

INFRAESTRUCTURA DE RED DE DATOS PARA SOPORTE AL DESARROLLO DE SAN MARCOS COMO UNA CIUDAD INTELIGENTE¹

Arturo Dina Valente² Rafael Zancan Frantz³ Carlos Molina-Jimenez⁴

¹ Proyecto de Investigación desarrollado por el Gobierno Municipal de San Marcos, la Universidad de Cambridge y la UNIJUÍ en el Grupo de Investigación en Computación Aplicada (GCA).

² Alumno Extranjero, Programa de Posgraduación de Maestría en Modelado Matemático y Computacional.

³ Orientador de proyecto de investigación. Investigador y Profesor de la UNIJUÍ, Brasil.

⁴ Co-orientador de proyecto de Investigación. Investigador de la Universidad de Cambridge, Reino Unido.

RESUMEN

El avance tecnológico predice que las ciudades deben ser inteligentes, pero México no ha logrado adaptarse como algunos países del mundo. Una ciudad inteligente demanda una red para hacer posible la conexión. Una infraestructura de red de datos con antenas y tecnología LoRa. La falta de recursos y la ubicación de las antenas son un desafío. La infraestructura Lora es fundamental, basada en sensores y antenas. Se busca un modelo para optimizar la ubicación de antenas, considerando todas las restricciones. San Marcos carece de recursos pero puede beneficiarse al desarrollarse como una nueva Ciudad Inteligente.

Palabras clave: Infraestructura de Red, Turismo Inteligente. Internet de las Cosas. Tecnología LoRa. Ciudad Inteligente.

ABSTRACT

Technological progress predicts that cities should be smart, but Mexico has yet to manage to adapt like some countries. A smart city demands a network to make the connection possible. A data network infrastructure with antennas and LoRa technology. The need for more resources and the location of the antennas are a challenge. The Lora infrastructure is essential, based on sensors and antennas. A model is sought to optimize the location of antennas, considering all the restrictions. San Marcos needs more resources but can benefit from developing as a new Smart City.

Keywords: Network infrastructure. Smart Tourism. Internet of Things. LoRa Technology. Smart City.

INTRODUCCIÓN

A partir del avance de las nuevas tecnologías se piensa que todas las ciudades del mundo serán obligadas a convertirse en Ciudades Inteligentes. Estas ya se encuentran en algunos países como Inglaterra, España y Brasil, pero en México hasta la fecha no se cuenta con ninguna. Eso será un problema porque esas ciudades estarán condenadas al rezago y aislamiento tecnológico. Para que una ciudad sea inteligente se necesita una buena cobertura de señal. Una cobertura emitida por tecnología. Muchas ciudades no cuentan con recursos suficientes o en su caso limitado para convertirse en una ciudad inteligente. Por tal motivo se busca saber dónde posicionar antenas con Tecnología LoRa. Cubriendo el mayor número de espacio con el menor número de antenas y con el mínimo costo posible. El principal obstáculo para desarrollar una ciudad no es la falta de presupuesto. Se necesita de la visión, entusiasmo y la preparación del gobierno y sus ciudadanos. Sabemos que hay barreras físicas que impiden la propagación de señal y también puntos donde no sería posible su colocación. Una infraestructura con tecnología LoRa se destaca como un componente clave en el desarrollo exitoso de una ciudad inteligente. Es fundamental para garantizar una óptima cobertura y conexión. Para el funcionamiento de una infraestructura de red es importante el uso de sensores, servidores y antenas LoRa (Figura 1). La solución que se busca es la creación de un modelo que nos permita descubrir los mejores lugares para la colocación de las antenas. Este modelo debe considerar todas las restricciones naturales y artificiales del entorno. El enfoque de la investigación es que a partir de un modelo poder ubicar las mejores posiciones sin tener que enfrentar dificultades en la práctica. La ventaja de la investigación sería generar un modelo teórico y aplicable en cualquier ciudad pequeña o mediana llevando con él la optimización de recursos. San Marcos, al igual que muchas ciudades en el mundo, es una ciudad con muy pocos o nulos recursos económicos destinados directamente al desarrollo para convertirse en una ciudad inteligente (MOLINA, 2023). La Ciudad de San Marcos tiene todo para convertirse en una nueva ciudad inteligente pero carece de una infraestructura necesaria. Los beneficios serían muchos e impactan directamente en el estilo de vida de los ciudadanos.

