

Interoperabilidad. La Clave para una Gestión de Emergencias Coordinada y Colaborativa

Zambrano Marcelo*¹, Pérez Francisco¹, Esteve Manuel¹, Hingant Javier¹, Zambrano Ana²

¹Laboratorio de Sistemas y aplicaciones de Tiempo Real Distribuido (SATRD), Universitat Politècnica de València, Valencia-España.

²Departamento de Telecomunicaciones y Redes de Información, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador

Resumen – Para gestionar una emergencia de manera ágil y efectiva, es necesaria la participación de múltiples agencias relacionadas con la protección y seguridad pública, que permitan satisfacer las exigencias del entorno y los requerimientos de todos los afectados. Para esto, es necesario un intercambio permanente de información, que promueva la coordinación y la colaboración entre las agencias implicadas. Este artículo describe la arquitectura de una plataforma de interoperabilidad, que posibilita el intercambio de información entre las agencias involucradas en la gestión de una emergencia, independientemente del modelo de datos y sistemas informáticos que cada una de ellas posea.

Índices – *Infraestructura Distribuida de Comunicaciones, Bases de Datos Distribuidas, Gestión de Emergencias, Interoperabilidad, Redes peer-to-peer, Sistemas de Información.*

I. INTRODUCCIÓN

Las emergencias pueden definirse como situaciones imprevistas, provocadas por un incidente dañino o desastre, que pone en riesgo el medio ambiente, la propiedad y la vida de las personas. Para gestionar una emergencia de manera efectiva, es necesaria la participación de múltiples agencias relacionadas con la protección y seguridad pública, que permitan acciones acordes con las particularidades del incidente y los requerimientos de todos los involucrados [1] [2] [3]. Esta diversidad de aptitudes, habilidades y conocimientos, indispensables para una gestión de emergencias (GE) integral y comprehensiva, también es el principal obstáculo para que las agencias implicadas, trabajen de manera conjunta y orienten sus esfuerzos en una misma dirección, considerando que cada una de ellas posee sus propios recursos, tecnología, procedimientos, etc. Para solventar este inconveniente, es necesario el intercambio permanente de información entre todas las agencias implicadas, que les permita coordinar sus operaciones y colaborar para gestionar la emergencia de la mejor manera posible [4].

La interoperabilidad se define como la capacidad de dos o más sistemas para intercambiar información y utilizarla para alcanzar sus objetivos [5]. En ambientes diversos y complejos como en el caso de la GE, la interoperabilidad es la clave para la operación coordinada y colaborativa de todos los recursos involucrados. Organismos como la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA,

Federal Emergency Management Agency) [6], la Organización Internacional de Normalización con su Comité Técnico para la Protección y Seguridad de la Sociedad (ISO 223, *International Organization for Standardization*) [7], La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*) [8], entre otros organismos, han publicado estándares y recomendaciones recalcando la importancia de la interoperabilidad en la GE.

Este artículo, presenta una alternativa para la materialización de estas recomendaciones, con base en una plataforma de interoperabilidad, que permita a los Sistemas de Información (SI) de las agencias involucradas, integrarse dentro de una infraestructura distribuida de comunicaciones para compartir e intercambiar información. El principal aporte de este trabajo se encuentra en su Espacio de Información Compartida (EIC), el cual permite gestionar como una única entidad de almacenamiento, toda la información proveniente de los diferentes SI. El EIC se fundamenta sobre una Base de Datos Distribuida (BDD) y una red de comunicaciones *peer-to-peer* (P2P), para otorgarle disponibilidad y escalabilidad a la plataforma.

La validación de la arquitectura se realizó mediante pruebas de funcionalidad a un prototipo implementado en base a la arquitectura descrita en este artículo. Las pruebas se desarrollaron dentro de un escenario simulado para una emergencia, en el cual, cada uno de los SI integrados a la plataforma, compartió información referente a la identificación y posicionamiento de las unidades de respuesta supervisados por ellos. Esta información permitió crear una conciencia situacional común del entorno y todos los recursos desplegados en él, la misma que sirvió como punto de partida para la planificación y coordinación para las operaciones de respuesta y recuperación.

El documento está dividido en cinco secciones: primero, una introducción a la propuesta y metodología utilizada; segundo, se describe la motivación y los trabajos que sirvieron como base para esta investigación; tercero, se detalla la arquitectura y las funcionalidades de cada uno de sus componentes; cuarto, se describen las pruebas de funcionalidad y los resultados obtenidos; y quinto, se exponen las conclusiones y notas finales para este trabajo.

