

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dirección General de Investigación



FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMA EXPERTO DE ALERTAS TEMPRANAS ANTE DESASTRES NATURALES
EN LA PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH**

Carrasco Alvarado Wilmer Pasión
Arroyo Tirado Jorge Luis
Ascón Valdivia Oscar Arquímcdes
Gómez Hurtado Hcber
Valle Vargas Manuel Ángel

Chimbote - Perú
2016

Palabra clave

Tema	Sistema experto
Especialidad	Inteligencia artificial

Topic	Expert System
Specialty	Artificial intelligence

Línea de investigación

1203. Ciencia de los Ordenadores

1203.4 Inteligencia Artificial

**SISTEMA EXPERTO DE ALERTAS TEMPRANAS ANTE
DESASTRES NATURALES EN LA PROVINCIA
DEL SANTA – ANCASH**

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito desarrollar un sistema experto de alertas tempranas ante posibles desastres naturales en la provincia del Santa – Áncash, mediante inteligencia artificial, que alerte a la población para una reacción y protección oportuna ante una situación de riesgo de un desastre natural, como inundaciones, desbordes, deslizamientos provocados por los fenómenos naturales.

Para el desarrollo del sistema experto se utilizó las metodologías Grover e IDEAL, en el modelado de la solución basada en Sistema y para la construcción del aplicativo que controle el Sistema la metodología extrema denominada XP.

Como resultado de la investigación, se obtuvo un novedoso sistema de control de prevención de desastres que alerta a la población en forma oportuna de la ocurrencia de desastres naturales como desbordes e inundaciones en las riberas de las poblaciones de la provincia del santa, con señales provenientes de una red de sensores inteligentes integrados a través de un sistema informático de control.

Abstract

The present research aimed to develop an expert system of early warning of possible natural disasters in the province of Santa - Áncash, using artificial intelligence, to alert the population to a timely reaction and protection against a risk situation of a natural disaster, Such as floods, overflows, landslides caused by natural phenomena.

For the development of the expert system we used the Grover and IDEAL methodologies, in the modeling of the solution based on System and for the construction of the application that controls the System the extreme methodology denominated XP.

As a result of the research, a new disaster prevention control system was obtained that warns the population in a timely manner of the occurrence of natural disasters such as overflows and floods on the banks of the populations of the province of Santa. With signals coming from a network of intelligent sensors integrated through a computer control system.

Introducción

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a esta investigación.

Godínez (2011), en la tesis "Diseño e implementación de un sistema de alerta temprana ante desborde de ríos utilizando la red GSM", El objetivo del trabajo de tesis es la de desarrollar e implementar un sistema de telemetría que utilice la red de GSM para el transporte de datos de medición del nivel de agua de un río a través de sensores de ultrasonido con el fin de alertar de manera remota y en tiempo real a una persona, grupo de personas o una central de monitoreo ante un inminente peligro de desborde y asimismo es posible realizar la medición de parámetros de humedad y temperatura, utilizables para el análisis gráfico. Con la finalidad de alcanzar los objetivos, se han utilizado tres elementos metodológicos: Fundamento teórico, desarrollo del firmware y desarrollo del hardware. Como resultado se obtuvo un prototipo de sistema de alerta temprana contra desbordamientos de un río es muy necesario que el punto de medición se ubique a una distancia tal que desde el momento que detecte un incremento del nivel y sobre pase el nivel considerado de riesgo de desborde a la población en riesgo, esta disponga de un tiempo suficiente para su evacuación y así mismo disponga de una preparación para hacer frente a este tipo de desastres.

Unicef (2005), en el documento, "Aprendamos a prevenir los desastres", pone a disposición de la población de América latina y el caribe una herramienta innovadora e interactiva para la gestión del riesgo. En él, se ilustran diferentes conceptualizaciones y ejemplos de cómo afrontar diferentes tipos de amenazas y desastres naturales; así como se instruye a los docentes y alumnos a comportarse durante los simulacros, antes, durante y después de la ocurrencia de los desastres naturales.

Federación internacional de la cruz Roja (2015), publicó un resumen del informe mundial sobre desastres naturales ocurridos en los últimos años, con el propósito de concientizar a la población sobre la necesidad de prevención con la participación activa de cada uno de ellos. Se hace una descripción pormenorizada de los hechos que conllevan a pensar acerca de la obligación que tenemos en afrontar las tareas de prevención con acierto y responsabilidad empezando por las empresas e instituciones que nos gobiernan.

Gómez (2010), en la investigación “desastre anunciado” se propuso evaluar el Plan de Atención y Prevención de Desastres, así como, los protocolos de Actuación, Formación e Información que existan en la ciudad de Armenia; igualmente buscó falencias en el plan que actualmente rige, con el propósito de prevenir un nuevo desastre. En él, se hace un análisis comparativo entre los planes de emergencia de las ciudades de Armenia (Colombia) y Lima (Perú); así como un análisis general de riesgos y una adecuada participación de la población. Se concluye que precisamente el desconocimiento de las normas preventivas y su no aplicación conlleva a que en las ciudades ocurran en gran medida las consecuencias de los desastres naturales.

En tal sentido “El sistema experto de alertas tempranas ante desastres naturales en la provincia del santa – Áncash”, es justificable porque facilita la implantación de estrategias de gestión del riesgo de desastres en la región Ancash, evitando de este modo, numerosas pérdidas humanas y económicas, como consecuencia de la ocurrencia de fenómenos naturales, conllevando a situaciones de emergencias o desastres; cobrando importancia desde el punto de vista de la generación del conocimiento porque gestionando adecuadamente la prevención, atención y recuperación de emergencias y desastres, en los diferentes estamentos municipales, se puede identificar y examinar aspectos administrativos, logísticos, políticos entre otros, que sirvan como herramienta para ayudar a reducir la vulnerabilidad de la población, que motive a establecer conductas y procedimientos seguros, que faciliten la protección de las personas y los bienes de las localidades en zonas de riesgo; en caso de emergencias o desastres.

Este sistema de prevención de desastres naturales es de gran relevancia social, porque permitirá alertar en los puntos críticos de la Provincia del Santa - Región Ancash a la población en la prevención y atención de los desastres naturales y preparar respuestas específicas de las comunidades y organismos gubernamentales involucradas. Asimismo, no solamente servirá de alerta a la población de la provincia del Santa, sino que puede extenderse a toda la región Ancash y todo el territorio nacional e internacional convirtiéndose en una potente herramienta para prevenir desastres como inundaciones, desbordes de ríos y lagunas, etc.

Los países pobres son los más afectados cuando ocurren los desastres naturales, afrontan esta problemática porque al carecer de recursos financieros e infraestructura, son incapaces de prevenir estos fenómenos; esto es aún más grave teniendo en cuenta que los conocimientos técnicos y científicos de hoy en día permiten mejorar la prevención de los riesgos de la naturaleza como: los fenómenos físicos como terremotos, Erupciones volcánicas, desprendimientos de tierras, tsunamis, inundaciones y sequía, los desastres son generados por este tipo de alteraciones, pero no siempre son naturales, a veces son provocados por el hombre.

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), un millón y medio de personas en todo el Perú es afectado por las inundaciones, convirtiéndose ésta en el segundo mayor desastre natural del país. Nuestra región junto a Tumbes, Piura, Ica, Arequipa, Cajamarca, San Martín, Huánuco y Lima tienen mayor debilidad física por la frecuencia de desastres naturales como huacos, derrumbes y deslizamientos, según el Primer Mapa de Vulnerabilidad Física a Nivel Nacional elaborado por el Ministerio del Ambiente (Minam). Todos ellos presentan peligros naturales múltiples por las condiciones de su territorio: material sensible a cualquier evento natural, suelos sobreutilizados, poblaciones localizadas inadecuadamente, entre otros.

La ubicación de nuestra provincia del Santa, región Ancash y país Perú, en la zona tropical y subtropical de la costa occidental del continente sudamericano, determina que se encuentra expuesto a cambios climáticos que en muchos casos generan desastres como son el Fenómeno El Niño, precipitaciones extremas, inundaciones, sequías, heladas, granizadas, vientos Fuertes, entre otros; lo que hace necesaria la atención de quienes desarrollamos la ciencia y la tecnología.

En los últimos años en la región Ancash se ha observado un aumento de la frecuencia, el impacto y la amplitud de desastres naturales, que han causado la muerte de centenares de personas y provocado pérdidas económicas en las zonas de riesgo en poblaciones que se encuentran cerca de ríos, lagunas, y no cuentan con planes de prevención de desastres naturales. Ancash, al igual que todo el territorio patrio, está sufriendo los embates de la inclemente naturaleza, que este año (2015), después de mucho tiempo, es azotado por intensas lluvias que aíslan pueblos, destruyen puentes, borran del mapa vías de comunicación terrestre, producen huaycos e inundaciones y se llevan extensas tierras de cultivo en diferentes lugares tanto de la costa como de la sierra.



Figura 1. Zonas propensas a inundaciones en el Perú
Fuente: Planagerd 2014- 2021

Como se puede apreciar en los mapas de las zonas propensas a inundaciones tanto en el Perú como en Ancash, nuestra provincial del Santa de encuentra bien resaltada con una mayor probabilidad de inundación ante la ocurrencia de posibles desbordes de ríos y lagunas.

