

Prototipo para la identificación de islas de calor a nivel regional y en sitio en el campus Zacatenco

Trabajo Terminal No. ____

Alumnos: *Guzmán Nieto Edwin David, Salazar Pérez Yhoselin Guadalupe, Villalobos Alcalá Rubén

Directores: Roberto Eswart Zagal Flores, Violeta Shaid Benítez Valerio

*e-mail: eguzmann1601@alumno.ipn.mx,

Resumen – Las islas de calor de origen térmico se producen en áreas urbanas, éstas se han estudiado a nivel regional pero poco a nivel de edificio o sitio, y en su contexto urbano; por ejemplo, considerando la distribución geográfica de la industria local que puede contribuir a su generación, e incluso impactar en la calidad del aire en interiores y en la sensación térmica. En este sentido, la ESCOM dentro del Campus Zacatenco tiene características urbanas especiales, a su alrededor existen diferentes tipos de industria, tránsito y de afluencia comercial que pueden estar relacionadas a estas islas de calor y la distribución de contaminantes. En este trabajo se presenta un prototipo de software basado en análisis de datos meteorológicos para la identificación de zonas que contribuyen a la generación de islas de calor a nivel regional, edificio e interiores, enriqueciendo los resultados con fuentes de información que describen el contexto urbano con el fin de ofrecer una visión más amplia del fenómeno. Los resultados pueden ayudar a tomadores de decisiones (urbanistas, ecologistas o autoridades) para definir estrategias ecológicas, políticas públicas y ambientales en Zacatenco (e.g. manejo del agua, vegetación e incluso salud).

Palabras clave – Minería de datos, Sistemas de Información Geográfica, islas de calor, meteorología, calidad del aire.

1. Introducción

A nivel global en las últimas décadas, se ha observado un incremento considerable en los índices de dióxido de carbono y otros gases causantes del efecto invernadero, lo que ha causado una elevación en la temperatura de la tierra. El microclima y la temperatura con el tipo de superficie donde los rayos del sol se reflejan afecta en el incremento de la temperatura a nivel sitio. En este sentido, se ha detectado que en las zonas urbanas tienen una marcada tendencia a tener una temperatura superior a la de las zonas rurales, esto es debido por la infraestructura de edificios, asfaltos y zonas verdes. Un ejemplo es en los edificios altos que impiden el flujo de corrientes de aire de refrigeración, que aunado a la contaminación del aire causada por los automóviles, la falta de áreas verdes y muchos otros aspectos urbanos, marcan una la diferencia entre la temperatura de estas dos tipos de zonas, por lo tanto se pueden originar islas de calor que afectan a la sensación térmica.

El proceso para el análisis de datos de la formación de islas de calor en zonas urbanas se utiliza principalmente los siguientes pasos:

1. Obtención de los datos del microclima (temperatura, dirección y velocidad del aire, fecha, hora, entre otros).
2. Desarrollo de bases de datos históricas de meteorología.
3. Análisis de la distribución espacial de la temperatura y sus alrededores
4. Procesamiento de imagen para la visualización de variables meteorológicas.

En la tabla 1 se encuentra el estado del arte en donde se han reseñado las investigaciones o sistemas que han mostrado las islas de calor en diferentes zonas urbanas de México, utilizando sensores, imágenes satelitales o datos censados para la recopilación de datos, así como diversas técnicas matemáticas para la generación de superficies de islas. Sin embargo, estas investigaciones experimentales se han hecho a un nivel ciudad o estado, poco se ha realizado a un nivel de escala más específico que analice datos a nivel sitio, en este caso la zona académica de Zacatenco.

SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE PRODUCTO
Sistema para el análisis de datos meteorológicos y de calidad del aire usando microservicios y	Sistema web para la visualización y análisis de datos meteorológicos y de calidad del aire que construye una red entre dos estaciones meteorológicas, implementando tecnologías web, una arquitectura de microservicios y aplica algoritmos de aprendizaje automático para identificar	Sistema desarrollado para Trabajo Terminal en UPIITA

aprendizaje automático – TT UPIITA	tendencias o patrones en los datos recopilados. Despliega datos históricos, emisión de alertas y visualización histórica de los datos.	
Islas de calor en la cdmx : una perspectiva desde Imágenes satelitales de percepción remota.	Determina mediante imágenes satelitales la presencia de islas de calor en la CDMX, así como las causas y consecuencias de las mismas. [1] Analiza datos recopilados del año 1998, 2015 y 18 de mayo del 2018	Investigación
Identificación de las islas de calor de verano e invierno en la ciudad de Toluca, México.	Investigación donde se identificaron las islas de calor en la ciudad de Toluca de verano e invierno mediante datos atmosféricos para conocer con condiciones atmosféricas ideales, su distribución espacial. Para ello, ubicaron nueve estaciones durante un día característico del verano y otro de invierno, en las que se recopiló información meteorológica en campo de la temperatura cada 15 minutos. [2]	Investigación experimental
Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat	Investigación experimental donde se determinan las islas de calor urbano con la representación gráfica de la distribución espacial de la temperatura y sus alrededores mediante un mapa de isotermas, donde ésta presenta una disposición concéntrica, y señala la existencia de una isla térmica por efecto urbano a escala microclimática.[3]	Investigación experimental
Sistema de Información para el Análisis de Datos del Viento. Sistema	Es una aplicación informática que permite garantizar la disponibilidad y fiabilidad de los datos registrados por las estaciones meteorológicas móviles que monitorean los parámetros de viento (velocidad y dirección), ejecutada en un ambiente de escritorio y una aplicación web para la divulgación de los parámetros de viento y gráficos representativos de la información para un mejor análisis de los mismos. [4]	Aplicación informática

Tabla 1. Resumen de productos similares.

La zona de Zacatenco (observando a la ESCOM como punto de partida del análisis) está rodeada por una gran cantidad de industrias de diferentes sectores que producen contaminantes a diario, cerca de zonas escolares, por lo que analizar el posible efecto negativo de estos contaminantes así como el contexto urbano de la zona en la temperatura haría posible la recopilación de la información de las islas de calor a nivel regional para posteriormente apoyar en la toma de decisiones con respecto a las consecuencias de éste fenómeno [1].

Otra variable meteorológica es la dirección del viento que puede influir en la concentración de la calidad del aire. El estudio de ésta es importante para comprender las fuentes de contaminación y su impacto en la salud, por lo que la minería de datos se ha convertido en una herramienta valiosa ya que permite analizar grandes cantidades de datos de forma rápida y precisa siendo de gran utilidad para ayudar a identificar patrones y tendencias [8]. Con la ayuda de la minería de datos, es posible detectar fuentes de contaminación, es posible que la calidad del aire puede ser afectada por la dirección del viento en términos de algunas industrias que puedan afectar la concentración de contaminantes en ciertos sitios a nivel de piso o en interiores, evaluar el impacto de las políticas y programas de gestión de la calidad del aire, y tomar decisiones informadas para mejorar la salud humana y del medio ambiente [1].

Por lo anterior, se propone un prototipo para la identificación de las islas de calor en la zona de Zacatenco a nivel de sitio (edificio de ESCOM), a nivel de interiores (analizando datos de sensores en interiores) que considere la variable de calor y dirección del viento, utilizando la estación meteorológica modelo Davis modelo 6152 de la ESCOM, y a nivel regional se considerará información sobre la actividad económico industrial de la zona y de calidad del aire en interiores de la ESCOM dado que ésta industria con respecto a la dirección del viento puede afectar la calidad del aire en interiores. En adición, se

usaran técnicas de minería de datos; como el modelo de constelación, procesos de integración de datos, cubos de datos y herramientas de análisis de climas y mapas (isotermas, superficies y coropletras) con Sistemas de Información Geográfica.

2. Objetivo

Objetivo general:

Desarrollar un prototipo de software para la identificación de zonas que contribuyen a las islas de calor a nivel regional y de espacios en la ESCOM en el Campus Zacatenco del IPN, considerando datos del contexto urbano-ambiental, monitoreo meteorológico y técnicas de minería de datos.

