

# SMRP-PC: propuesta de un panel de control para gestión del riesgo en caso de sismos

1<sup>st</sup> Andrea Domínguez-Lara

*Lic. en Tecnologías y Sistemas de Información*  
*Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa*  
Ciudad de México, México  
andrea.dominguez@cua.uam.mx

2<sup>nd</sup> Wulfrano Arturo Luna-Ramírez

*Departamento de Tecnologías de la Información*  
*Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa*  
Ciudad de México, México  
wluna@cua.uam.mx

**Abstract**—La gestión de riesgos es una actividad crucial para México, pues tiene una alta exposición a la ocurrencia de desastres naturales. Tal actividad puede verse apoyada por el uso de tecnología de la información y comunicaciones para manejar información que permita la toma de decisiones de forma oportuna.

Aquí se presenta la propuesta de una herramienta de despliegue de información que ofrece los siguientes beneficios:

a) Ubicación intramuros de los usuarios en la unidad en tiempo real. b) Visualización de los diversos tipos de usuarios a través de representación de mapas 2D. c) Conteo automático del aforo de usuarios. d) Apoyo a la toma de decisiones basadas en los datos recaudados. e) Graficación de los datos de afluencia de usuarios para observar tendencias de concentración y tránsito. f) Auxiliar para identificar en tiempo real usuarios con características relevantes en caso de riesgo como las limitaciones físicas.

Se toma como caso de estudio la Unidad Cuajimalpa de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Se reportan los avances alcanzados en cuanto al diseño e implementación del Panel de Control de la herramienta y se describen sus prestaciones y características, así como el trabajo a futuro.

**Palabras clave**—panel de control, sismos, protección civil, riesgos naturales, tecnología

## I. INTRODUCCIÓN

México es un país de altos índices de sismicidad debido a su localización geográfica y las características de su superficie, donde convergen diversos factores como cinco placas tectónicas, doce volcanes activos, dos océanos y la presencia de abundantes lluvias. Por esta razón, desde 1990, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) de nuestro país registra los sismos ocurridos en nuestro territorio [9]. Aunque suelen ser frecuentes, la mayoría de las veces pasan desapercibidos.

Dada esta frecuencia, es fundamental contar con sistemas de información que permitan gestionar el riesgo que estos fenómenos representan, a la vez que mantienen a la población informada y preparada.

En este trabajo, se propone un panel de control que se auxilia de una aplicación aún en desarrollo, el Semáforo Móvil de Riesgo Personal (SMRP) [4] para proporcionar al personal de Protección Civil (PC) de la Unidad Cuajimalpa de la Universidad Autónoma Metropolitana, un sistema de visualización de la ubicación de los usuarios de la aplicación SMRP en las instalaciones universitarias. Esta aplicación y

el panel de control se apoyan en un sistema de localización intramuros basado en balizas que emiten señales de bluetooth.

Se espera que la herramienta aquí presentada, denominada Semáforo Móvil de Riesgo Persona para Protección Civil (SMRP-PC), contribuya significativamente a la gestión integral del riesgo e incida positivamente en las tareas de rescate.

## II. ANTECEDENTES

Dada la gran cantidad de datos que se generan día con día es de gran utilidad contar con herramientas que permitan visualizar e interpretar la información.

Para conocer las herramientas de las que se dispone hoy en día se realizó una investigación bibliográfica para identificar aplicaciones relacionadas o que mantienen alguna similitud con la propuesta SMRP-PC. En la actualidad el uso de la tecnología móvil ha hecho que en caso de un sismo el usuario sea notificado incluso con anterioridad al suceso. Se identificaron herramientas que ofrecen alerta temprana de sismos o de eventos naturales. Otra prestación de las herramientas relacionadas es poder mejorar la comunicación y por ende la coordinación en situaciones de emergencia. Hasta el mejor de nuestro conocimiento, no existe aplicación móvil o web para el caso de sismos que concentre las siguientes características: alertar ante el desastre natural, proporcionar ubicación intramuros de los usuarios, generar gráficas de los datos recabados a partir de las balizas y conteo de usuarios en tiempo real. Las aplicaciones que se revisaron en la bibliografía son:

