

Jessica Celmi Coral

Universidad Nacional de
Ingeniería (UNI), Av. Tupac
Amaru 1150, 511 Lima – Perú
E-mail: j_celmi@yahoo.es,
jcelmi@gmail.com



APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE MULTI- CRITERIA (MCA) EN LA PLANIFICACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA PARTE BAJA DEL RÍO CHILLÓN

Jessica Celmi Coral





Foto 1.-San Diego – Sector 2. Marzo del 2007

El objetivo de este trabajo fue seleccionar la mejor alternativa estratégica de solución posible, para reducir los daños por inundación de la parte baja del valle Chillón (zona urbana), utilizando para este propósito el Análisis Multi-criteria (MCA). La preeminencia del MCA permite comparar resultados cualitativos y cuantitativos; por otro lado, con la aplicación del Sistema de Información Geográfica (GIS), se obtiene una herramienta de decisión flexible y mucho más exacto para los tomadores de decisión.

Para desarrollar el Proceso de Planificación en la Gestión del Riesgo de Desastres (Nivel pre-desastre), se requiere: primero, definir el escenario inicial, esto es evaluar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo ante la ocurrencia de una inundación; luego plantear las alternativas estratégicas de solución enfocadas a reducir el riesgo, las cuales son proyectadas y analizadas aplicando el MCA con el fin de elegir la alternativa ganadora. Para este caso, se obtuvo que la mejor alternativa estratégica de solución es: “Reforzar las defensas o el sistema de diques”.

PALABRAS CLAVES:

Multi-criteria, Planificación, Riesgo.

INTRODUCCIÓN

La parte baja de la cuenca del Río Chillón, zona netamente urbana conformada por los distritos del Callao, Ventanilla, San Martín de Porres, Los Olivos y Puente Piedra, se encuentra actualmente en riesgo ante la ocurrencia de una inundación. Los primeros meses de cada año, los pobladores de dichos distritos, especialmente del distrito de San Martín de Poerres, se alarman ante la posible de inundación de sus viviendas. Muchos desastres han generado grandes pérdidas económicas y humanas en dicha zona, y los antecedentes históricos dan fe de ello. SE ha podido identificar aspectos que determinan la vulnerabilidad física y no-física del sector; por ejemplo: la topografía accidentada, la inestabilidad de las defensas ribereñas, la condición de las viviendas y la población expuesta, son aspectos de la vulnerabilidad física; así también, la situación económica, la ignorancia en temas de desastre, la contaminación y la ausencia de las autoridades, son aspectos de la vulnerabilidad no física del sector.



Foto 1.- San Diego – Sector 2. Marzo del 2007

Existe una escasa capacidad de respuesta ante la posible ocurrencia de un desastre, aunque el lugar es identificado como zona en riesgo, la expansión urbana no cesa, básicamente debido a un equívoco desarrollo humano, bien decía Hegel: *“Los desastres son la consecuencia de un mal desarrollo”, de ahí la necesidad e importancia de proceder hacia un “desarrollo sostenible”, mejorar la calidad de vida del hombre, en todos sus aspectos, a través de un desarrollo económico, social, cultural, y a la vez conservando los recursos de manera sustentable.*

Este trabajo ha tratado de forma analítica más no experimental, mediante información recopilada de campo, en: determinar el riesgo (vulnerabilidad x amenaza) del lugar, evaluar el escenario inicial y, mejorar la calidad de vida a través de alternativas planteadas, y finalmente seleccionar la posible y mejor alternativa estratégica de solución a través del Análisis de Multi-criterio, superando los conflictos en el proceso de toma de decisión, entre las autoridades gubernamentales, las empresas privadas y públicas, y población en general.

Los objetivos principales de este trabajo son:

- Evaluar las medidas de mitigación y prevención de inundaciones en el tramo bajo del río Chillón mediante la técnica del Análisis de Multi-criterio (MCA).
- Contribuir con los conceptos relacionados a la gestión del riesgo de inundaciones.