Ante tal problemática, Para tal fin se planteó la siguiente interrogante:

¿Cómo el desarrollo de un sistema experto de alertas tempranas ayudará a establecer medidas de prevención de los desastres naturales en la Provincia del Santa - Ancash?

El enfoque de desarrollo en el que se sustenta la presente investigación es del desarrollo sostenible, Neuhaus (2013), El término desarrollo sostenible fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas como “un desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Naciones Unidas, 1987). Cinco años después, en la cumbre de Rio de Janeiro, se acordó emprender un esfuerzo de cooperación mundial en pro de un desarrollo que fuese económicamente factible, socialmente equitativo y ecológicamente compatible, no solo en el presente sino también en el futuro. A pesar de la vasta aprobación de este modelo y los múltiples esfuerzos en este sentido, el desarrollo sostenible sigue siendo un gran desafío para todas las fuerzas sociales. (GTZ, 2005)

El desarrollo sostenible se divide conceptualmente en tres partes, que dependen entre sí y se refuerzan mutuamente:

1. La protección del medio ambiente: preservación de la biodiversidad, los ecosistemas, genes, organismos y especies. Disminuyendo los residuos y el uso de recursos no renovables, usando de modo responsable los recursos renovables
2. El desarrollo económico: incluye lo relacionado a los mercados y su funcionamiento financiero clásico.
3. El desarrollo social: busca el bienestar social en todos los ámbitos de una sociedad.

Desastre:

La Organización HUMBOLDT (2004), define “Los Desastres como el resultado de la combinación entre la vulnerabilidad social existente, y el desencadenamiento de un fenómeno como un huracán, un terremoto, o una erupción volcánica”. “...Los desastres ocurren cuándo existe vulnerabilidad social, institucional, o ambiental...”.

Otra definición presentada por el BID (2003), se entiende por “Desastre. La situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad; representadas por la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción, pérdida o inutilización total o parcial de bienes de la colectividad y de los individuos así como daños severos en el ambiente, requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población para atender los afectados y restablecer los umbrales aceptados de normalidad y bienestar”.

La organización Ingeniar Ltda (2006), identifica los “Desastres como, situaciones o procesos sociales que se desencadenan como resultado de dos factores concomitantes y mutuamente condicionantes: por una parte, la inminencia o efectiva ocurrencia de un fenómeno que caracteriza a una amenaza y, por otra, la vulnerabilidad ante la misma de los elementos expuestos, es decir, el conjunto de condiciones materiales y sociales que favorecen o facilitan que una vez materializada la amenaza, se causen efectos severos sobre el contexto económico, ambiental y social”.

Ingeniar Ltda (2006), plantea además que los “desastres no son otra cosa que eventos ambientales y su materialización es el resultado de la construcción social del riesgo, mediante la gestación en unos casos de la vulnerabilidad y en otros casos de las amenazas o de ambas circunstancias simultáneamente”.

La Organización Panamericana de Salud (1994), agrega que existen muchas definiciones de desastre. Desde el punto de vista de los prestadores de salud, un desastre se debe definir "con base en sus consecuencias sobre la salud y los servicios de salud. Desde la perspectiva de la salud pública, los desastres se definen por su efecto sobre las personas; de otra forma, los desastres serían simplemente fenómenos geológicos o meteorológicos interesantes." Lo que para una comunidad puede ser un desastre, no lo es necesariamente para otra comunidad diferente. Una definición pragmática es la siguiente: Un desastre es el resultado de una ruptura ecológica importante de la relación entre los humanos y su medio ambiente, un evento serio y súbito (o lento, como una sequía) de tal magnitud que la comunidad golpeada necesita esfuerzos extraordinarios para hacerle frente, a menudo con ayuda externa o apoyo internacional.

Coinciden los diferentes autores en que el desastre se materializa ante dos situaciones determinantes que son la amenaza y la vulnerabilidad, sin embargo en la definición del Banco Interamericano de Desarrollo (2003), profundiza al señalar la vulnerabilidad en torno a la población, por tanto los efectos están asociados a condiciones sociales tales como salud, la economía, la estructura social en lo colectivo y lo individual, pero también resalta las afectaciones al medio ambiente, pero esta última como un componente de la estructura social. Es así, que se puede decir que un evento que se desencadena y donde no esté expuesta una población, es decir no hay vulnerabilidad, entonces no se genera un desastre, por tanto terremotos, inundaciones y otros eventos clasificados como de origen natural también hacen parte del proceso natural de transformación del planeta sin constituirse necesariamente en un desastre.

Los autores coincidimos en señalar que se trata de una situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno natural o antrópico (provocado por el hombre), que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad, institución o sistema afectado, causa alteraciones intensas, interrupción grave en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad, representadas por las pérdidas de vida y salud de la población, destrucción parcial o total de los bienes, servicios y daños severos al ambiente,

requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y población para atender a los afectados y restablecer los umbrales aceptados de normalidad y bienestar.



Figura 2. Riesgos amenaza y vulnerabilidad
Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Riesgo, amenaza y vulnerabilidad.

Un grupo importante de instituciones, (ej. Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas -EIRD, la GIZ) explica el riesgo de desastres por dos factores: la amenaza(= peligro) y la vulnerabilidad.

Riesgo de desastre

En cuanto al concepto de desastre, la EIRD (2009b), lo define como “Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos” (EIRD, 2009).

De manera específica, la EIRD (2009b) señala que el desastre es “el resultado de la combinación de la exposición a una amenaza, las condiciones de vulnerabilidad presentes, y capacidades o medidas insuficientes para reducir o hacer frente a las posibles consecuencias negativas” (EIRD, 2009b).

En este contexto Lavell (s/f) señala que los desastres son riesgos no manejados, por lo que constituyen una condición latente. De manera particular, Lavell (s/f) define al riesgo de desastre como “...un contexto o entorno social cuyas características y condicionantes anuncian o presagian daños y pérdidas en el futuro, cuya magnitud, intensidad e impacto serían de un nivel tal que interrumpen el funcionamiento rutinario o normal de la sociedad afectada como un todo y pongan en peligro la sobrevivencia de la unidad afectada, requiriendo apoyo y ayuda externa para su recuperación y reconstrucción”.

El riesgo se define, en otras palabras, como “la probabilidad de daños o pérdidas ocasionados en vidas humanas (muertos, heridos), medios económicos (propiedades, actividad económica) y el ambiente, como resultado de la interacción entre amenazas de origen natural, socionatural o antropogénico y condiciones de vulnerabilidad (EIRD, 2006).

El riesgo depende entonces, por un lado, de la intensidad o magnitud de la ocurrencia de las amenazas y, por otro lado, de las condiciones de vulnerabilidad existentes en la población.

De este modo, en la medida en que existen mayores amenazas y/o mayores condiciones de vulnerabilidad, el riesgo de desastre será mayor. En sentido inverso, para reducir el riesgo de desastres, se requiere reducir la presencia de las amenazas y/o condiciones de vulnerabilidad. A través del conocimiento de las amenazas y las condiciones de vulnerabilidad, el riesgo de desastre incluso puede ser anticipado, es decir, la sociedad puede intervenir para evitar o reducirlo.

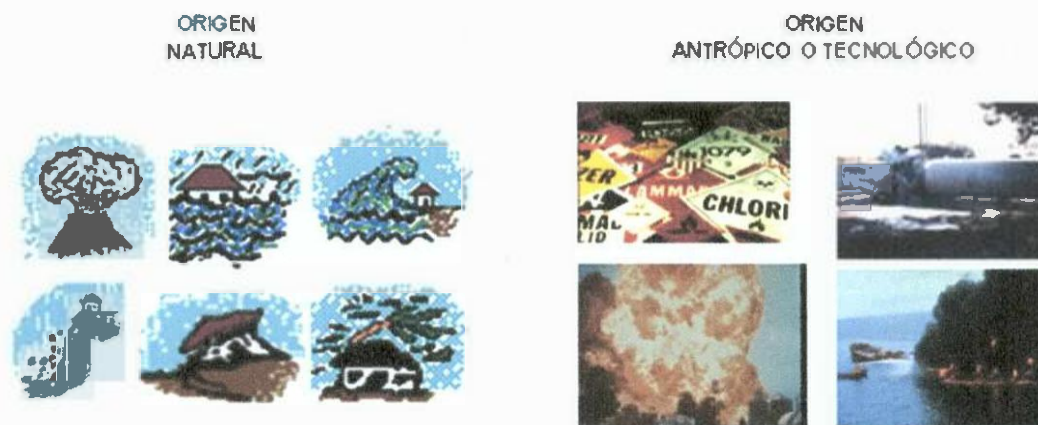


Figura 3. Origen de desastres: natural y antrópico o tecnológico.

Fuente: Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas.

Amenaza/ peligro

De acuerdo con EIRD (2009b), las amenazas se definen como “Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de

medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”.

En esta línea, la EIRD (2009b) y Lavell (s/f) clasifican a las amenazas en tres tipos:

- a. de origen natural, asociadas a la dinámica geológica, geomorfológica, atmosférica, hidrometeorológica, oceanográfica, entre otras;
- b. socionaturales, que se generan como resultado de la interrelación de las prácticas sociales en un ambiente natural,
- c. antropogénicas/ tecnológicas, que son producto directo y unilateral de la actividad humana.