II. MOTIVACIÓN Y TRABAJOS RELACIONADOS

Uno de los factores más importantes a ser considerados con respecto a la interoperabilidad en la GE, es la forma en que los usuarios acceden a la información. De forma general, los usuarios son reacios a la utilización de herramientas informáticas externas, ya sea por afinidad con las aplicaciones que usan habitualmente, o por desconfianza y falta de experticia en aplicaciones informáticas que desconocen. Este artículo presenta la arquitectura para una plataforma de interoperabilidad, que permite a los SI de las agencias involucradas en la gestión de una emergencia, integrarse dentro de una infraestructura distribuida de comunicaciones, para aportar y/o adquirir información, utilizando sus propios sistemas y herramientas informáticas. Se ha tomado como referencias principales para su desarrollo, al *Joint Consultation, Command and Control Information Exchange Data Model* (JC3IEDM) y a las BDD no relacionales (BDD NoSQL).

El JC3IEDM (Figura 1), fue creado por el Programa de Interoperabilidad Multilateral de la OTAN, con el objeto de apoyar y facilitar el intercambio de información de mando y control (C2, *Command and Control*) en entornos tácticos multinacionales. Propone el desarrollo de una capa de intermedia de comunicaciones y la adopción de un único modelo de datos normalizado, para permitir que los SI involucrados, intercambien información independientemente a su modelo de datos y aplicaciones propietarias [9].

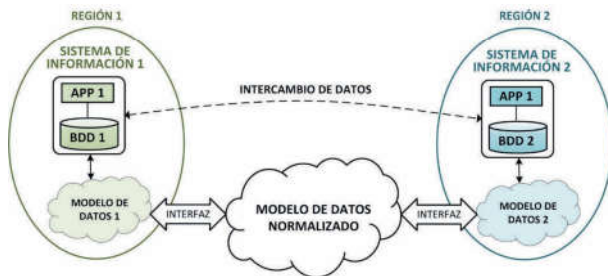


Figura 1. Esquema general JC3IEDM.

Por su parte, las BDD aprovechan la estructura multi-agencia de un entorno de emergencias, para distribuir la carga de trabajo, entre todos los nodos que conforman la red. Las bases de datos no relacionales, llamadas también *No only SQL* (NoSQL), permiten representar y almacenar cada objeto a ser compartido, con un esquema de datos independiente, solventando las deficiencias de las bases de datos relacionales en cuanto a la gestión de grandes volúmenes de información, escalabilidad y confiabilidad. La Figura 2, muestra un diagrama que resume la propuesta en cuanto a la gestión de datos con BDD NoSQL para este trabajo [10] [11].

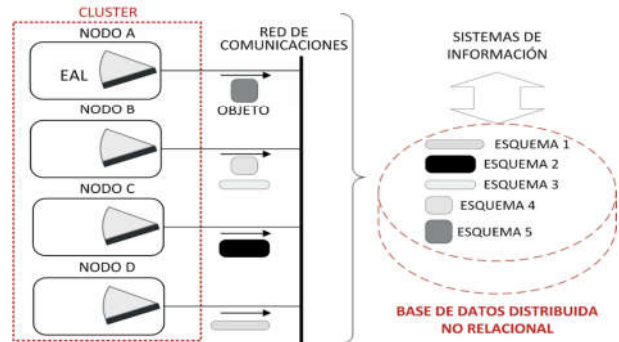


Figura 2. Esquema Base de Datos Distribuida NoSQL.

III. ARQUITECTURA

La arquitectura ha sido diseñada para dar soporte a los requerimientos de disponibilidad y escalabilidad de la plataforma. Está basada en una infraestructura distribuida de comunicaciones y una capa de *middleware*, que posibilitan a los SI intercambiar información de forma independiente al modelo de datos utilizado por cada uno de ellos. Las agencias utilizan sus propios sistemas y herramientas informáticas para el intercambio de información, y la capa de *middleware* adapta la información proveniente desde y hacia ellos, al modelo de datos definido en la plataforma. La comunicación entre los SI y la plataforma, se realiza bajo un modelo de datos basado en el estándar *Efficient XML Interchange* (EXI) [12] [13], y la información que se requiera compartir se almacena en una BDD no relacional que da forma al EIC. Para facilitar su análisis y entendimiento, la arquitectura se ha dividido en tres elementos principales, como se muestra en la Fig. 3.

(i) Sistema de información: dispositivo, equipo o sistema, registrado en la plataforma, para aportar y/u obtener información de la misma.

(ii) Capa de *middleware*, cumple las funciones de transceptor entre la infraestructura de comunicaciones y los SI.

(iii) Subred de comunicaciones, encargada de proveer la conectividad entre los nodos que conforman la plataforma. Su topología, así como la tecnología utilizada en los enlaces de comunicación, son transparentes para la capa superior (*middleware*), lo que facilita la implementación y escalabilidad de la plataforma.

La arquitectura se ha desarrollado en su totalidad, bajo software libre, eliminando la dependencia con los fabricantes (mantenimiento, actualizaciones, etc.) y dejando la puerta abierta para la personalización y desarrollo de nuevas funcionalidades. Se ha elegido Linux como Sistema Operativo para los nodos de comunicaciones, Apache Cassandra como Gestor de Base de Datos, Java como lenguaje de programación utilizado en los distintos módulos desarrollados para la plataforma y AngularJS como framework Javascript para el desarrollo del frontend del Interfaz Hombre-Máquina (HMI, Human-Machine Interface).