- Disaster Alert: Aplicación móvil gratuita que proporciona alertas sobre diferentes desastres naturales de todo el mundo [15].
- Sismo Detector: Aplicación móvil que notifica al usuario sobre sismos, aprovecha el acelerómetro integrado en cada celular para detectar sismos en tiempo real. Cuenta con dos versiones una gratuita y una de pago [16].
- SkyAlert: Aplicación móvil con alertamiento temprano en sismos, utiliza la escala de Mercalli y también notifica de múltiples desastres naturales [12].
- Sassla: Alternativa a SkyAlert, re-transmite la señal oficial del Sistema de Alerta Sísmica Mexicano y difunde alertas tempranas de otros desastres naturales.
- SmartPTT Dispatch Software: Aplicación web para la comunicación y la coordinación en contextos de emergen-

cia, permite la ubicación intramuros y únicamente tiene versión de pago [14].

En la Fig. 1 se puede observar una tabla comparativa que engloba las aplicaciones investigadas y sus características contrastadas con nuestra propuesta.

Aplicación	Capacidad multiplataforma	Herramientas y tecnologías que utilizan	Acceso libre	Ubicación intramuros	Alerta de desastre natural	Gráficas de datos recolectados
Disaster Alert	Android y iPhone	Java, Swift	✓	✗	✓	✗
Sismo Detector	Android y iPhone	Java, Swift	✓	✗	✓	✗
SmartPTT Dispatch Software	Windows, Android	?	✗	✓	✗	✗
SkyAlert	Android y iPhone	Java, Swift	✓	✗	✓	✗
SASSLA	Android y iPhone	Java, Swift	✓	✗	✓	✗
SMRP - PC	Android, iPhone, Windows, Linux y Mac	Quasar, ApexCharts	✓	✓	✓	✓

Fig. 1. Características del SMRP-PC respecto de aplicaciones similares.

A partir de: gráficas, tablas, mapas, etc. es posible ver, analizar y comprender tendencias y patrones a partir de los datos recaudados con base en eso tomar decisiones de una manera más rápida y eficaz.

En la UAM-Cuajimalpa no se dispone de una herramienta que permita localizar a los usuarios dentro de las instalaciones en tiempo real. Sin embargo, en complemento del SMRP y el sistema de localización intramuros, se puede tener información relevante de la presencia de usuarios en el edificio universitario, la cual puede explotarse para la toma de decisiones de gestión de riesgo y actividades de rescate.

Ante dicha necesidad se propone la aplicación SMRP-PC que permitirá a través de datos recaudados mostrar los tres tipos de usuarios que hay: (A) alumnos y maestros (público en general), (B) brigadistas y (C) autoridades.

Además de obtener reportes que indiquen el conteo total de usuarios activos en caso de un desalojo, ya sea por sismo, fuga de gas o químicos, amenaza de terroristas o incendio.

### III. OBJETIVOS

- Desarrollar una herramienta de visualización de la ubicación de usuarios de la aplicación del SMRP en la UAM-C, que contribuya a la gestión integral del riesgo y sea auxiliar en las labores de rescate.
- Desarrollar una representación visual de la Unidad Cuajimalpa.
- Desarrollar la visualización de usuarios tipo A (estudiantes, profesores, trabajadores y visitantes), B (brigadistas y personal de protección civil) y C (autoridades), ubicados por piso, así como de sus características.
- Diseñar y desarrollar los reportes de los usuarios ubicados en las instalaciones para el personal de Protección Civil.

### IV. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología de desarrollo Open Up [11]. El ciclo de vida de Open Up consta de: inicio, elaboración, construcción y transición. A continuación se describen dichas etapas junto con las actividades que se realizaron para el desarrollo de este proyecto.

#### A. Etapa de Inicio

Entre las actividades involucradas en esta etapa se encuentran: levantamiento de requerimientos, estado del arte y redacción de objetivos.