El Instituto Nacional de Defensa Civil peruano - INDECI clasifica el peligro según su origen - natural o generados por la acción del hombre- en los siguientes cinco tipos (INDECI, 2005):

- De geodinámica interna: procesos dinámicos en el interior de la tierra como la actividad volcánica, sismos, maremotos (tsunamis).
- De geodinámica externa: procesos dinámicos en la superficie de la tierra como aludes, aluviones, avalanchas, colapso de viviendas, derrumbes, deslizamientos, huaycos, etc.
- Meteorológicos o hidrológicos, como las lluvias, granizadas, nevadas, heladas, inundaciones, maretazos, la sequía, tormentas eléctricas, vendavales, cambios climáticos (como p. ej. el Fenómeno El Niño)
- Biológicos, como plagas, epidemias, etc.
- Tecnológicos, tales como incendios –forestales, industriales y urbanos-, explosiones, derrames de sustancias nocivas, atentados (terrorismo), guerras y la contaminación ambiental tanto del agua, del aire y del suelo.

Vulnerabilidad

Tal como señalado líneas arriba, la determinación del riesgo de desastre requiere de la conjunción de amenazas y vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es el resultado de procesos de desarrollo no sostenibles. Es una condición social, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización social, educación, en sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de localización en el territorio, en el manejo del

ambiente, en las características y capacidades propias de recuperarse y de su adecuación al medio y a los peligros que este mismo presenta (MEF-DGPM, 2006).

A diferencia de la amenaza, el factor de vulnerabilidad es controlable, es decir que es posible realizar acciones concretas para contribuir a la reducción del riesgo de desastres. No obstante, justo es en el análisis de vulnerabilidad donde existen mayores dificultades para homogenizar el concepto.

Según la EIRD (2006), la vulnerabilidad se define como “las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales, que incrementan la susceptibilidad (de pérdidas) de una comunidad o sociedad frente a los peligros”. Otra manera de entender la vulnerabilidad es como una “situación de incapacidad de una unidad social para anticiparse, resistir y recuperarse de los efectos adversos de un peligro”.

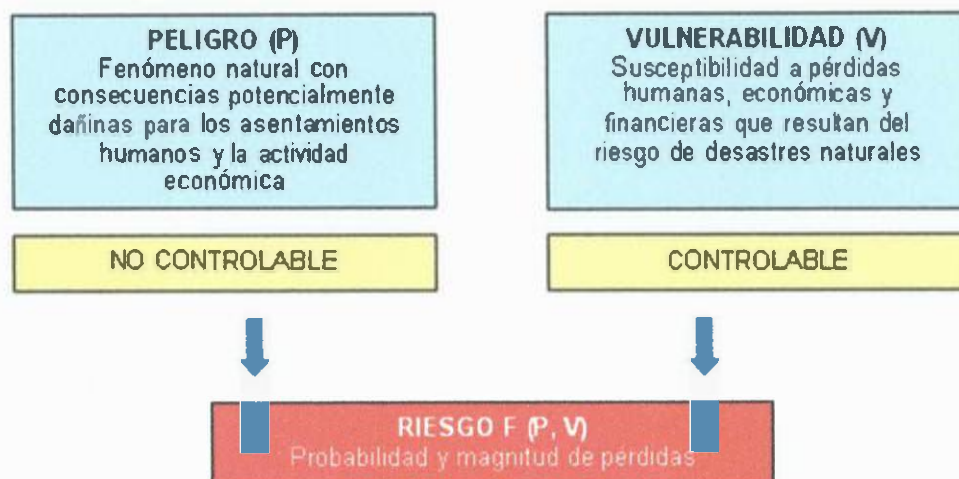


Figura 4. Peligro y Vulnerabilidad de desastres.

Fuente: Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas.

El enfoque de la gestión del riesgo de desastres

El enfoque de la gestión del riesgo es relativamente joven. Hasta fines del siglo XX el concepto que dominaba en los campos del pensamiento y de la acción en las políticas públicas y de los planificadores del desarrollo, era el de desastres. El desastre era percibido como inevitable y natural, ante el cual solo es posible anticiparse, preparándose para enfrentarlo y mitigarlo (= reducir los efectos de un desastre), antes, durante y después. En otras palabras: se gestionaba el desastre.

En la década de los 90 se comenzó a cuestionar el enfoque de gestión de desastres por colocar al fenómeno natural peligroso como factor causal del desastre y sin considerar los procesos sociales, económicos y ambientales que llevan a su desencadenamiento. Aparecen los conceptos de vulnerabilidad e imprevisión humana en la explicación de la generación del desastre. Se constató que la gestión del desastre conduce a la reconstrucción de las condiciones de vulnerabilidad existentes al ocurrir el desastre. (GIZ, 2011).

Estas reflexiones y lecciones llevaron a un acercamiento al concepto del riesgo y la gestión del riesgo. A nivel internacional se establecen en el Marco de Acción de Hyogo – MAH (2005) los lineamientos para la búsqueda de ciudades menos vulnerables (ver también cap. 3.2). En este contexto, se define la gestión del riesgo¹⁰, como “El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales.....es decir....abarca la evaluación y análisis del riesgo, al igual que la ejecución de estrategias y acciones.

específicas para controlar, reducir y transferir el riesgo” (EIRD, 2009b). De manera específica la “gestión del riesgo de desastres”, es definida por la EIRD (2009b) como “el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre.

Esta definición contiene dos ideas fundamentales: por un lado, la gestión como proceso y por el otro, la gestión para reducir vulnerabilidad y para evitar la generación de nuevas. Toma como base la noción social del riesgo, que requiere del análisis de las causas y consecuencias de los desastres, con el fin de promover acciones que repercutan en los procesos sociales, de tal manera que la gestión del riesgo se incluya como parte de la planificación del desarrollo (Lavell, s/f).

Al respecto, existen tres tipos de acciones dentro de la gestión del riesgo. También son llamados los componentes de la gestión del riesgo:

- a. **Gestión correctiva del riesgo:** Se trata de actuar sobre el riesgo ya existente, que puede afectar a la población y sus medios de vida (incluida la infraestructura). La idea de las intervenciones es reducir o mitigar los distintos niveles de riesgo existentes (EIRD, 2009b; Lavell, 2008). Este tipo de intervenciones se manifiestan en la búsqueda de soluciones para las manifestaciones externas de los desastres: ubicaciones inseguras, zonas de pendientes inseguras por deforestación, edificios inseguros, desconocimiento de las características del entorno, entre otros. Para solucionar estos problemas se utilizan medidas estructurales como reubicación de viviendas, la reconstrucción o adaptación de edificaciones vulnerables, recuperación del medio ambiente degradado, la construcción de diques, la limpieza de canales y la provisión de planes de emergencia. No obstante, aunque se disminuye el riesgo, este tipo de intervenciones no dan solución a las causas originales del problema. Debe mencionarse que la provisión de planes de emergencia a veces también es incluida en lo que se denomina la gestión de emergencias (gestión reactiva, gestión para la respuesta ante desastres), que es un tercer tipo de intervención.
- b. **Gestión prospectiva del riesgo:** Se trata de incorporar los factores para reducir el riesgo en la planificación del desarrollo (lo cual se traduce en proyectos). La idea es anticiparse al riesgo futuro (Lavell, 2008). Según la EIRD (2009b), la gestión prospectiva puede entenderse como: las “actividades de gestión que abordan y buscan evitar el aumento o el desarrollo de nuevos riesgos de desastres”. En el caso de la gestión prospectiva del riesgo, sus efectos no se pueden medir de manera directa en términos de la reducción “real” o concreta del riesgo, sino más bien como los riesgos evitados (que en términos de proyectos se puede traducir como la medición de los “costos evitados”).

Condiciones básicas para controlar y evitar el riesgo futuro son la voluntad política, un alto nivel de conciencia y de compromiso de todos los actores sociales. El problema de las acciones “prospectivas” sin embargo es que tienen menor impacto de corto plazo y por tanto, son menos utilizadas por los decisores de política l.

Existe una serie de mecanismos para ejercer control sobre el riesgo futuro que involucra el desarrollo de políticas, herramientas y capacidades en la sociedad civil.

A continuación se mencionan algunos: (MEF-DGPM, 2006)

- Introducción de normatividad que garantice que en todo proyecto de inversión se analicen sus implicaciones en términos de riesgos nuevos.
- Creación de normatividad sobre el uso del suelo urbano y rural que garantice la seguridad de las inversiones y las personas. Son claves los planes de ordenamiento territorial.
- Búsqueda de usos productivos alternativos para terrenos peligrosos.
- Impulso a la normativa sobre el uso de materiales y métodos de construcción que sean accesibles para la población de bajos recursos y seguros.
- Fortalecimiento de los gobiernos locales en el análisis de condiciones de vulnerabilidad e implementación de soluciones viables.
- Procesos continuos de capacitación de sectores de la población que inciden en la creación del riesgo y en la sensibilización sobre los mismos: pobladores, municipios, sector privado, educadores, prensa, instituciones del gobierno, ONG, organismos de cooperación internacional, etc.
- Instrumentación de esquemas de uso de los ecosistemas y recursos naturales, que garanticen la productividad y la generación de ingresos en condiciones de sostenibilidad ambiental.
- Reforma de currículos escolares y universitarios para que consideren de forma holística la problemática del riesgo en la sociedad, sus causas y posibles mecanismos de control, y no solamente cómo prepararse y responder en casos de desastre.
- Fomento de una cultura global de seguridad o de gestión continua de riesgo que promueva “ascensores” entre las iniciativas y necesidades sentidas a nivel local y los formuladores de políticas en el nivel regional y nacional.

Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) desde sus inicios se ha dedicado a la imitación de los procesos mentales que involucran la inteligencia humana como la habilidad de percibir y adaptarse al entorno, tomar decisiones o realizar acciones de control, teniendo la capacidad de crecer y evolucionar. La ciencia y la tecnología se han enfrentado a retos como el descubrimiento y la implementación de mejores y más sofisticadas soluciones en el ámbito computacional, debido a que su desarrollo y evolución están estrechamente ligados al avance tecnológico. En respuesta a la creciente demanda de la sociedad y la industria, la IA ofrece aspectos interesantes pues provee estrategias que permiten realizar de forma automática algunas de las tareas realizadas por los humanos. Así pues como resultado de esfuerzos multidisciplinarios ha resultado el estudio y desarrollo de sistemas inteligentes, que a su vez han colaborado con el tratamiento de la información.

Sistema Experto

La definición más universal es la aportada por Forsyth (1986) la cual, dice que: “Un Sistema Experto (SE) es un programa de computadora que reemplaza a un experto humano”, esta definición está basada en la prueba de existencia de IA planteada por Alan Turing y que particularizada para los SE queda como sigue: “Si la ejecución de un conjunto de programas de computadora puede convencernos de que su comportamiento es el que tendría un experto humano, entonces ese conjunto de programas es un verdadero SE” (Sánchez Beltrán, 1990).

El precursor en el conocimiento y tecnología de los SE es el investigador y profesor, el Dr. Edward Feigenbaum quien los define como: “un programa de computadora inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su solución” (Castillo & Álvarez, 1989).

Entonces, podemos unificar estas definiciones y determinar que un Sistema Experto es un sistema informático de hardware y/o software que se asemeja a los expertos humanos en la resolución de problemas que requieren la aplicación de la inteligencia humana en un dominio específico, se puede pensar en un SE como un consultor que suministra ayuda a los usuarios con un grado razonable de fiabilidad.

Los SE son un campo de estudio de la IA, y desde este punto de vista, estudian el procesamiento de la información en la mente humana, es decir, cómo se lleva a cabo el proceso de pensar en el cerebro, principalmente cuando se trata de la resolución de problemas en un dominio específico mediante la aplicación del conocimiento de un experto humano. Es importante establecer la diferencia entre un SE y un sistema clásico, dada la existencia de diferencias evidentes, por ejemplo: un SE tendrá una Base de hechos en lugar de datos, las reglas de producción de una Base de conocimiento sustituyen al algoritmo de un sistema clásico y el Motor de inferencia funciona de manera análoga al control que es el programa del sistema clásico (Giarratano & Riley, 2001).

Características de los sistemas expertos.

- Los SE son sistemas capaces de realizar una tarea específica de forma semejante a los seres humanos especialistas en cierta área del conocimiento, por lo que poseen características únicas fundamentales.
- Solución de problemas con datos incompletos. Esta característica es importante porque la información completa y exacta de un problema rara vez está disponible. Los SE pueden trabajar con datos inciertos e incompletos.
- Alto desempeño. El sistema debe tener la capacidad de resolver un problema de manera muy similar a la de un experto humano en un dominio específico. Esto significa que la calidad de la respuesta dada por el SE debe ser muy buena.
- Consistencia en las respuestas (confiabilidad). El conocimiento de varios expertos humanos puede combinarse, lo que da lugar a SE que proporcionen repuestas más confiables y constantes, debido a que muchas veces los expertos humanos dan soluciones diferentes al mismo problema o bien respuestas diferentes en distintas ocasiones.

- Tiempo de respuesta adecuado. El sistema debe actuar en un tiempo razonable, comparado con el tiempo requerido por un especialista para resolver un problema. Los SE suministran respuestas rápidas y confiables en situaciones en las que los expertos humanos no pueden o la solución dada por ellos no es confiable, debido a que la complejidad del problema impide al experto humano resolverlo.
- Explicación de la solución (comprensible). Esta característica es clave por la facultad que poseen los SE para poder explicar cómo es que se llegó a una conclusión, que decisiones se tomaron y porque lo hicieron, ofreciendo una explicación de los pasos de su razonamiento durante la ejecución, de tal forma que sea entendible y permite al experto humano corregir, enriquecer y validar el sistema.
- Fácil modificación (flexibilidad). Debido a la gran cantidad de conocimiento que un SE puede tener, es importante contar con un mecanismo eficiente, para añadir, modificar y eliminar conocimiento. Un SE hace posible que el conocimiento y el Motor de inferencia se encuentren separados facilitando así la modificación del conocimiento.
- Los elementos de la Base de conocimiento son independientes, entre sí, esta es una propiedad esencial de modularidad del conocimiento.
- El orden en el que se introducen los elementos en el sistema no tiene influencia en los resultados.

La modificación de algún elemento del sistema, no tiene consecuencias fatales en el desarrollo del programa, sólo cambian las conclusiones de los razonamientos en las que el elemento interviene.

- Capacidad de inferencia deductiva (aprendizaje). Una de las características principales de un SE es la capacidad de aprendizaje, éste puede ser estructural o paramétrico. El primero se obtiene mediante la adición de reglas en la Base de conocimiento. El segundo se refiere a la estimación de frecuencias o probabilidades relacionadas obtenidas de los datos disponibles. Los SE con capacidad de inferencia deductiva pueden ser capaces de recuperar la información almacenada y hacer deducciones que produzcan nuevo conocimiento.
- Replicación. Los SE reproducen el conocimiento y heurística de los expertos humanos. Esto permite que se pueda copiar y distribuir la experiencia (partir de los

datos introducidos por los expertos y los no expertos) tanto como se necesite y a un costo razonable.

- Escaso sentido común. En un SE es difícil representar el sentido común de un humano, no comprende realmente los efectos y las causas de un problema, no sabe cuáles son los efectos de tomar una decisión, sólo sabe la secuencia de inferencias.
- Dominio limitado. El dominio de aplicación y el conocimiento de los SE, es limitado.
- Conocimiento heurístico. El conocimiento contenido en él es heurístico, lo cual, le permite encontrar la mejor solución.

Es importante mencionar que no todos los SE poseen todas las características anteriormente mencionadas. Sin embargo, es significativo nombrarlas, para asentar la generalidad de los SE.

Ventajas de los SE

Las ganancias en tiempo y precisión resultantes del uso de los SE son muy altas por lo que existen varias razones para utilizarlos como alternativa a un programa tradicional, las más importantes son:

- Preservación de la experiencia. El conocimiento de los expertos humanos de los SE, se preserva para la posteridad, consiguiendo con ello la supervivencia del conocimiento en el caso de que éstos mueran.
- Acceso al conocimiento. Con ayuda de un SE, personas con poca experiencia pueden resolver problemas que requieren del conocimiento especializado de un humano por lo que se incrementa el número de personas que tienen acceso al conocimiento especializado. El conocimiento almacenado puede ser usado por los expertos pero también por los no expertos.
- Difusión del conocimiento. Multiplicar el número de expertos humanos cuando se da el caso en el que existen pocos, los SE exponen el conocimiento para que otros puedan aprender de ellos.

- Concentración de conocimiento. Los SE permiten representar el conocimiento de varios expertos humanos, así como, intercambiar datos y juicios de ellos, promoviendo la formación de nuevas ideas y reglas en el dominio del conocimiento.
- Respuesta rápida. Los SE pueden responder a preguntas y resolver problemas mucho más rápidamente que un experto humano. Por ello, los sistemas son muy valiosos en casos en los que el tiempo de respuesta es crítico. Los SE suministran respuestas rápidas y fiables en situaciones en las que los expertos humanos no pueden, debido a la capacidad de las computadoras para procesar un elevadísimo número de operaciones complejas de forma rápida y aproximada.
- Disponibilidad permanente. Los SE están disponibles las 24 horas del día.
- Solución a problemas con datos incompletos. Debido a la naturaleza heurística de los SE, son capaces de resolver problemas con datos incompletos o inciertos

Metodología Grover

La metodología de Grover (1983) propone tres fases para el desarrollo del proceso de adquisición del conocimiento, cada una acompañada de una documentación detallada que reemplazan parcialmente al experto y sirven como medio de documentación y referencia para usuarios y diseñadores (Ramón García Martínez, Bibiana D. Rossi, Paola Britos, 2001).

Las tres fases que propone la metodología Grover son:

- Definición del dominio,
- Formulación del conocimiento fundamental y
- Consolidación del conocimiento basal.

Metodología IDEAL.

La metodología IDEAL, según Castillo (2009), fue desarrollada en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. Consiste en conseguir desde etapas muy iniciales del desarrollo prototipos que indiquen cómo debe funcionar el sistema experto final. El objetivo de esta metodología es conseguir un proceso de mejora gradual en base al conocimiento del experto (Bibiana D. Rossi, 2001) y consta de las siguientes fases:

- FASE I: Identificación de la tarea.
- FASE II: Desarrollo de los prototipos.