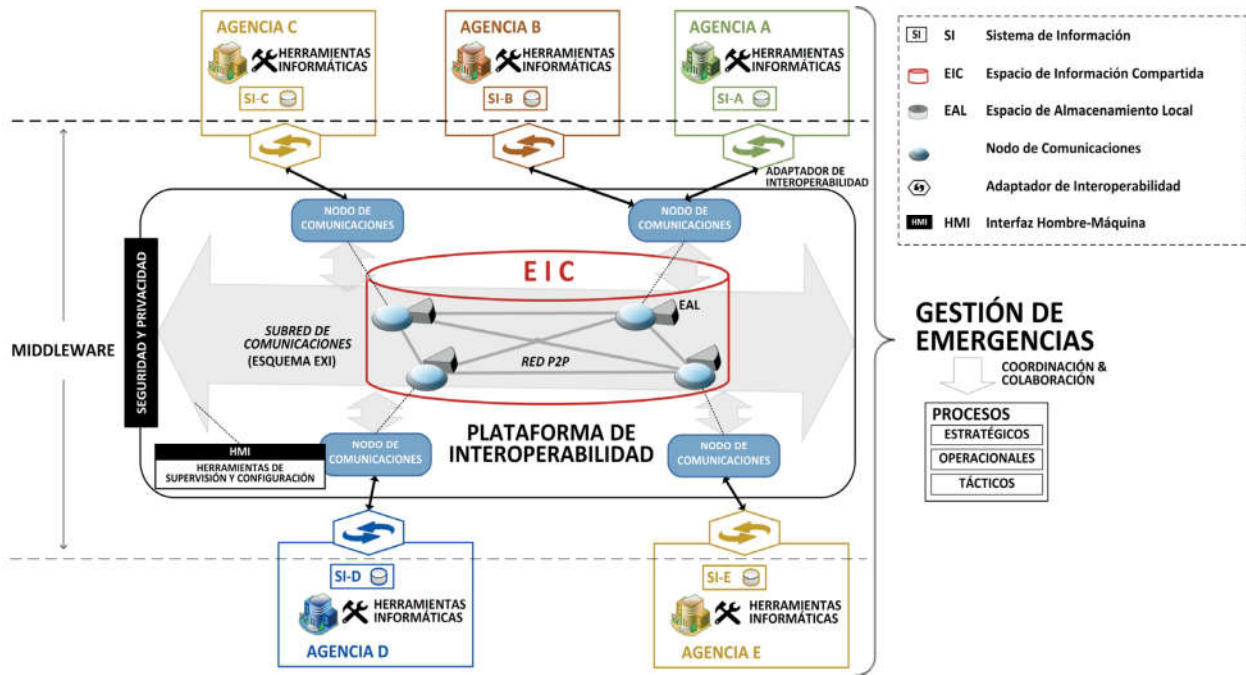


Figura 3. Arquitectura en 3 bloques: Bloque 1: Sistemas de información; Bloque 2: Capa middleware; Bloque 3: Subred de comunicaciones.

La capa *middleware* conforma la parte central de esta arquitectura, y es la responsable de permitir el intercambio efectivo de información entre los SI integrados a la plataforma. Está subdividida en cuatro componentes: adaptadores de interoperabilidad, nodos de comunicación, EIC, y la interfaz hombre-máquina.

A. Adaptadores de interoperabilidad

Son los responsables de adaptar la información que proviene de los SI integrados a la plataforma, al formato EXI definido en la subred de comunicaciones, y viceversa. Cada adaptador posee una interfaz hacia el SI y otra hacia el nodo, permitiendo el flujo de información entre ellos, a través de servicios web. Las peticiones/respuestas desde y hacia los SI, se realizan por medio de cualquier tipo de servicios web que haya sido definido en el SI en cuestión (SOAP, REST, HTTP, etc.); mientras que las peticiones/respuestas desde y hacia los nodos de comunicaciones, de acuerdo al diseño de la plataforma y siguiendo los principios de estandarización propuestos, se realizan únicamente por SOAP.

Entre las interfaces de comunicación, existen dos subcapas (transformación y comunicaciones), que permiten llevar a cabo la conversión de formatos de datos de manera bidireccional. Debido a los distintos formatos de datos y protocolos que cada SI presenta, cada SI necesita su propio adaptador, y existen tantos adaptadores como SI se integren a la plataforma.

La Figura 4, muestra un diagrama de bloques general para un adaptador de interoperabilidad en el cual se pueden apreciar los distintos interfaces que permiten la integración de los SI en la plataforma.

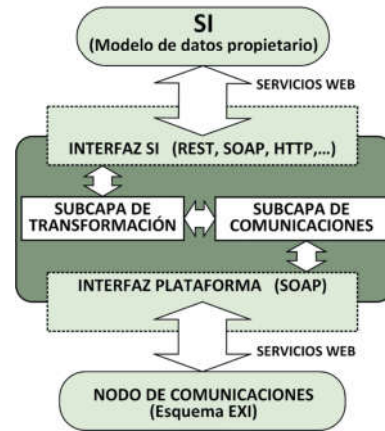


Figura 4. Adaptador de interoperabilidad.