Tanto sobre los objetivos como respecto estado del arte ya se comentó en las anteriores secciones. En lo que respecta al levantamiento de requerimientos, se identificaron, a través de entrevistas y análisis de la bibliografía, los siguientes: a) Mostrar una representación de usuarios (A, B y C) que tienen la aplicación SMRP activa en las instalaciones de la UAM-C en tiempo real; b) Localización y visualización de pisos de la Unidad y los usuarios presentes en ellos; c) Permitir seleccionar usuarios en particular para mostrar su ubicación y datos de identificación autorizados por ellos conforme la configuración en su aplicación móvil (SMRP) [4] conforme los datos permitidos según el aviso de privacidad *ex profeso* para el proyecto, entre ellos: nombre, matrícula/no. de trabajador, contacto personal/de emergencia, y sus características físicas: motricidad, visión, audición, entre otros; y d) Leer información de sismos en la API-EN [10] para identificar alertas sísmicas (al igual que el SMRP del usuario final) y mostrar las características de los mismos.

#### B. Etapa de Elaboración

Las actividades realizadas en esta etapa incluyeron el análisis y diseño de diagramas de ingeniería de software, cuya función es representar y visualizar gráficamente la secuencia del funcionamiento de SMRP-PC. Los diagramas desarrollados fueron: de interacción, de secuencia, de flujo, de componentes y mapa de sitio. A continuación, se describen los componentes principales de SMRP-PC:

- Aplicación web: Aplicación del proyecto de investigación.
- Panel de control: Interfaz gráfica que muestra datos recolectados en diversas gráficas para su monitoreo y visualización.
- Gestión de usuarios: Da la opción de poder hacer altas, bajas y cambios de los usuarios registrados.
- Intercomunicación con balizas: Conexión entre aplicaciones para la recaudación de los datos obtenidos de las balizas.
- API de Sismos: Lectura de la API para mostrar el último sismo detectado y notificar cuando haya un sismo.
- SMRP: Aplicación móvil dirigida a usuarios tipo A que mide el índice de riesgo de un usuario ante un sismo, misma que enviará información a SMRP-PC.

En la Fig. 2 se pueden observar los componentes que incluyen SMRP-PC.

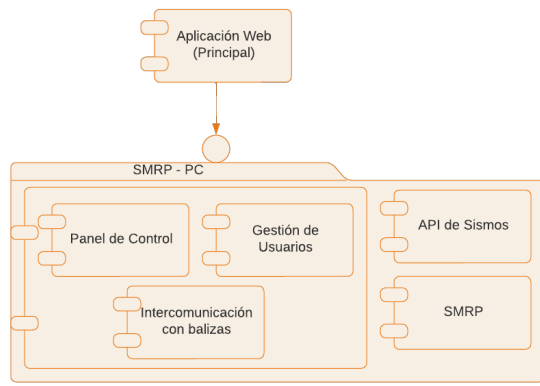


Fig. 2. Componentes de SMRP-PC: Panel de control, Gestión de usuarios, Intercomunicación con balizas y comunicación con la API de información sísmica y el SMRP.

Nuestra aplicación recibirá datos de los usuarios que utilicen SMRP, la cual está personalizada para cada tipo de usuario dependiendo de sus propias características físicas [4], dando recomendaciones personalizadas a partir del semáforo en caso de un sismo. Por respeto a la integridad e individualidad de cada usuario y en cumplimiento con la ética en el tratamiento de datos, el usuario podrá definir qué tipos de información desea compartir con ambas aplicaciones, por lo tanto SMRP-PC, mostrará únicamente la información que cada usuario haya decidido compartir.

Una de las bondades que ofrece SMRP-PC es poder seleccionar a un usuario dependiendo el área en el que se encuentre dentro de la unidad. En la Fig. 3 se muestra la secuencia que tiene que seguir un usuario de tipo C para obtener los datos de identificación del usuario seleccionado.