- FASE III: Ejecución de la construcción del sistema integrado.
- FASE IV: Actuación para conseguir el mantenimiento perfecto.
- FASE V: Lograr una adecuada transferencia tecnológica.

Programación extrema

Programación extrema de ahora en adelante XP, es una metodología de desarrollo de software ágil, que considera a las personas como un factor decisivo para lograr el éxito de un proyecto. Por ser un proceso ágil tiene como principal característica su adaptación a entornos cambiantes. Esto es posible porque el proceso está diseñado para adaptarse en forma inmediata a los cambios, con bajos costos asociados en cualquier etapa del ciclo de vida. Está diseñada para trabajar en pequeños o medianos equipos de hasta 12 integrantes. Esto fomenta la comunicación e interacción entre sus integrantes, logrando el trabajo en equipo. De esta forma, es posible reducir el costo de transferir información entre los mismos, al tener a todo el equipo compartiendo un mismo lugar de trabajo. El cliente cumple un rol fundamental en XP, dirigiendo el proyecto a lo largo del mismo. Este es quién fija las prioridades, y los programadores desarrollan lo que es necesario para ese momento en particular. En pequeñas iteraciones el sistema va creciendo según los requerimientos solicitados por el cliente, el cual puede observar el avance del proyecto en todo momento (Beck, 2000).

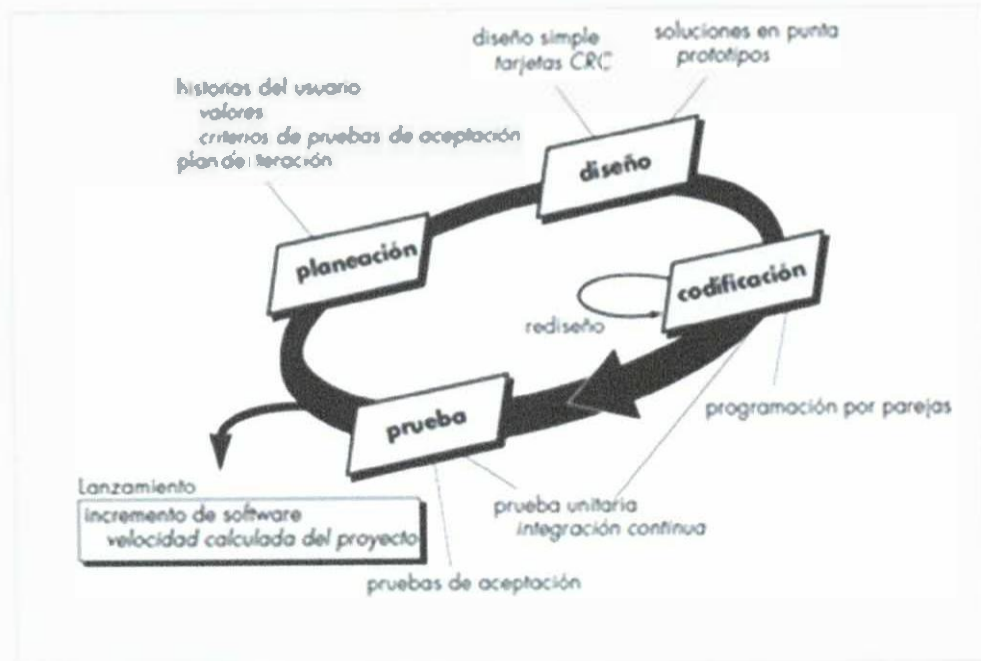


Figura 5. Ciclo de vida de la Programación extrema.

Fuente: <http://oness.sourceforge.net/proyecto/html/index.html>, ONess,

La metodología XP está compuesta por las siguientes fases:

a. Fase 1: Planificación del proyecto

Historias de usuario:

El primer paso de cualquier proyecto que siga la metodología X.P es definir las historias de usuario con el cliente. Las historias de usuario tienen la misma finalidad que los casos de uso pero con algunas diferencias: Constan de 3 ó 4 líneas escritas por el cliente en un lenguaje no técnico sin hacer mucho hincapié en los detalles; no se debe hablar ni de posibles algoritmos para su implementación ni de diseños de base de datos adecuados, etc. Son usadas para estimar tiempos de desarrollo de la parte de la aplicación que describen. También se utilizan en la fase de pruebas, para verificar si el programa cumple con lo que especifica la historia de usuario. Cuando llega la hora de implementar una historia de usuario, el cliente y los desarrolladores se reúnen para concretar y detallar lo que tiene que hacer dicha historia. El tiempo de desarrollo ideal para una historia de usuario es entre 1 y 3 semanas.

La Velocidad del Proyecto: es una medida que representa la rapidez con la que se desarrolla el proyecto; estimarla es muy sencillo, basta con contar el número de historias de usuario que se pueden implementar en una iteración; de esta forma, se sabrá el cupo de historias que se pueden desarrollar en las distintas iteraciones. Usando la velocidad del proyecto controlaremos que todas las tareas se puedan desarrollar en el tiempo del que dispone la iteración. Programación en Parejas: La metodología X.P. aconseja la programación en parejas pues incrementa la productividad y la calidad del software desarrollado. El trabajo en pareja involucra a dos programadores trabajando en el mismo equipo; mientras uno codifica haciendo hincapié en la calidad de la función o método que está implementando, el otro analiza si ese método o función es adecuado y está bien diseñado. De esta forma se consigue un código y diseño con gran calidad.

b. Fase 2: Diseño.

Diseños Simples: La metodología X.P sugiere que hay que conseguir diseños simples y sencillos. Hay que procurar hacerlo todo lo menos complicado posible para conseguir un diseño fácilmente entendible y fácil de implementar, que a la larga costará menos tiempo y esfuerzo desarrollar.

Glosarios de Términos: Usar glosarios de términos y una correcta especificación de los nombres de métodos y clases ayudará a comprender el diseño y facilitará sus posteriores ampliaciones y la reutilización del código.

Riesgos: Si surgen problemas potenciales durante el diseño, X.P sugiere utilizar una pareja de desarrolladores para que investiguen y reduzcan al máximo el riesgo que supone ese problema.

Funcionabilidad extra: Nunca se debe añadir funcionalidad extra al programa aunque se piense que en un futuro será utilizada. Sólo el 10% de la misma es utilizada, lo que implica que el desarrollo de funcionalidad extra es un desperdicio de tiempo y recursos.

Refactorizar: La actividad de refactorizar es mejorar y modificar la estructura y codificación de códigos ya creados sin alterar su funcionalidad. Refactorizar supone revisar de nuevo estos códigos para procurar optimizar su funcionamiento. Es muy común rehusar códigos ya creados que contienen funcionalidades que no serán usadas y diseños obsoletos.

c. Fase 3: Codificación.

El cliente es una parte más del equipo de desarrollo; su presencia es indispensable en las distintas fases de X.P. A la hora de codificar una historia de usuario su presencia es aún más necesaria. No olvidemos que los clientes son los que crean las historias de usuario y negocian los tiempos en los que serán implementadas. Antes del desarrollo de cada historia de usuario el cliente debe especificar detalladamente lo que ésta hará y también tendrá que estar presente cuando se realicen los test que verifiquen que la historia implementada cumple la funcionalidad especificada. La codificación debe hacerse atendiendo a estándares de codificación ya creados. Programar bajo estándares mantiene el código consistente y facilita su comprensión y escalabilidad.

d. Fase 4: Pruebas.

Uno de los pilares de la metodología X.P es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que vayamos implementando. El uso de los test en X.P es el siguiente:

- Se deben crear las aplicaciones que realizarán los test con un entorno de desarrollo específico para test.
- Hay que someter a pruebas las distintas clases del sistema omitiendo los métodos más triviales.
- Se deben crear los test que pasarán los códigos antes de implementarlos; en el

apartado anterior se explicó la importancia de crear antes los test que el código.

Un punto importante es crear test que no tengan ninguna dependencia del código que en un futuro evaluará. Como se comentó anteriormente los distintos test se deben subir al repositorio de código acompañados del código que verifican.

Test de aceptación. Los test mencionados anteriormente sirven para evaluar las distintas tareas en las que ha sido dividida una historia de usuario. Al ser las distintas funcionalidades de nuestra aplicación no demasiado extensas, no se harán test que analicen partes de las mismas, sino que las pruebas se realizarán para las funcionalidades generales que debe cumplir el programa especificado en la descripción de requisitos.

En el presente trabajo de investigación se plantea la hipótesis de carácter descriptivo si mediante el desarrollo de un sistema experto de alertas tempranas es posible evitar la pérdida de vidas humanas por desastres naturales en la Provincia del Santa - Ancash.

El objetivo general de la presente investigación es:

Desarrollar un sistema experto de alertas tempranas ante desastres naturales en la Provincia del Santa – Ancash.

Para tal fin se consideró los objetivos específicos:

- a) Realizar un estudio de los diferentes desastres naturales presentados en la provincia del Santa para determinar los puntos de riesgos.
- b) Determinar los requerimientos y la tecnología a utilizar para el desarrollo del sistema experto de alertas tempranas.
- c) Construir un sistema experto de alertas tempranas haciendo uso de las metodologías Grover, IDEAL y XP para prevenir los desastres naturales.