Objetivos específicos:

- Comprender la dinámica de las islas de calor en su contexto urbano.
- Desarrollar la estrategia y el componente de software para la recolección de datos de la estación meteorológica de la ESCOM y de dispositivos de monitoreo en interiores.
- Diseñar una arquitectura de sistemas de minería de datos que orqueste la extracción, almacenamiento, procesamiento y visualización de islas de calor y datos urbanos.
- Identificar el comportamiento de micro islas de calor en zonas específicas de la Escuela Superior de Cómputo a nivel, regional, edificio y/o interiores.
- Comprender si el contexto urbano (e.g. tipo de industria) enriquece el entendimiento de las islas de calor y la dispersión de contaminantes en interiores.

3. Justificación

La Ciudad de México es una de las ciudades más grandes y pobladas del mundo, y su continuo crecimiento ha resultado en serios problemas de contaminación. La minería de datos puede proporcionar una herramienta valiosa para comprender mejor estos problemas y encontrar soluciones efectivas.

La minería de datos puede ayudar a analizar grandes volúmenes de datos ambientales, como mediciones de la calidad del aire y del agua como de variables meteorológicas, para identificar patrones y tendencias, así como para la realización de estudios. Esto ayuda a identificar fuentes de contaminación y evaluar el impacto de las medidas de mitigación existentes adicionalmente puede ayudar a modelar y simular escenarios futuros para evaluar el impacto potencial de diferentes políticas y estrategias de mitigación. Esto es especialmente importante para una ciudad en crecimiento como la Ciudad de México, ya que permite una planificación proactiva para reducir la contaminación futura.

La contaminación en la Ciudad de México puede tener un impacto significativo en la salud de las personas. El aire contaminado puede causar problemas respiratorios, como asma y bronquitis, así como aumentar el riesgo de enfermedades cardíacas y cáncer de pulmón, no olvidando que venimos de una problemática a nivel mundial y un confinamiento provocado por el SARS-CoV-2. La contaminación del agua también puede causar enfermedades gastrointestinales y problemas de salud relacionados con el sistema nervioso. Además, la contaminación del suelo puede contribuir a la exposición a metales pesados y otros contaminantes que pueden tener efectos a largo plazo en la salud.

La zona sobre la cual enfocamos nuestro estudio a nivel de sitio es la zona de la Delegación Gustavo A. Madero, más concretamente en el campus Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional en el plantel de la ESCOM, este plantel está rodeado por industria de diversos giros, como lo son de fabricación de metales, o distribución de químicos, también la alta afluencia del transporte público y transporte de carga, hacen de esta zona un posible foco rojo de contaminación, influyendo directamente en el microclima del plantel.

Por lo que el presente trabajo, tiene como objetivo principal generar insumos de información para el estudio del manejo ecológico en Zacatenco.

4. Productos o Resultados esperados

De acuerdo con la propuesta del proyecto actual y los dispositivos que se tienen para recabar información, se ha definido la siguiente arquitectura (ver figura 1). En la cual, se muestran todos los componentes del prototipo propuesto para este proyecto. Se cuenta con una estación meteorológica marca Davis modelo 6152 inalámbrico Vantage Pro2, que a su vez se comunica con una consola perteneciente a la misma estación por radiofrecuencia para guardar los datos de las variables meteorológicas monitoreadas. Además, se tienen de 2 a 4 sensores Qingping Air Monitor Lite para monitorear en interiores las temperaturas y calidad del aire en las zonas en las que zonas de la ESCOM. Por otro lado, para conocer el contexto urbano, se integrarán información del DENUÉ del INEGI y datos de la población local, para la visualización de la distribución de los datos meteorológicos se utilizarán las herramientas de análisis del clima (interpolación, “temperatura lapse rates”, entre otras) de QGIS que es un sistema de información geográfica.