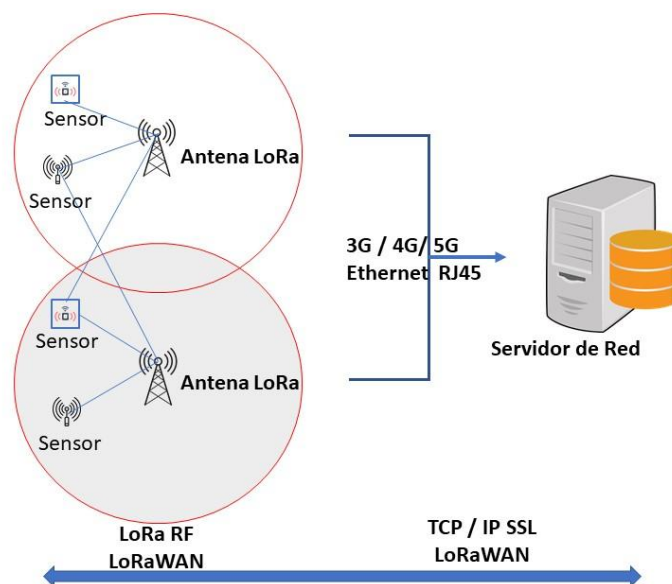


Figura 1. Infraestrutura de Red LoRaWAN

METODOLOGÍA

La Investigación Científica tiene como objetivo conocer científicamente uno o más aspectos de un tema determinado (KÖCHE, 2007). En esta investigación se utilizará un enfoque que combina métodos cuantitativos y cualitativos para encontrar las ubicaciones óptimas para las antenas. Se busca como población de interés ciudades pequeñas y medianas, con un enfoque específico en la ciudad de San Marcos en México. Se analizarán sus características y necesidades únicas en relación con la implementación de la tecnología LoRa. Algunos datos cuantitativos que se recopilarán son datos geográficos y datos de infraestructura de otras ciudades. Datos que incluirán información sobre áreas de cobertura de señal y obstáculos físicos y naturales. Los datos cualitativos serán las asesorías con expertos en tecnología LoRa. Estos datos servirán para entender los desafíos y oportunidades de la implementación de una infraestructura con tecnología LoRa.

REFERENCIAL TEÓRICO.

En esta investigación utilizaremos modelos Metaheurísticos. Son técnicas de optimización utilizadas para resolver problemas complejos de manera aproximada. Utilizan estrategias flexibles y adaptables para buscar soluciones óptimas dentro de un espacio de búsqueda amplio y complejo. Son útiles para resolver problemas cuando no es posible evaluar todas las soluciones debido a la falta de estructura o la complejidad computacional. Se busca crear un modelo para poder calcular el área de lo que será la cobertura generada por las antenas LoRa. Se usará un modelo MSA Metaheurística Simulated Annealing y Modelo de Greedy para comparar los resultados y escoger el que mejor se adapte.

SIMULATED ANNEALING

Problemas que demandan un gran número de variables y diferentes elementos en sus funciones de evaluación, como es el caso de este trabajo, pueden ser tratados mediante heurísticas y metaheurísticas. Considerando la cuestión relacionada con la posición de los puntos de acceso, se puede definir como el paso en el cual se determina la posición física de las antenas en un área determinada. El posicionamiento es un problema y se puede clasificar por la complejidad del mejor algoritmo que sea capaz de resolverlo (se considera mejor algoritmo el de menor complejidad) (VLIEGER, 2013).

GREEDY RANDOMIZED ADAPTIVE SEARCH PROCEDURE

La metaheurística GRASP puede contribuir al proceso de optimización de problemas. Es una metaheurística aplicada a problemas complejos que tienen varias restricciones. Se define como un proceso iterativo cuyo objetivo es obtener soluciones aproximadas y eventualmente óptimas. El objetivo es encontrar una solución óptima local. El paso de construcción es iterativo, adaptativo y al azar es iterativo porque la solución inicial se construye elemento por elemento. Es adaptativo porque los beneficios asociados a cada elemento se toman de una iteración a otra, reverberando los cambios provocados por la selección previa de otros elementos (METAHEURÍSTICA, 2023).