B. Nodos de comunicación

Son la puerta de entrada a la plataforma. Entre sus funciones principales están las de permitir la integración de los SI, almacenar la fracción de la BDD que le corresponda, y notificar a los SI y otros nodos, de cualquier cambio realizado en la información del EIC.

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques que resume la arquitectura interna de un nodo de comunicaciones. En ella se puede identificar cuatro elementos primarios: una capa de usuario, encargada de poner al alcance de los SI, los servicios para la configuración de los parámetros operacionales de la plataforma (registro de SI, suscripción a las notificaciones, direccionamiento, etc.) y la interacción con el EIC (lectura, escritura, eliminación y actualización de datos); una capa de

operaciones, responsable de los procesos de gestión y funcionales internos del nodo, como por ejemplo, seguridad y privacidad, comunicaciones entre nodos, gestión de datos, etc.; dos grupos de servicios transversales, responsables de la supervisión y seguridad de los procesos internos además de los accesos al nodo; y un Espacio de Almacenamiento Local (EAL), en el cual almacena la fracción del EIC que tiene asignado, así como una copia del registro de usuarios y sistemas.

Las comunicaciones con los nodos conectados en el clúster, y con los SI integrados a través de él, se realizan por medio de datagramas en formato EXI, que informan y alertan de cualquier cambio en la información disponible y/o el estado de la plataforma. Estos datagramas, antes de ser almacenados, deben ser validados y transformados al formato definido en el EIC por medio del módulo de validación y transformación.

Pueden desplegarse tantos nodos como sean requeridos, y cada nodo puede servir a más de un SI, dependiendo del alcance de la plataforma, la capacidad de procesamiento del nodo, y los requerimientos propios de cada SI en cuanto a recursos, seguridad, disponibilidad y/o confiabilidad.

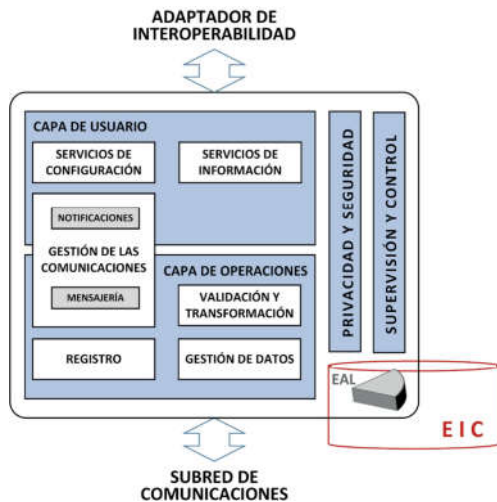


Figura 5. Nodo de comunicaciones.

C. Espacio de información compartida

El EIC es el núcleo de la arquitectura. Utiliza una BDD NoSQL y una red virtual P2P, para gestionar la información proveniente de los SI, como un único espacio de almacenamiento lógico. Posee un modelo de datos independiente a los utilizados por los SI integrados a la plataforma, y cada objeto almacenado es definido con una clave única basada en un modelo clave-valor, bajo su propio esquema de datos. El EIC aprovecha el carácter distribuido de la arquitectura, para permitir la fragmentación y asignación dinámica del procesamiento y almacenamiento de datos. Una de sus principales ventajas, es la independencia de los objetos, que hace que la ubicación física y el esquema de los datos, sean transparentes para los SI.

En cuanto a su implementación, se ha utilizado Apache Cassandra como gestor de base de datos, dado su carácter distribuido y el algoritmo P2P que utiliza para

la gestión de información [14]. Entre sus características más importantes están su descentralización, escalabilidad y adaptabilidad respecto a los esquemas de datos soportados. Tanto la carga de trabajo como la redundancia son parametrizables, y deben ser configuradas de acuerdo a la confiabilidad, disponibilidad y escalabilidad requerida para la plataforma. Su red interna P2P, presenta una topología lógica no jerárquica en anillo, que permite la respuesta simultánea de múltiples nodos a múltiples peticiones (escalabilidad horizontal). Las consultas, actualizaciones, borrados e inserciones de información, se realizan por medio del lenguaje propietario *Cassandra Query Language* (CQL), y la librería Kundera brinda soporte para el API de Persistencia de Java (JPA) [15].

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques que resume la arquitectura interna del EIC.