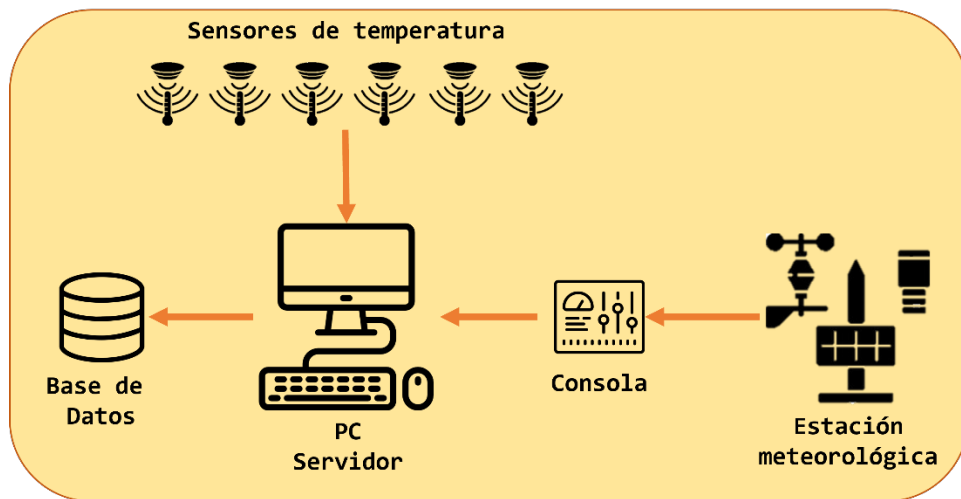


Figura 1. Arquitectura del sistema.

Los productos esperados de este trabajo terminal se muestran en forma de lista a continuación:

1. Prototipo de minería de datos para la extracción de datos y la identificación de islas de calor.
2. La base de datos de mediciones.
3. Documento de análisis y diseño.
4. El documento que contenga el análisis de las islas de calor

5. Metodología

La metodología elegida para llevar a cabo este proyecto es la metodología CRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) debido a que esta tiene una estrecha relación con proyectos dedicados a la extracción de datos que es uno de los pilares del desarrollo de nuestro proyecto. Por este motivo, dentro de los siguientes párrafos se explica cómo se llevará a cabo nuestro proyecto de acuerdo con todos y cada uno de los pasos que nos menciona la metodología elegida [5].

Como primer rubro y de acuerdo con la metodología descrita anteriormente, la tarea uno consiste en realizar el entendimiento del negocio o el contexto del proyecto y así poder disipar las dudas que se pudieran tener desde el inicio. Cabe mencionar que, en esta fase, se requiere estrecha comunicación entre el cliente (profesor) y el equipo técnico (alumnos del proyecto).

Una vez que se tiene el primer punto, ahora se pasa a la fase en la que se comprenden los datos, aquí el equipo técnico tiene como tarea principal contemplar una visión general de lo que se puede obtener con los datos planteados para la fase anterior. Como podemos ver, estas primeras dos fases están relacionadas y son complementarias entre sí.

En este punto ya se debe tener un panorama claro tanto de la viabilidad del proyecto como de los resultados esperados. En caso de ser así, se procede a la preparación de los datos en la cual se desarrollan una serie de actividades definidas para construir un el conjunto de datos final o definitivo.

Este rubro tiene que ver con el modelado de los datos, esto se lleva a cabo por el equipo técnico mediante el análisis y los modelos pertinentes para poder obtener los resultados y conclusiones que se esperan del proyecto.

Ahor mismo, el cliente tiene una fase para evaluar la calidad de los resultados obtenidos mediante el proceso que se describe anteriormente. Aquí hay una parte importante porque se genera una toma de decisiones por parte del cliente en la cual, si los resultados obtenidos son coherentes con los resultados requeridos se procede a la siguiente fase, por otro lado, si los resultados obtenidos no coinciden con lo previsto o lo necesario para el proyecto se crea una reformulación y se vuelve al primer rubro para poder comprender el negocio.

Como fase final tenemos el despliegue, en el cual ya todos los procesos fueron ejecutados y evaluados, obteniendo resultados satisfactorios de acuerdo con los requerimientos del cliente. En ese sentido, los datos obtenidos ya pueden ser ocupados para el fin que el cliente o usuario tenga.

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Guzmán Nieto Edwin David

TT No.:

Título del TT: Prototipo para la identificación de islas de calor a nivel regional y en sitio en el campus Zacatenco.