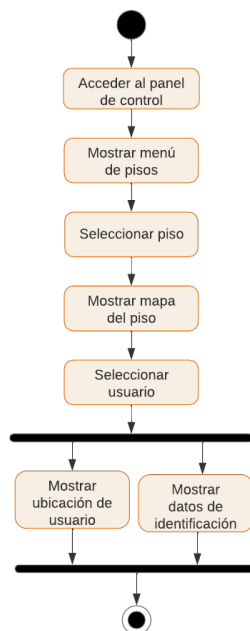


Fig. 3. Diagrama de actividades que muestra la secuencia a seguir para obtener datos de identificación de cualquier usuario.

### C. Etapa de Construcción

La etapa de elaboración brindó las bases para comenzar con el desarrollo y la implementación del proyecto. Entre las tecnologías que se utilizaron para el desarrollo fueron: a) Quasar: Framework basado en Vue, permite desarrollar aplicaciones web *responsive* de una manera más rápida. [6], b) ApexCharts: Biblioteca para crear gráficas interactivas en aplicaciones web. [7] y c) MongoDB: Base de datos basada en documentos, ofrece gran escalabilidad y flexibilidad. [8]

### D. Etapa de Transición

Las actividades contempladas para esta etapa corresponden a: pruebas con usuarios, corrección de errores e integración al sitio web del proyecto de investigación: <https://bdi-dr.cua.uam.mx>. Esta etapa está actualmente en curso. Hasta el momento se ha presentado el proyecto con personal de PC de la UAM-Cuajimalpa con el objetivo de contrastar los requerimientos de la aplicación con las expectativas con resultados positivos para la aplicación.

## V. AVANCES

La presentación de la información es esencial en cualquier ámbito, ya que facilita su comprensión y, por lo tanto, mejora la toma de decisiones. SMRP-PC es una aplicación desarrollada para funcionar como un panel de control destinado a usuarios de tipo C, es decir, Protección Civil. A continuación, se presentan las principales características y ventajas de SMRP-PC.

### A. Secciones de la página principal

En la Fig. 4 se muestra la pantalla de inicio de SMRP-PC. Las diferentes secciones que la conforman están marcadas con rectángulos con contornos de color rojo.

- 1) Icono para ir a la página principal.
- 2) Menú de administración: Este menú consta de tres botones
  - Reportes; lleva a la página donde se muestra la lista de usuarios activos.
  - Usuarios; Permite registrar usuarios o editar y eliminar a los usuarios existentes tipo C.
  - Perfil; Dirige al perfil del usuario.
- 3) Menú de pisos: Redirige al piso seleccionado para ver información específica del piso en cuestión.
- 4) Panel de control: Sección que concentra la información recaudada respecto a los diferentes tipos de usuarios en los pisos de la unidad.

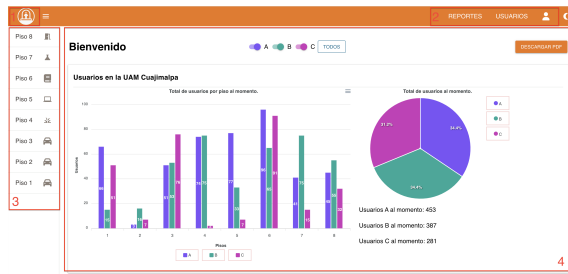


Fig. 4. Secciones que conforman la página principal de SMRP - PC.

### B. Representación visual

Para el diseño de un panel de control hay que evaluar las herramientas de visualización, como son los tipos de gráficos que mejor representan los datos que se van a mostrar [5]. Para SMRP-PC por el tipo de información que hay que mostrar seleccionamos las tres gráficas siguientes:

- 1) Gráfico de columnas: útil para mostrar cambios de datos en un periodo de tiempo.
- 2) Gráfica circular: muestra la suma de los elementos. Los puntos de datos de un gráfico circular se muestran como porcentajes del total del gráfico circular.
- 3) Gráfica de líneas: permite mostrar datos continuos en el tiempo, ideales para mostrar tendencias.

En la Fig 5. se presentan tres tipos de gráficas: la gráfica de columnas muestra el total de usuarios por piso; la gráfica circular representa el total de usuarios en la unidad; y la gráfica de líneas ilustra las tendencias de usuarios a través de tres periodos: a) por meses, b) por días y c) por años.