Metodología de Trabajo

El presente proyecto en cuanto a los objetivos planteados, se trata de una investigación tecnológica porque busca desarrollar un diseño de un producto software que permita alertar de forma anticipada a la población sobre la posibilidad de un desastre natural, todo ello haciendo uso de las técnicas de los sistemas expertos.

El diseño de la Investigación corresponde al no experimental, transaccional porque recopilaremos información de los expertos en desastres naturales de la Provincia del Santa. Ancash.

Los métodos y técnicas utilizados fueron los que a continuación se detallan:

✓ **Técnica documental:**

Se analizaron los documentos emitidos por los diferentes órganos de gobierno referidos a la prevención de desastres; así como normatividades vigentes al respecto.

✓ **La entrevista:**

Instrumento que permitió complementar la recolección de información que no estuvo contemplada en los cuestionarios y permitió hacer partícipe a las autoridades y gobernantes como principal fuente de información de la presente investigación al estar haciendo uso de sus funciones como representantes de defensa civil.

La información recolectada ha sido debidamente seleccionada y tratada en función de los pasos de la metodología de diseño utilizada tal y como es el caso de las fases de identificación de la tarea y que han servido para la fase 2, desarrollo de los prototipos.

Resultados

De los estudios realizados de los desastres. Se analizó las investigaciones de Chuquisengo (2007) y el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (2010), refieren a las centenas de hectáreas de cultivo que fueron arrasadas por el agua en los valle del santa, donde las inundaciones son frecuentes en los diferentes valles de la provincia del santa y su impacto tiende a ser mayor porque ocupan los cauces y zonas más bajas Asimismo el desvío del

río Lacramarca ha devenido en un problema mayor para la ciudad de Chimbote, debido a la probabilidad de inundación de las zonas centrales y la ubicación de la actual zona de desembocadura en zonas pantanosas de muy fácil saturación. Muchas filtraciones originadas en los canales de riego han producido deslizamientos de tierras y asentamientos que han estrechado los cauces de las quebradas y, por lo tanto, han aumentado la posibilidad de inundaciones ante las fuertes precipitaciones pluviales.

En las quebradas de los ríos no solo discurre agua, sino también material sólido, troncos, etc., lo cual obstruye el cauce de las quebradas y origina inundaciones en ciertos sectores de determinadas localidades. La misma morfología de las ciudades de la provincia del Santa: Chimbote, Nepeña, Santa y Moro, son propicia para la ocurrencia de inundaciones. Por un lado, teniendo en cuenta que las ciudades están ubicadas sobre un plano inclinado de pendiente moderada de este a oeste, la cual se encuentra al pie de colinas con fuertes pendientes, y por otro lado, en terrenos cercanos a los conos de deyección que desembocan al mar. Por lo consiguiente Al peligro, vulnerabilidad y riesgos de la provincia del santa presenta cuatro zonas como las más vulnerables: las riveras del rio santa, del rio Lacramarca, rio Nepeña y el reservorio del cerro campana abastecida por el rio Nepeña.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías, en la construcción del sistema experto:

FASE I: Planeación

a. Conformación del Equipo de Trabajo

Tabla 1 –Conformación del Equipo de Trabajo

Manager	Ing. Wilmer Carrasco Alvarado
Tracker	Ing. Jorge Arroyo Tirado

Tester	Est. Manuel Valle Vargas
Programador	Ing. Oscar Ascón Valdivia
Programador	Ing. Heber Gomez Hurtado
Consultor	Ing. Heber Gomez Hurtado
Coach	Ing. Heber Gómez Hurtado
Cliente	Sr. Marco Cerna Vasquez

Fuente: Elaboración propia

b. Historias de Usuario

Tabla 2 – Historia de Usuario – Registro de usuarios

Número: 1	Usuario: Registrador
Nombre Historia: Registro de usuarios	
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 3	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ascón Valdivia Osear 	
Descripción:	
Se registrarán los usuarios ingresando sus datos (nombres, apellido paterno, apellido materno, tipo de documento, número de documento, sexo, fecha de nacimiento, dirección, teléfono, correo y respectiva función encargada en su área).	
Observaciones:	
Para que el Usuario pueda ingresar un registro satisfactorio tendrán que tener todos los datos llenados sin obviar ningún espacio en blanco.	
Tendrá que ingresar datos reales y acordes al llenado del registro.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 – Historia de Usuario – Registro de Sensor de medida

Número: 2	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Registro de Sensor de Medida	
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 7	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable:	
<ul style="list-style-type: none"> • Gómez Hurtado Heber 	
Descripción:	

El administrador hará el llenado de los siguientes parámetros (el nombre del instrumento, el modelo del instrumento, la serie del instrumento, la fecha de ingreso, la ubicación en donde se encuentra el instrumento).

Observaciones:

Para que el administrador pueda ingresar un registro satisfactorio tendrán que tener todos los datos llenados sin obviar ningún espacio en blanco.

Tendrá que ingresar datos reales y acordes al llenado del registro.

Es necesario ingresar una fecha de inspección válida.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 – Historia de Usuario – Registro de Medidas

Número: 3	Usuario: Registrador
Nombre Historia: Evaluación de medidas tomadas por los instrumentos	
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 4	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: <ul style="list-style-type: none">• Ascón Valdivia Osear	
Descripción: El registrador ingresa (las medidas con sus respectivas unidades medidas por los instrumentos de medición, la fecha de la evaluación y la hora que se ha hecho la evaluación).	
Observaciones: Para que el registrador pueda ingresar un registro satisfactorio tendrán que tener todos los datos llenados sin obviar ningún espacio en blanco. Tendrá que ingresar datos reales y acordes al llenado del registro. Es necesario ingresar una fecha de evaluación y hora válida y las medidas con sus unidades válidas. De acuerdo a las medidas tomadas se determinara el tipo de alerta dada.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 – Historia de Usuario – Registro de zonas seguras

Número: 4	Usuario: Registrador
Nombre Historia: Registro de Zonas	
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 2	Iteración Asignada: 1

Programador Responsable:

- Ascón Valdivia Oscar
-

Descripción:

El registrador ara el llenado de los siguientes parámetros (La zona y dirección de evacuación, el número de aforo del lugar).

Observaciones:

Para que el registrador pueda ingresar un registro satisfactorio tendrán que tener todos los datos llenados sin obviar ningún espacio en blanco.

Tendrá que ingresar datos reales y acordes al llenado del registro.

Es necesario ingresar una cantidad valida de aforo del lugar.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 – Historia de Usuario – Registro de Centro de operaciones

Número: 5	Usuario: Registrador
Nombre Historia: Registro Centro de Operaciones	
Prioridad en Negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 2	Iteración Asignada: 1

Programador Responsable:

- Gómez Hurtado Heber

Descripción:

El registrador ara el llenado de los siguientes parámetros (nombre del centro de operaciones, dirección del centro de operaciones y teléfono).

Observaciones:

Para que el registrador pueda ingresar un registro satisfactorio tendrán que tener todos los datos llenados sin obviar ningún espacio en blanco.

Tendrá que ingresar datos reales y acordes al llenado del registro.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 – Historia de Usuario – Enviar difusión de alerta

Número: 6	Usuario: Sistema
Nombre Historia: Enviar Difusión de Alerta vía Email	
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 5	Iteración Asignada: 1

Programador Responsable:

- Gómez Hurtado Heber
-

Descripción:

El sistema tendrá que hacer una abstracción de la importación de los datos de los usuarios siempre y cuando la evaluación arroje la etapa superada de riesgo y así podrá hacer la emisión de los correos de alerta.

Se emitirá las direcciones y teléfonos de zonas las seguras, donde podrán dirigirse las personas.

Observaciones:

Sólo los usuarios que tengan un correo electrónico válido y activado recibirán los mensajes de difusión, si algún usuario no recibe los mensajes de difusión, compruebe que el correo electrónico sea válido.

Fuente: Elaboración propia

FASE II: Diseño

a. Tarjetas Clase Responsabilidad Colaboración

Tabla 8. Tarjeta CRC – Registro de Usuario

Clase: Usuario	
Responsabilidad:	Colaboración:
Id_usuario	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de usuario.

Usuario
Contraseña
Estado
clave

- ✓ Validar usuario
- ✓ Registrar Usuario
- ✓ Modificar Usuario
- ✓ Eliminar Usuario

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Tarjeta CRC – Registro de Sensor

Clase: Sensor

Responsabilidad:	Colaboración:
Id_sensor	
Marca	
Modelo	
Voltaje	
Corriente	
Estado	
clave	
✓ Registrar sensor	
✓ Modificar sensor	
✓ Eliminar sensor	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Tarjeta CRC –Registro de Centro de Operaciones

Clase: Centro de Operaciones

Responsabilidad:	Colaboración:
Id_centro	
Dirección	
Teléfono	
E-Mail	
Estado	
clave	
✓ Registrar Centro	
✓ Modificar Centro	
✓ Eliminar Centro	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Tarjeta CRC – Registro de Zonas

Clase: Zona

Responsabilidad:	Colaboración:
Id_zona	
Dirección	

Aforo

- ✓ Verificar zona
 - ✓ Registrar Zona
 - ✓ Modificar Zona
 - ✓ Eliminar Zona
-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Tarjeta CRC – Medidas Tomadas

Clase: Medidas Tomadas

Responsabilidad:

Id_medidas

Nivel

Caudal

Probabilidad de desborde

- ✓ Registrar medidas
- ✓ Reporte
- ✓

Colaboración:

Sensor

Zonas

Centro medida

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Tarjeta CRC – Alertas

Clase: Alertas

Responsabilidad:

Id_alerta

Descripción

Tipo

- ✓ Generar alertas
- ✓ Envió de mensajes
- ✓ Disparador de alarmas

Colaboración:

Usuarios

Medidas Tomadas

Fuente: Elaboración propia

b. Modelo de Datos. Nos representa registro de la información de los elementos que intervienen en el problema y sus relaciones.