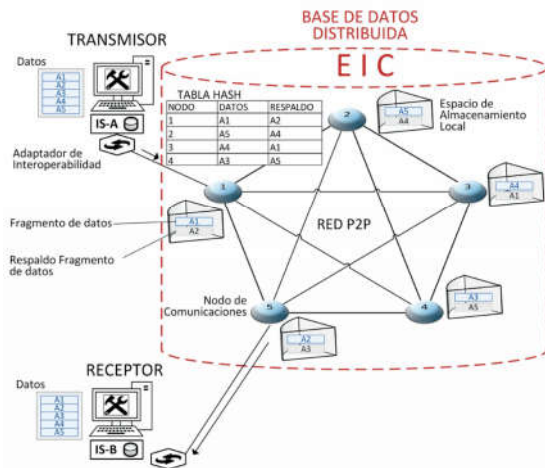


Figura 6. Espacio de Información Compartida.

D. Seguridad e Interfaz hombre-máquina

La accesibilidad y privacidad de la plataforma se gestiona a través del HMI, el cual permite la creación de usuarios y la asignación de perfiles y permisos, por medio del módulo de "privacidad y seguridad". También permite el mantenimiento y auditorías de la plataforma gracias al módulo de "supervisión y control". Cada nodo, posee una réplica del registro de usuarios y sistemas, garantizando siempre y en cualquier circunstancia, la accesibilidad y seguridad de la plataforma. Respecto a la seguridad de las comunicaciones, se gestiona en base a los protocolos de seguridad HTTPS y TLS.

E. Gestión de las comunicaciones y datos

Las comunicaciones entre nodos, así como a las comunicaciones entre un nodo y los SI integrados a través de él, se realizan en base al estándar *Efficient XML Interchange* (EXI), creado por el *World Wide Web Consortium* (W3C). El EXI está pensado para optimizar el rendimiento y uso de recursos en redes que operan en entornos con capacidades limitadas, como en el caso de las emergencias (baja capacidad de procesamiento y almacenamiento en los HOST, ancho de banda limitado, pérdida de paquetes, etc.) [12] [13]. Gestiona la información por medio de un esquema XML, que explota la

naturaleza estructurada del formato para optimizar la transmisión y procesamiento de datos. El esquema EXI definido para la plataforma, es distribuido a través de toda la subred de comunicaciones, de tal manera que cada nodo sea capaz de comprimir/descomprimir los objetos recibidos y/o enviados, siguiendo el diagrama mostrado en la Figura 7.



Figura 7. Comparativa entre transferencia de datos convencional y transferencia de datos basada en esquemas EXI.

Tanto la publicación como los requerimientos de información, siguen el mecanismo EXI implementado en base a un modelo PUBLICACIÓN/SUBSCRIPCIÓN, que posibilita la distribución de datos y metadatos a través de la subred de comunicaciones. Cada vez que un SI comparte información, ésta se valida, transforma y almacena en el EIC, para que sea accesible a través de cualquiera de los nodos del Clúster.

Los SI deben especificar las temáticas de los cuales van ser proveedores, y las temáticas a las cuales quieren suscribirse como consumidores. Cada vez que se comparte una nueva información en el EIC, el nodo local notifica a los SI registrados sobre él y suscritos a la temática relacionada, de la actualización de información por medio de su servicio de “notificaciones”. Si un SI considera de interés la información, es capaz de recuperarla desde el EIC, para transformarla a su modelo de datos propietario y ponerla a disposición de sus herramientas informáticas. De igual forma, el nodo local comparte la actualización con los otros nodos de la plataforma, a través del servicio de “mensajería”, para que éstos a su vez, notifiquen a los SI registrados sobre ellos, de la nueva información disponible.

Para que un nuevo nodo pueda integrarse a la plataforma, el primer paso a realizar es su registro sobre la misma. Una vez autorizado su acceso, el nodo pasa a formar parte del Clúster de Cassandra que da forma al EIC, y se inician las comunicaciones con otros nodos a través de la subred. Cada nodo dispone de un EAL, donde se almacena la fracción de datos que le corresponde, de acuerdo a una tabla HASH creada por el algoritmo P2P de Cassandra [15] [16].

La disponibilidad de los datos se garantiza en base a la creación de múltiples copias en diferentes nodos (redundancia), las cuales dependen de un factor de replicación (número de réplicas de la información en nodos diferentes) configurado en función de la resiliencia requerida para la plataforma.

IV. VALIDACIÓN Y RESULTADOS

La arquitectura se ha validado mediante pruebas de funcionalidad a un prototipo implementado en base a la arquitectura descrita en este artículo. Las pruebas se desarrollaron dentro de un escenario simulado para una emergencia, que inicia con el colapso de la central hidroeléctrica de Bolarque (Cuenca, España), ocasionando una inundación que afecta la central nuclear José Cabrera (Guadalajara, España), con un posible escape radiológico. Se implementaron tres nodos de comunicaciones en tres localidades diferentes (Madrid, Cuenca y Valencia), y a través de ellos, se integraron a la plataforma tres sistemas de información geográfica (GIS, *Geographic Information Systems*) (Figura 8).



Figura 8. Escenario de pruebas.

Gracias a la distribución de carga que permite la arquitectura distribuida de la plataforma, tanto los nodos de comunicación, como los GIS y sus respectivos adaptadores de interoperabilidad, se implementaron sobre HOST con características estándar de hardware y software, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Hardware y software infraestructura de pruebas.