ACTIVIDAD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Investigación y planeación para instalación de sistema Davis y termómetros para sitio.					
Entendimiento de los datos de meteorológica para islas de calor, datos socio económicos.					
Exploración preliminar de los datos.					
Definición y desarrollo del proceso de Extracción, Transformación y Carga de datos (ETL)					
Desarrollo de la arquitectura de minería de datos					
Visualización de datos y desarrollo de mapas.					
Generación del Reporte Técnico.					
Evaluación de TT R					

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Salazar Pérez Yhoselin Guadalupe

TT No.:

Título del TT: Prototipo para la identificación de islas de calor a nivel regional y en sitio en el campus Zacatenco

ACTIVIDAD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Estudio en el manejo de datos de la estación Davis y termómetros para sitio.					
Diseño y desarrollo de base de datos para información de microclima, recopilada.					
Investigación del contexto urbano según la región					

- [7] Higuera, Á. C., & Cueto, R. G. (2009) *Microclima Urbano La Isla Urbana de Calor*. Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería, UABC. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/271840822>
- [8] Roberto Zagal Flores, Christophe Claramunt, Miguel Felix Mata Rivera, Laura Ivoone Garay Jiménez, Hugo Jiménez Hernández, Ana Marcela Herrera Navarro, Amadeo José Argüelles Cruz, "A Geo-Social Characterization of Health Impact from Air Pollution in Mexico Valley", *Mobile Information Systems*, vol. 2022, Article ID 5562317, 14 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5562317>
- [9] Morales Terres, Isabel M.; Doval Minarro, Marta; González Ferradas, Enrique; Baeza Caracena, Antonia; Barbera Rico, Jonathan. "Assessing the impact of petrol stations on their immediate surroundings" *Journal of Environmental Management* 91(12): 2754-2762, diciembre de 2010.
- [10] Dobesch, H., Dumolard, P., & Dyras, I. (Eds.). (2013). *Spatial interpolation for climate data: the use of GIS in climatology and meteorology*. John Wiley & Sons
- [11] Technologies, R. (2021, January 11). *Interpolación Kriging con SAGA*. Geoinnova. <https://geoinnova.org/blog>

8. Alumnos y directores

Guzmán Nieto Edwin David. - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2017630721, Tel. 5513117958, email: eguzmann1601@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Salazar Pérez Yhoselin Guadalupe. - Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales plan 2009 en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2015630453, Tel. 5586797818, email ysalazarp1400@alumno.ipn.mx.

Firma: _____

Villalobos Alcalá Rubén. - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales plan 2009 en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2013090459, Tel. 5515924856, email rvillalobosa1200@alumno.ipn.mx.

Firma: _____

Roberto Eswart Zagal Flores. - Egresado de la Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del, IPN, culminó sus estudios de Maestría en Ciencias de la Computación en el Centro de Investigación en Computación del IPN (No. De Cedula 11050111). Tiene un doctorado en tecnología avanzada de la Sección de Estudios de Posgrado de la UPIITA IPN. Actualmente es profesor de la escuela Superior de Cómputo y sus áreas de interés son Spatial Data Mining. rzagalr@ipn.mx. Tel. 57296000, Ext. 52032.

Firma: _____

Violeta Shaid Benitez Valerio. - Es licenciada en geografía, tiene una especialidad en Migración Internacional por el Colegio de la Frontera Norte (Colef) y tiene una maestría en Análisis Espacial y Geoinformática (No. De Cedula 12295418) por la Universidad Autónoma del Estado de México, ha trabajado en el Departamento de Investigación catastral del H. Ayuntamiento de Toluca, colaboró como técnico cartógrafo en la Dirección de Acción Electoral. Además, trabajó en el proyecto de construcción del Tren Maya en la península de Yucatán desempeñando actividades de coordinación de registros de localización de excavación para dictaminación de seguimiento de obra. Ha desempeñado actividades de asesoría y coordinación en proyectos fotogramétricos con sensores LiDAR en el sector privado. Fue directora de investigación de la organización Ecourban. Actualmente estudia el doctorado en Geografía y Desarrollo Geotecnológico en la Universidad Autónoma del Estado de México. Se ha especializado en temas de transporte, geomarketing, comercio, servicios, cartografía electoral, fotogrametría, medio ambiente y sustentabilidad

Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.