MODELOS METAHEURÍSTICOS Y TECNOLOGÍA LORA

Los modelos Metaheurísticos pueden ser utilizados en la optimización de infraestructuras LoRa. Esta tecnología transmite datos a largas distancias con un bajo consumo de energía. Es adecuada para aplicaciones IoT (Internet de las Cosas) que requieren comunicación de dispositivos con baterías a largas distancias. La implementación de una infraestructura LoRa requiere determinar la ubicación y disponibilidad de las estaciones base (gateways) que reciben y transmiten datos a los dispositivos LoRa. Aquí es donde los modelos metaheurísticos pueden desempeñar un papel fundamental. Pueden optimizar la ubicación de las antenas. Optimizar el consumo de energía de los dispositivos. Son una herramienta valiosa en la planificación, diseño y optimización de una infraestructura con tecnología LoRa. Permitirán una instalación eficiente, una cobertura adecuada y una comunicación aceptable entre dispositivos y servicios digitales.

TECNOLOGÍA LORA WAN

Su base es la tecnología de modulación de espectro ensanchado. La aplicación principal de la antena es en dispositivos inalámbricos de baja potencia. Estos dispositivos son útiles en las comunicaciones IoT y Machine to Machine (M2M). Una de las características principales de las antenas LoRa es que sus señales que emiten viajan a distancias más largas utilizando menos potencia que las antenas convencionales que transmiten datos. La técnica Chirp Spread Spectrum (CSS) maximiza el rango de comunicación. CSS es un proceso que propaga la señal en un amplio rango de frecuencias, lo que permite un uso más eficiente del espectro de radio. La antena recibe y transmite la señal sobre un área amplia con baja potencia. En el caso particular de la Ciudad de San Marcos, se necesita saber cuáles son las especificaciones de las antenas LoRa y en base a eso hacer un estudio minucioso de cuales se pueden utilizar de acuerdo a las características de la Ciudad y teniendo en cuenta sus restricciones (SHOCK, S, 2023).

CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS LORA

El ancho de banda de una antena LoRa determina su tasa de transferencia de datos. Por eso es importante buscar una antena con un ancho de banda alto dependiendo de los datos que estés transfiriendo.

La pérdida de retorno mide la calidad del reflejo de la señal de una antena. Los números más bajos indican una mejor pérdida de retorno, y es importante encontrar una antena con baja pérdida de retorno para una mejor intensidad de la señal.

La ganancia de la antena LoRa es una medida de su eficiencia. Los números más altos en decibeles (dBi) representan una mejor intensidad de la señal. Elegir una ganancia más alta es importante si desea un mejor alcance de su antena LoRa: El rango de 4 dBi es común y adecuado para la mayoría de las aplicaciones. El rango de 8 dBi, como la antena de helio LoRa, proporciona una gran cobertura y potencia de señal. Y un rango de 3 dBi proporciona una cobertura más baja. Frecuencia: La frecuencia de la antena es uno de los factores más importantes a considerar al comprar una antena LoRa. Por ejemplo, las frecuencias más comunes son 868 MHz (Europa), rango de antena LoRa 915 (EE. UU.), 433 MHz (Asia) y en México el Punto de Acceso LoRa es en Frecuencia 902-928 MHz. Por tal motivo es muy importante elegir una antena que admita este rango para los fines que necesitamos en nuestra investigación. La mayoría de las antenas LoRa están hechas con fibra de vidrio. Los siguientes son los tipos más comunes de antenas que están fabricadas a base de alambre:

Estas antenas son las Antenas Direccionales y las Omnidireccionales, Las antenas direccionales tienen un área de cobertura más estrecha y su patrón de radiación está más enfocado en una dirección. Estos son ideales para aplicaciones de largo alcance. Proporcionan una mayor ganancia. Las antenas omnidireccionales tienen un área de cobertura más amplia, que se distribuye de manera más uniforme. Su patrón de recepción es de 360 grados y omnidireccional en planos verticales y horizontales. Estos son mejores para aplicaciones de corto alcance. Tienen una ganancia menor que las antenas direccionales. Ya sabiendo los tipos de antenas LoRa que existen ahora se debe de tomar en cuenta si lo que se necesita es una antena de interior o una antena de exterior, en el caso particular de la ciudad de san marcos y toda la cobertura que se le quiere dar, en este contexto existen dos tipos de antenas, las Indoor y las Outdoor, las antenas interiores son útiles en edificios y otros espacios cerrados. Tienen

