudar a la estabilidad de dichos servicios.

### **Financiamiento de la investigación**

La investigación contó con financiamiento de la Universidad de Holguín.

### **Contribución de los autores**

Carralero Cruz: planeación de la investigación, revisión documental, análisis de resultados, redacción del manuscrito y revisión final.

Zúñiga Igarza: planeación de la investigación, análisis de los resultados, redacción del manuscrito y revisión final.

### **Conflictos de intereses**

No se manifiestan conflictos de intereses.

### **Referencias**

- Hernández Aja, A., Aparicio Mourelo, Á., Gómez García, M. V., González García, I., Córdoba Hernández, R., Díez Bermejo, A., ... & Picardo Costales, L. (2020). *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid*. Instituto Juan de Herrera.
- Cardona, O. (2002). *Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*. (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Colectivo de Autores. (2014). *Determinantes de la Forma Urbana, Apuntes de Historia de la Forma Urbana*. Recuperado el 27 de abril de 2019.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Real Academia Española*. Madrid: Espasa.
- Zúñiga Igarza, L. M. (2018). Resiliencia urbana ante

inundaciones por intensas lluvias en contribución al desarrollo urbano equilibrado. *Arquitectura y Urbanismo*, 39(1), 39-50. Recuperado de <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/articloe/view/441>