Nodo	Hardware	Software Nodo	Software SI
1 Madrid	Intel Core i7 2.8 RAM 16GB Disco 2TB Red Ethernet	CentOS 7.0 Open VPN Apache Cassandra 3.2	Ubuntu 15.10 WebGIS [17] Adapt. de Interoperabilidad 1
2 Cuenca	Intel Core i7 2.9 RAM 8GB Disco 1TB Red Ethernet		Ubuntu 15.10 InaSAFE [18] Adapt. de Interoperabilidad 2
3 Valencia	Intel Core i7 3.3 RAM 16GB Disco 1TB Red Ethernet		Windows 8.1 GESTOP [19] Adapt. de Interoperabilidad 3

Para proporcionar a la plataforma la seguridad y conectividad necesaria entre nodos, se utiliza una conexión SSL mediante certificados y claves RSA (Rivest, Shamir y Adleman) generados con la herramienta Open-VPN y distribuidos en los nodos. Cada GIS, compartió a través de la plataforma, información referente a la identificación y posicionamiento de las unidades de respuesta bajo su supervisión. Esta información, permitió crear una conciencia situacional común de todos los recursos desplegados sobre el campo de pruebas, y fue utilizada por el personal táctico y estratégico de las agencias involucradas, para planificar y coordinar las operaciones de respuesta y recuperación para la emergencia.

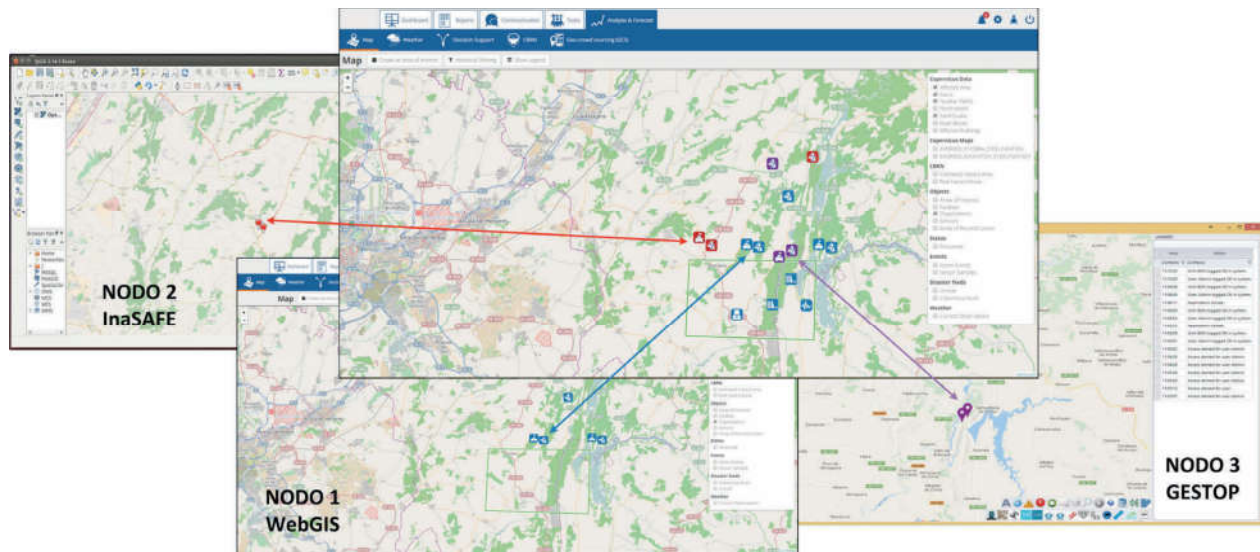


Figura 9. Unidades de respuesta desplegadas sobre el entorno de pruebas.

La Fig. 9, muestra el *background* de la GUI (*Graphical User Interface*) de cada uno de los GIS utilizados en las pruebas, y como plano principal, la GUI del GIS conectado al nodo 1 (WebGIS), mostrando un agregado de todas las unidades sobre el campo de operaciones.

Durante las pruebas, se contó con la colaboración de personal de Bomberos y Defensa Civil de la Comunidad de Madrid, los cuales tuvieron acceso a la información y reportes generados por los SI integrados a la plataforma. Posterior a esto, se realizó una encuesta al personal táctico y estratégico que colaboraron en el simulacro, con el fin de tabular su percepción respecto a las funcionalidades y ayudas que la plataforma podía entregarles. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Encuesta realizada al personal táctico y estratégico.