un factor de forma pequeño y no necesitan instalación de hardware adicional. Las antenas exteriores están diseñadas para uso exterior y necesitan hardware de montaje u otras estructuras para soportarlas. Una antena exterior LoRa tiene una mayor ganancia que las antenas interiores. Esto los hace ideales para aplicaciones de largo alcance. Para hacer la instalación de las Antenas, existen comúnmente dos soportes los cuales son: Soporte de Poste que ahí las antenas tienen una orientación vertical, lo que es ideal para aplicaciones de largo alcance y dependiendo de la altura y la direccionalidad se puede aprovechar toda la potencia de transmisión, y el otro es el Soporte en la Pared y ahí en cambio las antenas son ideales para implementaciones en interiores. Se pueden montar horizontal o verticalmente, según las necesidades de su aplicación. Instalar una antena LoRa no es difícil. Antes de la instalación, es importante verificar que la antena no tenga conexiones apretadas. Además, asegúrese de que la estructura de montaje sea segura. Después de la instalación, debe verificar la orientación de la antena y ajustarla para garantizar un rendimiento óptimo. Teniendo en cuenta lo anterior surge la siguiente pregunta: ¿Cómo elegir la antena LoRa adecuada para la infraestructura que se pretende instalar y desarrollar en la Ciudad de San Marcos, México? Para responder a esa pregunta se debe tener muy en cuenta las especificaciones de la antena LoRa y así elegir una antena adecuada. Al comprar una antena, importa mucho el uso y las distancias para lo cual se van a utilizar, por ejemplo, el rango de frecuencia, la ganancia, la pérdida de retorno y el ancho de banda. Se debe de considerar también el uso que se le va a dar, ya sea en interiores o exteriores, los requisitos de montaje, las condiciones ambientales y climáticas para garantizar que los tipos de antenas que se elijan cumplan con las especificaciones del proyecto que se va a desarrollar. Cuando tengamos la antena adecuada, podremos disfrutar de una comunicación de larga distancia confiable y eficiente (SHOCK, S, 2023).

CONSIDERACIONES FINALES

Hasta este momento de la investigación se han presentado los modelos que se van a utilizar para resolver nuestro problema de posicionamiento y también el referencial teórico del funcionamiento de las antenas con tecnología LoRa / LoRaWAN. Con esto consideramos que

la implementación de una infraestructura de red de datos con antenas LoRa y diferentes tipos de sensores garantiza un ambiente tecnológico y una cobertura necesaria para la creación de servicios digitales y el desarrollo de San Marcos como una nueva ciudad inteligente. Se considera viable la utilización de diferentes técnicas como la Metaheurística Simulated Annealing para optimizar y economizar la inversión que se hará entorno a la instalación física de toda la infraestructura de red, todo esto tomando en cuenta todos los posibles y teóricos obstáculos y/o restricciones que se puedan encontrar al momento de la aplicación en campo. La próxima etapa de la investigación es el trabajo con los dispositivos LoRa / LoRaWAN y sensores de manera técnica y con instalación y pruebas físicas en campo, lo cual nos dará una mejor visión de lo que se busca en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Molina-Jiménez, C., Frantz, R.Z., Gallegos, C.: Ciudades y gobiernos inteligentes. In: Seminario Permanente de Educación y Cultura: La educación como praxis política. pp. 1–15 (2023).

SHOCK, S. LoRa Antennas: The best way to reach the potential of your LoRaWAN. 2023. <<https://novotech.com/learn/m2m-blog/blog/2023/05/01/lora-antennas-the-best-way-to-reach-the-potential-of-your-lorawan/>>. Visited on 10 May 2023.

LEHR, W.; CROWCROFT, J. Managing shared access to a spectrum commons. In: Proc. First IEEE Int'l Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks, (DySPAN'05). [S.l.: s.n.], 2005.

VLIEGER, M. T. de. Desenvolvimento de um modelo matemático aplicado ao problema de cobertura de área em redes sem fio. In: Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - DCEEng. [S.l.: s.n.], 2013. p. 3–95