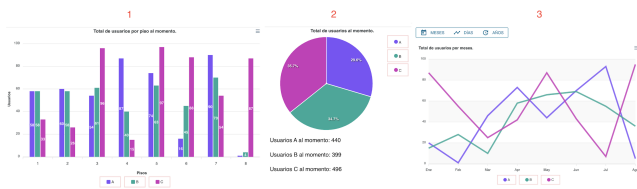


Fig. 5. Gráficas seleccionadas para representar la información en el panel de control.

### C. Usuarios en las instalaciones

SMRP-PC integra mapas en formato SVG (del inglés *Scalable Vector Graphics*), lo que permite escalar y manipular el mapa sin pérdida de calidad. Estos mapas en formato 2D representan los interiores de las instalaciones de la unidad. La función principal es poder listar los usuarios dependiendo la zona o cuadrante donde se encuentren físicamente. Para ver a los usuarios que están en el piso seleccionado hay dos maneras de ver el mapa.

- 1) Por cuadrantes: El mapa está dividido en cuatro cuadrantes, permitiendo al usuario seleccionar un cuadrante para ver la lista de usuarios correspondientes a esa área.
- 2) Por zonas: Para mostrar los usuarios que se encuentran en una ubicación específica dentro de la unidad, el mapa se puede visualizar por zonas. Cada punto en el mapa

indica la ubicación física de una baliza, las cuales están distribuidas en la unidad.

Para ilustrar el flujo que sigue un usuario tipo C para obtener los datos de un usuario por piso, se muestra en la Fig. 6 el diagrama de secuencia.

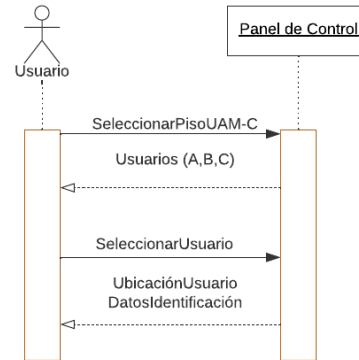


Fig. 6. Diagrama de secuencia para obtener datos de un usuario del piso seleccionado.

En la Fig. 7 se muestra un ejemplo de la representación del mapa dividido por zonas y la lista de usuarios que se encuentran en el lugar seleccionado.

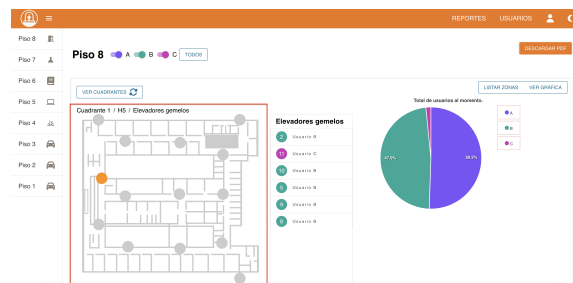


Fig. 7. Lista de usuarios a partir de dar clic en la zona seleccionada en el mapa SVG.

### D. Último Sismo

SMRP-PC cuenta con una sección para mostrar la ubicación, magnitud, fecha y hora del último sismo detectado, según el Servicio Sismológico Nacional (SSN).

En la Fig. 8 se muestra el último sismo detectado a partir de la lectura de una API llamada "Eventos Naturales", desarrollada dentro del mismo proyecto de investigación al que pertenece el trabajo aquí presentado, misma que extrae los datos desde el SSN.

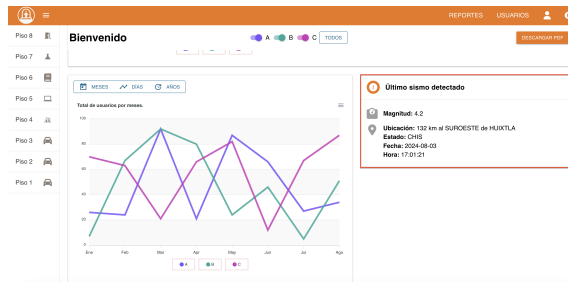


Fig. 8. Apartado de SMRP-PC que muestra el último sismo detectado.