Pregunta	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Considero que el intercambio de información entre las organizaciones involucradas en la gestión de emergencias es prioritario	10	4	1		
La plataforma promueve la interoperabilidad entre las organizaciones involucradas en la gestión de emergencias	4	11			
La plataforma de interoperabilidad ofrece soporte para la obtención de una conciencia situacional común	2	9	4		
El uso de la plataforma de interoperabilidad puede ayudar a mejorar la coordinación y colaboración	4	10	1		
Recomendaría el desarrollo de adaptadores para otros sistemas de información	2	11		1	1
La plataforma es práctica y utilizable	3	9	3		
Usaría la plataforma en un entorno real	3	7	3	1	1
Usaría la plataforma en un entorno de	4	10			1

entrenamiento					
Usaría la plataforma durante la fase de respuesta a una emergencia	5	8	1		1
Usaría la plataforma durante la fase de recuperación a una emergencia	3	7	3	1	1
Considero que el uso de la plataforma de interoperabilidad, puede ayudar a disminuir las comunicaciones innecesarias	2	8	4		1
Considero que mi organización se vería beneficiada de las capacidades entregadas por la plataforma	3	7	3	1	1
A pesar de las restricciones presupuestarias, mi organización podría desarrollar su propio adaptador y convertirse en un socio de financiamiento para la implementación de una plataforma de interoperabilidad	1	5	5	2	2
Equivalencia: (1) Cumple totalmente - (5) No cumple con nada.					

El 100% de los encuestados estuvieron de acuerdo, en mayor o menor grado, con la usabilidad de la plataforma. Un 93% usaría la plataforma, ya sea para entrenamiento o en un entorno real, y cree que su agencia se vería beneficiada con las funcionalidades entregadas por la misma. Así también, un 87% de los encuestados recomendaría el uso de esta plataforma y coincide con el planteamiento propuesto para la interoperabilidad entre agencias.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La interoperabilidad entre las agencias involucradas en la gestión de emergencias, es la clave para una respuesta integral y comprehensiva, que permita enfrentar cualquier tipo de desastre que se pueda presentar. Para esto, es necesario el intercambio permanente de información, que permita a todos

las agencias implicadas, coordinar sus operaciones y colaborar para gestionar la situación de la mejor manera posible.

Este artículo describe la arquitectura para una plataforma de interoperabilidad, que permita a las agencias involucradas en la gestión de una emergencia, integrarse dentro de una infraestructura de comunicaciones para intercambiar información a través de sus propios sistemas y herramientas informáticas. El núcleo de la arquitectura propuesta, se encuentra en su Espacio de Información Compartida, el cual permite gestionar como una única entidad de almacenamiento, toda la información proveniente de los sistemas de información integrados a la plataforma. El Espacio de información compartida se fundamenta sobre una Base de Datos Distribuida No Relacional y una red de comunicaciones P2P, para dividir la carga de trabajo entre todos los nodos de la plataforma, otorgándole disponibilidad y escalabilidad a la arquitectura.

La plataforma se validó por medio de un prototipo desarrollado en base a la propuesta descrita en este artículo y testeado dentro de un escenario simulado para una emergencia. Se verificaron las capacidades de la plataforma para facilitar el intercambio de información entre las agencias, y la información compartida fue utilizada por el personal implicado para planificar y coordinar las operaciones de respuesta y recuperación.

La arquitectura propuesta, ha sido utilizada como soporte para el desarrollo de la plataforma de interoperabilidad del proyecto europeo SECTOR [20], del cual la UPV forma parte activa. SECTOR se encuentra actualmente en fase de desarrollo y forma parte del séptimo programa Marco de la Unión Europea para Investigación y Desarrollo Tecnológico (FP7), el cual tiene como objetivo mejorar la interconexión, coordinación y colaboración entre los sistemas para la gestión de emergencias y crisis.

Respecto a los trabajos futuros, se están explorando otras alternativas para la implementación del Espacio de Información Compartida, en base a una BDD NoSQL que maneje un esquema dinámico para la gestión de datos, pero orientada a documentos [16] [21]. Por otra parte, la interfaz hombre-máquina actualmente permite a los administradores de la plataforma acceder a las herramientas de configuración y supervisión, sin embargo, su implementación deja la puerta abierta para el desarrollo de herramientas propias, que permitan personalizar y mejorar las ayudas disponibles para los usuarios. Se está trabajando en el desarrollo de una herramienta propia de la plataforma, que permita el intercambio de información de audio y video en tiempo real.

VI. REFERENCIAS

- [2] Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados. (2012). Manual para situaciones de emergencia. ACNUR.
- [15] Apache Software Foundation. (2017). Apache Cassandra. Website, <http://cassandra.apache.org/doc/latest/architecture/index.html>
- [14] DataStax. (16 de February de 2012). Apache Cassandra Documentation. DataStax.
- [6] Department of Homeland Security US. (2017). Federal Emergency Management Agency. Website, <http://www.fema.gov/>
- [12] Doi, Y., Sato, Y., Ishiyama, M., Ohba, Y., & Teramoto, K. (24-26 de October de 2012). XML-Less EXI with Code Generation for Integration of Embedded Devices in Web Based Systems. China: IEEE.