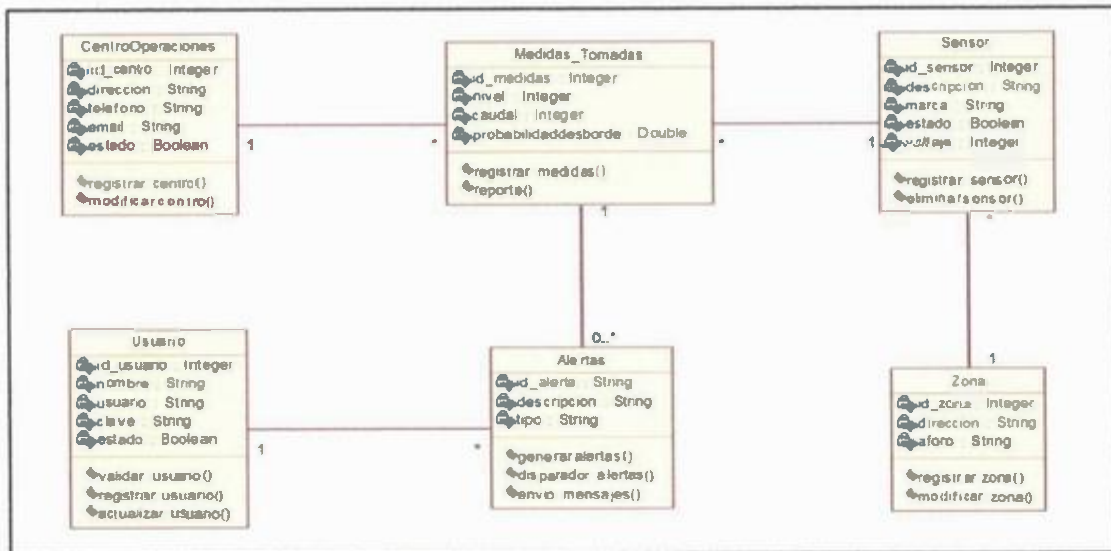


Figura 6. Modelado de datos del Sistema.
Fuente: Elaboración propia

c. Elaboración del Gran Plan

Tabla 14. HU – El juego de la planificación

Nº	HISTORIA DE USUARIO	ESFUERZO (Ptos / Tiempo)	Prioridad	Riesgo	Iteración
01	Registrar Usuario	0.125 (02 Horas 00 minutos)	Media	Media	1º
02	Registrar mapa de zonas	0.9 (09 Horas 00 minutos)	Media	Media	2º
03	Registrar Centro de Operaciones	0.2 (04 Horas 00 minutos)	Media	Media	2º
04	Registrar Sensor	0.125 (02 Horas 00 minutos)	Media	Media	2º
05	Registrar Medidas	0.95 (14 Horas 00 minutos)	Alta	Alta	5º
06	Registrar Alertas	0.05 (07 Horas 00 minutos)	Alta	Alta	5º

Fuente: Elaboración Propia

FASE III: Codificación

a. Implementación Pantalla de Seguridad

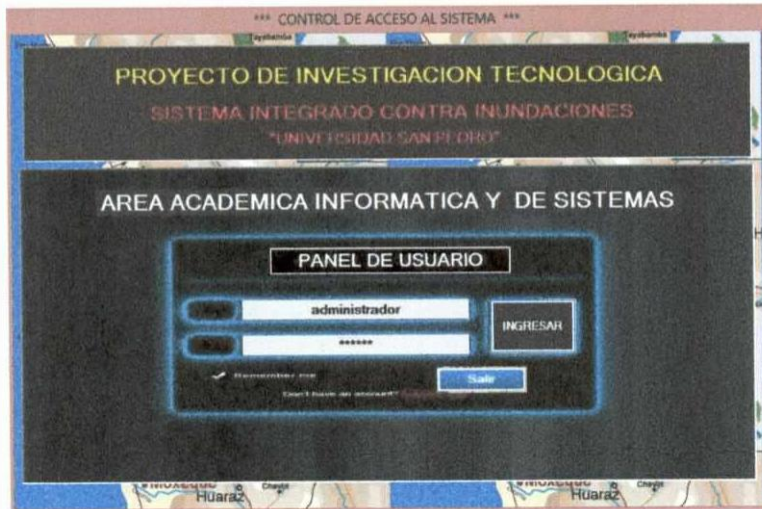


Figura 7: Diseño de interfaz de Cliente 1
Fuente: Elaboración Propia

b. Implementación Pantalla de Monitoreo (Estado normal)

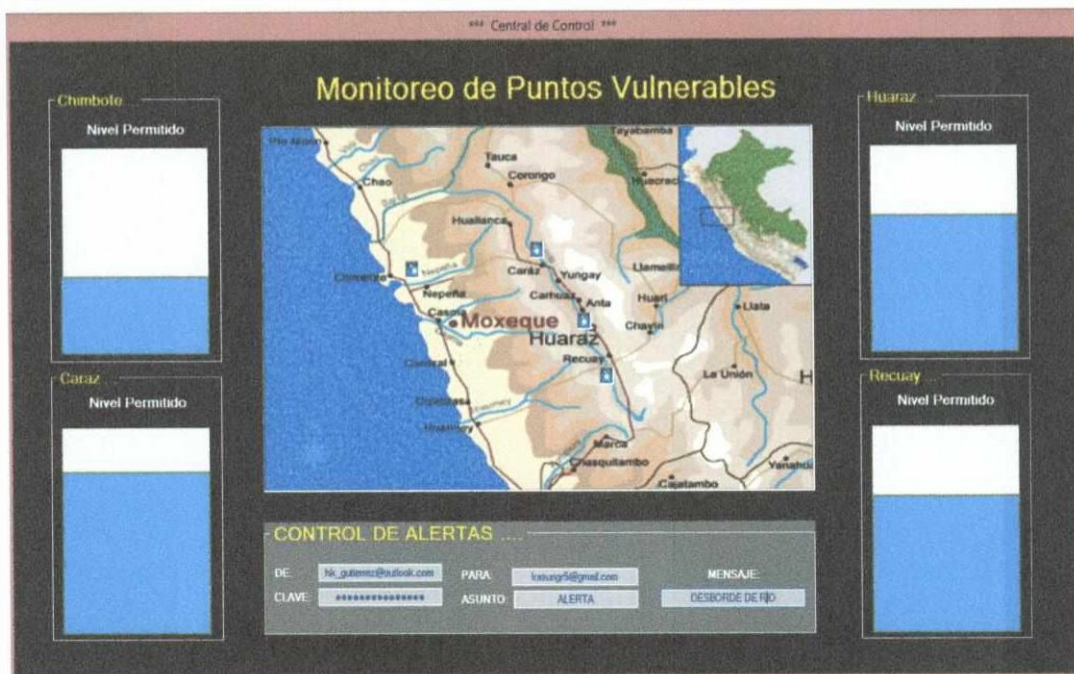


Figura 8. Diseño de interfaz de Cliente 1
Fuente: Elaboración Propia

c. Implementación Pantalla de Monitoreo (Estado alerta)