Además en caso de sismo con magnitud mayor o igual a 6, se notifica al usuario que hay un sismo detectado. En la Fig. 9 se puede observar el proceso para el alertamiento del sismo.

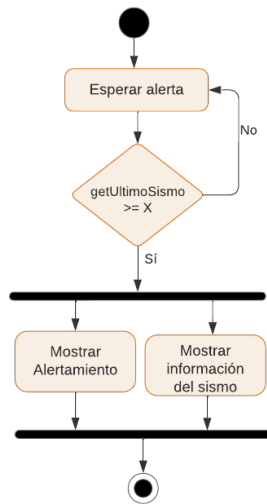


Fig. 9. Diagrama que ejemplifica el alertamiento de un sismo mayor o igual a 6.

En la Fig. 10 se muestra un ejemplo de alertamiento en caso de un sismo.

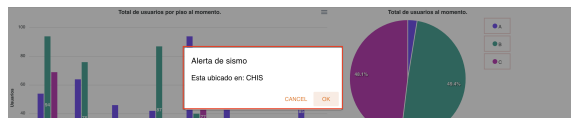


Fig. 10. Ejemplo de alerta en caso de un sismo.

### E. Descarga de información

Otra característica que incluye SMRP-PC es la capacidad de descargar los reportes. En la Fig. 11, se muestra un apartado de la aplicación con la lista de usuarios activos, con los botones para descargar en formato PDF o XLSX.

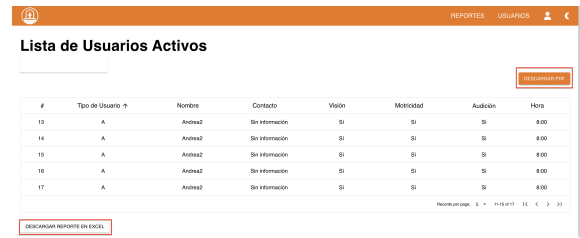


Fig. 11. Lista de usuarios activos con la opción de descargar la información en formatos PDF o XLSX.

Adicionalmente está disponible la función de exportar las gráficas en formatos PNG, SVG y CSV. En la Fig. 12 se representa un ejemplo de la gráfica de líneas con las opciones para descargar los datos de dicha gráfica en el formato deseado.



Fig. 12. Opciones para descargar la gráfica.

## VI. RESULTADOS ESPERADOS

Este trabajo se orienta al desarrollo de un Panel de Control que beneficiará a las labores de gestión del riesgo y rescate en caso de sismos en las instalaciones universitarias de la UAM-Cuajimalpa. Para evaluar la herramienta SMRP-PC, se realizarán pruebas piloto acompañadas de una valoración de los usuarios mediante encuestas orientadas a verificar el logro de los objetivos de la herramienta. Se recopilará la retroalimentación de los usuarios finales de SMRP-PC para medir su grado de satisfacción, evaluar la usabilidad del sistema y la eficiencia de la ubicación intramuros. Esta información permitirá determinar si el sistema cumple con los requerimientos establecidos y si corresponde a las expectativas y necesidades de los usuarios.

Hasta el momento, se ha alcanzado un avance significativo en cuanto al diseño y construcción de la herramienta. Se tienen los elementos de despliegue de la información y retroalimentación al usuario, así como los formatos de informes del número de usuarios presentes en los distintos pisos de la unidad y su clasificación por tipos (A, B y C).

Como se comentó, el trabajo que está en desarrollo concierne a las pruebas de usabilidad pruebas con personal de PC de la Unidad Cuajimalpa, pruebas de integridad y seguridad de software, e integración al sitio web del proyecto de investigación: bdi-dr.cua.uam.mx.

## VII. CONCLUSIONES

En este trabajo se desarrollo una aplicación web para un beneficio comunitario que será de gran apoyo en labores de gestión del riesgo y eventualmente de rescate. En contraparte con el SMRP y el sistema de localización intramuros (ambos también en desarrollo), se espera aportar a las labores que desempeña el personal de PC.