- [3] Federal Emergency Management Agency. (2015). Course IS-0230.d: Fundamentals of Emergency Management.
- [20] FP7 European Union. (12 de 12 de 2016). Sector. (F. P. Innovation, Editor) Website, <http://www.fp7-sector.eu/>
- [17] FP7 European Union. (2017). DESTRIERO. Website, <http://www.destriero-fp7.eu/>
- [11] Han, J., Haihong, E., Guan, L., & Du, J. (October de 2011). Survey on NoSQL Database. Pervasive computing and applications (CPCA) (6th), 363-366. IEEE International Conference.
- [5] IEEE. (1990). IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York, United States: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [18] Indonesian and Australian Governments. (2017). Inasafe. Website, <http://inasafe.org/>
- [7] International Organization for Standardization. (2017). ISO/TC 223 Societal security. Website, <http://www.iso223.org/>
- [13] Jaiswal, G., & Mishra, M. (22-23 de February de 2013). Why Use Efficient XML Interchange Instead of Fast Infoset. Advance Computing Conference (IACC), 2013 IEEE 3rd International, 925-930. IEEE.
- [21] Li, Y., & Manoharan, S. (August de 2013). A performance comparison of SQL and NoSQL databases. Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM), 15-19. New Zealand: Department of Computer Science, University of Auckland.
- [9] NATO. (2012). Overview of the Joint C3 Information Exchange Data Model. Germany: North Atlantic Treaty Organization - MIP.
- [16] Padhy, R. P., Patra, M. R., & Satapathy, S. C. (2011). RDBMS to NoSQL: reviewing some next non-relational databases. International Journal of Advanced Engineering Science and Technologies, 11(1), 15-30.
- [19] TR'Sistemas. (2017). Website, <http://www.trsisistemas.com/productos.php>
- [10] Tudorica, B. G., & Bucur, C. (June de 2011). A comparison between several NoSQL databases with comments and notes. Roedunet international Conference (RoEduNet) (10th), 1-5. IEEE.
- [8] United Nations. (2017). The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Website, <http://www.unisdr.org/>
- [1] Wayne, B. (22 de october de 2008). Guide to Emergency Management and related terms, definitions, concepts, acronyms, organizations, programs, guidance, executive orders & legislation. USA: FEMA.
- [4] Williams, A. (November de 2010). Agility and Interoperability for 21st Century Command and Control. Implications of Operationalizing a Comprehensive Approach: Defining What Interagency Interoperability Really Means, 4(1). CCRP

VII. BIOGRAFÍAS



de 15 años de experiencia en el sector de las TIC.

Oscar M. Zambrano, obtuvo su título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, y de Magister en Gerencia Empresarial en la Escuela Politécnica Nacional en el 2001 y 2009 respectivamente. Actualmente es Aspirante a Ph.D en la Universitat Politècnica de València (UPV), en la Escuela de Telecomunicaciones, como parte del grupo de investigación de Sistemas de Tiempo Real Distribuidos. Docente Universitario con 10 años de experiencia y más



de 20 años de experiencia en áreas de investigación como Networking. Actualmente, maneja varios proyectos R&D a nivel regional, nacional e internacional. Ha colaborado en proyectos gubernamentales, de defensa y EU- FP7 actuando como presidente. Es autor y co-autor de más de 100 artículos de investigación.

Manuel Esteve Domingo, recibió su M.Sc in Ingeniería de la Computación y su Ph.D en Ingeniería de Telecomunicaciones (Dr. Ing) de la Universitat Politècnica de València (UPV) en 1986 y 1994 respectivamente. Es profesor a tiempo completo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de la UPV, liderando el grupo de investigación de Sistemas en Tiempo Real Distribuidos. Prof. Manuel Esteve, tiene más de 20 años de



Francisco José Pérez, obtuvo su grado en Ingeniería de Telecomunicaciones en 2011, y actualmente se encuentra realizando su Doctorado en la Universitat Politècnica de València (UPV). Forma parte del Grupo de Investigación de Sistemas y Aplicaciones de Tiempo Real de la UPV, y es el responsable técnico de los proyectos europeos DESTRIERO y SECTOR.



Javier Hingant Gómez, obtuvo su título en Ingeniería Técnica de Telecomunicación en la Universitat d'Alacant en 2009 y actualmente está cursando Doctorado en Telecomunicación en la Universitat Politècnica de València (UPV). Forma parte del Grupo de Investigación de Sistemas y Aplicaciones de Tiempo Real Distribuido de la UPV, como investigador en proyectos nacionales y europeos de I+D.



Ana M. Zambrano, obtuvo el grado de Ingeniera en Electrónica y Redes de Información en el año 2010, en la Escuela Politécnica Nacional, Quito Ecuador. En el 2011 se hizo acreedora de una beca de Ecuador para cursar estudios doctorales en la Universitat Politècnica de València donde obtuvo en el 2015 el grado de Phd. En Telecomunicaciones. Actualmente trabaja en la Escuela Politécnica Nacional donde sus investigaciones van dirigidas hacia aplicaciones en tiempo real,

sistemas distribuidos e Internet de las Cosas.