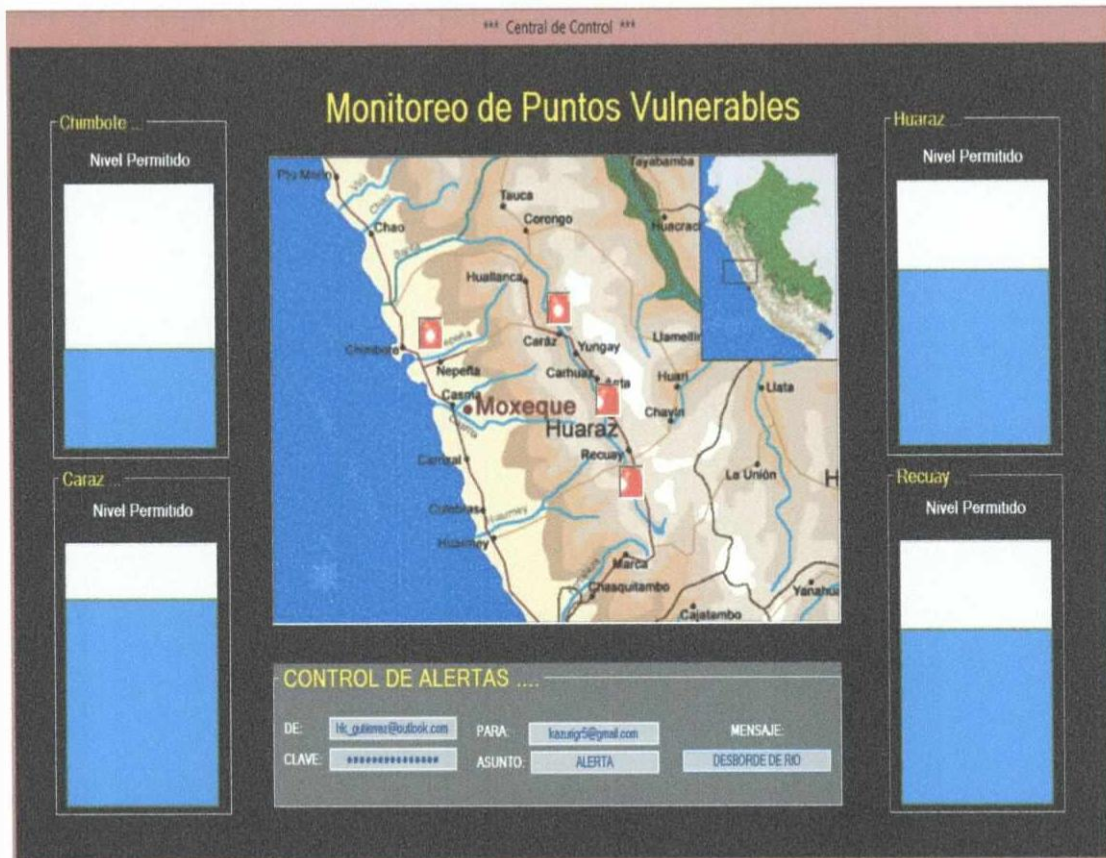


Figura 09. Diseño de interfaz de Contacto de Cliente 2.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis y discusión

Diversos estudios de investigadores en materia de prevención de estos fenómenos de la naturaleza no es ajena al aporte de la informática en plantear soluciones que contribuyan en alertar a través de dispositivos electrónicos administrados por una aplicación informática en poner en alerta y salvaguardar la integridad de la población. En tal sentido de los antecedentes

En el trabajo de Godínez (2011), quien implementó un sistema de alerta temprana ante desborde de ríos utilizando la red GSM, para transmitir datos de medición del nivel del agua de un río, a una persona o una central de monitoreo de alguna entidad ante un inminente peligro de desborde de ríos. Esta implementación guarda relación con la investigación en el sentido que en cada zona de riesgos se han implementado una red de sensores que comunica en tiempo real el nivel y caudal que traen los ríos al central de monitoreo, jefe de defensa civil y policía nacional para la toma de decisiones inmediata.

En el estudio hecho por Unicef (2005), en advertir a la población y tomar las precauciones necesarias ante diferentes tipos de amenazas, nos permitió plasmar estas advertencias en la aplicación informática en poner en buen recaudo a la población en afrontar diferentes tipos de amenazas y desastres naturales causados por los ríos de la provincia del Santa así mismo en educar a la población de la ocurrencia de los desastres naturales.

Tal como lo corrobora la Federación Internacional de la Cruz Roja (2015), en su informe mundial sobre desastres naturales ocurrido el cual concientiza a la población sobre la necesidad de prevención con la participación activa de cada uno de ellos. En la obligación que tenemos en afrontar las tareas de prevención con acierto y responsabilidad empezando por las empresas e instituciones que nos gobiernan esto nos permitió plasmar reportes que se obtendrá del sistema a fin las autoridades correspondientes tomen la medidas correctivas del caso.

En relación a la investigación de Gómez (2010), de un posible desastre anunciado el sistema permitirá evaluar a las autoridades correspondientes la atención y prevención

de Desastres, así como, los protocolos de cómo actuar información que proporcionara el sistema en prevención en gran medida las consecuencias de los desastres naturales.

Conclusiones y recomendaciones

Como resultado del desarrollo de los objetivos se ha llegado a las siguientes conclusiones

- a) Con los estudios realizados de los diferentes desastres naturales ocurridos en la Provincia del Santa facilito la tarea de determinar los puntos de riesgos que son necesarios monitorear.
- b) Se ha logrado determinar los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema experto de alertas tempranas y así mismo la tecnología que es necesaria para el funcionamiento adecuado que ayude a monitorear los puntos de riesgo.
- c) Utilizando las metodologías Grover, IDEAL y XP influyo positivamente en la construcción del sistema experto de alertas temprana el cual tiene como propósito prevenir los desastres naturales.

Así mismo se plantea las siguientes recomendaciones

- a) Se deberá capacitar a cada uno de los usuarios finales del sistema experto para que se encarguen periódicamente realizar verificaciones del funcionamiento.
- b) Se debe realizar evaluaciones periódicas de los puntos de riesgos para mejorar las funciones de monitoreo del sistema experto.
- c) Se sugiere poner un mayor énfasis en la incorporación de los puntos de riesgo en los planes operativos de la oficina de defensa civil, por ser el documento que orienta la gestión. Es importante que se establezcan objetivos y metas concretas para poder hacerle seguimiento a los avances y así generar un mayor compromiso de la comunidad.
- d) Para incrementar la efectividad de la comunicación de las alertas por la eventualidad que puede ocurrir por un desastre natural, los medios de comunicación deben ser fortalecida.

- e) En el futuro los distritos más alejados y a la vez expuestos a fenómenos naturales extremos deben ser apoyados con más fuerza en la elaboración de los mapas de vulnerabilidad, para que tengan claridad sobre las condiciones de vulnerabilidad existentes en su localidad.

Agradecimiento

Un especial agradecimiento a la dirección general de investigación por brindarnos la oportunidad de realizar trabajo de investigación que permite mejorar el nivel de vida de la sociedad

Referencias bibliográficas

- Santos de la cruz, Eulogio (2012). *El Ultrasonido y su aplicación*. UNMSM.
- Alfaro Olave, Ignacio. (2004). *Evaluación de la calibración de los equipos de ultrasonido terapéuticos de los Servicios de Salud Pública Metropolitana*. Universidad de Chile.
- López Delgado, Victor (2014). *Software de control para un sistema tridimensional de medición de intensidad acústica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ayala Cruz, Edy (2011). *Diseño y construcción del prototipo de un sistema electrónico por ultrasonido para medir distancias aplicada a un bastón blanco*. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca.
- Alves Pereyra, Antonio. (2010). *Limpieza por ultrasonido. Información general y estado de la técnica*. ATCP, Brasil.
- Godinez Tello, Richard (2011). *Diseño e implementación de un sistema de alerta temprana ante desborde de ríos utilizando la red GSM*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Gómez Polo, Lucio (2010). Desastre anunciado. *O insurgente*. Brasil. Recuperado de <http://oinsurgente.org/2014/07/23/cronica-de-un-desastre-anunciado/>
- Rubio Acosta, Vladimir (2010). *Sistema de monitoreo de ríos por medio de ultrasonido*. SENA. Bogotá, Colombia.
- UNESCO. (2004). *Prevención de desastres naturales*. Managua, Nicaragua
- Arauz Muñoz, Jeanette. (2008). *Reflexiones sobre la educación de la prevención del riesgo a desastres*. San José, Costa Rica.
- Tapia Castillo, Jackeline (2009). *Sistema experto para el apoyo del proceso de orientación vocacional para las carreras de ingeniería en la pontificia universidad católica del Perú*. Tesis de título. Pontífice Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Neahaus Wilhelm, Sandra (2013). *Identificación de factores que limitan una implementación efectiva de la gestión del riesgo de desastres a nivel local, en distritos seleccionados de la región de Piura*. Tesis de magister. Pontífice Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Unicef (2005). *Aprendamos a prevenir los desastres*. Santo Domingo: UNICEF; EIRD
- Turban Efraín (1992). *Expert system and applied artificial intelligence*. New York: Mac millan

publishing co.

Godínez Tello, Richard (2011). *Diseño e implementación de un sistema de alerta temprana ante desborde de ríos utilizando la red GSM*. Tesis de Título. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

CUESTIONARIO PARA RECOGER INFORMACION ACERCA DE LAS ZONAS MAS VULNERABLES A INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DEL SANTA

El presente cuestionario tiene por finalidad recoger valiosa información que permita identificar los puntos más vulnerables y susceptibles de ser inundados en nuestra provincia del Santa por lo que se le solicita responder con veracidad y responsabilidad:

1. Qué lugares de nuestra provincia considera Ud. que son más vulnerables a inundaciones y desbordes de agua?
2. Cómo los identifica en el mapa de la provincia, Ud. a los lugares más vulnerables?
3. Porqué motivo, considera Ud. a estos lugares como vulnerables?
4. Recuerda Ud. algunos desastres naturales ocurridos en estos puntos señalados como vulnerables?
5. En su opinión, que tareas de prevención de deben realizar en estos puntos de vulnerabilidad?
6. En qué forma considera Ud. que puede participar en tareas de prevención de desastres en estos puntos vulnerables?
7. Qué aspectos, considera Ud., se deben trabajar para prevenir estos desastres de inundaciones y desbordes en las zonas vulnerables de la provincia?
8. Conoce Ud. algún tipo de tecnología que pueda ser utilizado para la prevención de estos desastres?
9. Cuáles cree Ud. que son las características de riesgo más importantes en estas zonas vulnerables?
10. De implantarse un sistema de alerta temprana para la prevención de desastres. Cuál cree Ud. que sería el impacto?