Cabe señalar que SMRP-PC también está diseñado para usarse desde cualquier dispositivo ya que incorpora un despliegue de tamaño ajustable. La visualización de los datos en gráficas de los usuarios y la localización de los mismos en el mapa contribuirá a una toma de decisiones más informada y eficiente por parte de personal de PC y autoridades.

Por otra parte, para mejorar la aplicación en el futuro se tienen los aspectos siguientes:

- Desarrollo del sistema de localización intramuros (basado en cómputo físico), que permitirá realizar la comunicación e interoperación entre las aplicaciones SMRP (aplicación móvil) y SMRP-PC (aplicación web) para dotar a ésta última de la información requerida para mostrar al personal de PC .
- Sección para poder consultar sismos anteriores.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Bertilde Citlalli Herrera Melchor por su ayuda en el diseño para la experiencia de usuario de SMRP-PC. A Víctor Manuel Villafañá Domínguez encargado de Protección Civil en la Unidad Cuajimalpa, por su disposición y comentarios en pro del proyecto. Este trabajo está vinculado al proyecto de investigación DCCD.TI.PI-64.

## REFERENCIAS

- [1] Wulfrano Arturo Luna-Ramírez, Juan Carlos García-Zepeda y Gustavo Ortiz-Hernández. Mobile Application For Traffic Light-Based Personal Risk Assessment For Earthquake Alarms (Congreso: 12th International Conference on Internet Technologies & Society ITS 2022)
- [2] Hacia un Semáforo de Riesgo Personal para Desastres Naturales. Volumen 150(5) de la Revista Research in Computing Science. En prensa
- [3] Lucila Mercado Colín y Wulfrano Arturo Luna Ramírez. Diseño ergonómico de sistemas de seguridad y alerta temprana del riesgo personal en caso de sismos. 14o Seminario Internacional de Investigación en Diseño SID 14 y sus eventos aliados: 12° Encuentro de Semilleros de Investigación en Diseño ENSID 12, 3° Salón Bienal de Investigación + Creación SABIC 2023 y el 5° Foro Académico de Investigación en Diseño, "Diseño: Investigación Creación + Innovación Social". Pasto, Colombia. 2023.
- [4] Wulfrano, A. L., Juan, C. G., Ortiz-Hernández, G. (n.d.). SMRP: a MOBILE APPLICATION FOR EARTHQUAKE PERSONAL RISK ALARMS. EBSCO.
- [5] Y. C. Viera, J. M. Borrego, y E. C. Viera, Propuesta de metodología para el diseño de Dashboard, Revista Cubana de Transformación Digital, vol. 2, n.o 3, pp. 56-76, oct. 2021, doi: 10.5281/zenodo.5545998.
- [6] Documentation, Quasar Framework., Quasar Framework. <https://quasar.dev/docs>.
- [7] ApexCharts.js - Open Source JavaScript Charts for your website. Apex-Charts.js, Mar. 07, 2020. <https://apexcharts.com/>
- [8] MongoDB: the Developer Data platform. MongoDB. <https://www.mongodb.com/>
- [9] S. S. Nacional, Servicio Sismológico Nacional, Servicio Sismológico Nacional. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/>
- [10] "API de Eventos Naturales – bdi-dr." <http://bdi-dr.cua.uam.mx/apienv/>
- [11] R. Balduino. Introduction to OpenUP (Open Unified Process), tech. rep., Eclipse Process Framework, 2007.
- [12] "SkyAlert", Ago. 21, 2024. <https://skyalert.mx/>
- [13] "SASSLA APP," SASSLA. <https://www.sassla.mx/>
- [14] SmartPTT, "Home - SmartPTT Dispatch Software for MOTOTRBO radio systems," SmartPTT, Jul. 31, 2024. <https://smartptt.com/>
- [15] "Disaster alert," DisasterAlert. <https://disasteralert.pdc.org/disasteralert/>
- [16] Earthquake Network, Earthquake Network, Dec. 06, 2023. <https://sismo.app/es/>