MARCO CONCEPTUAL

El Fenómeno de El Niño:

Muchos confunden la ocurrencia del Fenómeno El Niño como un desastre para el cual hay que estar preparado; por ello, es importante entender los siguientes conceptos y finalmente reconocer que la mayor parte de los desastres ocurridos se debe a la ignorancia e inconciencia del hombre. El Fenómeno es toda apariencia o manifestación, tanto del mundo material como del mundo espiritual. El Fenómeno Natural es una manifestación de la naturaleza, así como un fenómeno climático es una manifestación del clima, el calor del sol, el rocío, la garúa, el aguacero, los diluvios, las lluvias, las tormentas, los huracanes, los tornados, los mares, las olas, los movimientos sísmicos, y todo aquello, beneficioso o perjudicial que encontramos como expresión del dinamismo del mundo en que vivimos. Por lo tanto, los fenómenos naturales no son estrictamente hablando buenos o malos, son expresiones de la naturaleza y caracteriza al mundo natural y a los cambios permanentes que se vive en nuestro planeta. Por sus características existen dos tipos de fenómenos:

Fenómeno Natural Normal: Tienen un periodo, siguen un ciclo y con manifestaciones similares, Ej. el verano, el invierno, las mareas, las fases lunares.

Fenómeno Natural Extraordinario: No tiene periodo, es esporádico y de magnitud variable, se le estudia estadísticamente. Es preciso aclarar que es relativo al tiempo y al lugar (Ej. Precipitación anual de 2000mm en Lambayeque es extraordinario, mientras que en la selva esto es normal). Tal sería el caso del Fenómeno de El Niño.

El Fenómeno de El Niño (FEN) es una complejidad meteorológica-oceanográfica, se manifiesta con un calentamiento del agua del océano a gran distancia de las costas de América del Sur, debido a la oscilación de la corriente del Pacífico del Sur, presenta fuertes lluvias en la región costera de Perú y Chile; sumado a otros factores, produce alta evaporación desde la superficie del mar, lo

que origina fuertes e inusitadas lluvias que a su vez generan un notable aumento de los caudales de los ríos de la costa norte peruana. Su presencia es estocástica, es decir, se presenta al azar, y está asociada a una magnitud, esto es, a sus características intrínsecas, independientemente del efecto o impacto que cause; la intensidad dependerá de cuán preparados estemos, es decir de la vulnerabilidad de cada lugar y de cada momento.

Proceso de Inundación

Está relacionada con los antecedentes sobre la naturaleza de las inundaciones y sus características al manifestarse en el tiempo y en diferentes lugares.

Inundación.- Es un fenómeno natural, un evento recurrente que se produce en las corrientes de agua como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos adyacentes a los cursos de agua. Está asociada con:

- Las precipitaciones pluviales continuas y abundantes en cuencas húmedas.
- La influencia de las características y condiciones del suelo (capacidad de infiltración, humedad, cubierta vegetal)
- La influencia de la geomorfología de una cuenca (morfología).
- Los volúmenes de descarga que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga y conducción de los ríos.
- Los súbitos aumentos del nivel de aguas en áreas adyacentes del suelo y la capacidad de carga o conducción de los ríos.

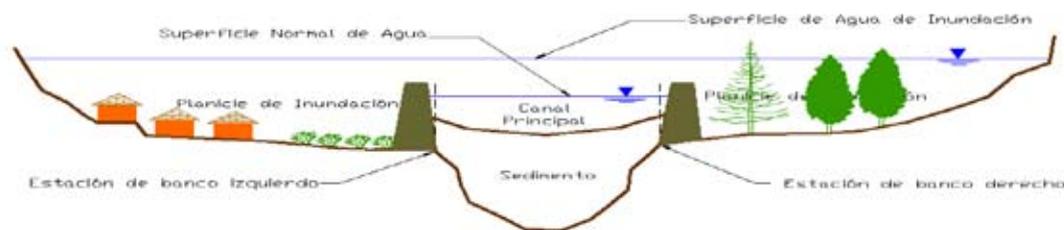


Figura 1.- Esquema de Inundación

Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo y Desastre

El peligro, también llamado amenaza, es la probabilidad de ocurrencia de un evento de origen natural, socio-natural o antropogénico que por su magnitud y características puede causar daño, no es la ocurrencia del evento en sí. El nivel de peligro depende de la intensidad, localización, área de impacto, duración y periodo de recurrencia del evento.

La Vulnerabilidad es la susceptibilidad de una unidad social (familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica que la sustentan, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad es resultado de los propios procesos del desarrollo no sostenible. Tres son los factores, que ante la ocurrencia o posible ocurrencia de un desastre, explican la vulnerabilidad: grado de exposición, fragilidad y resiliencia.

El riesgo es la probabilidad que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro. El riesgo está en función de una amenaza o peligro y de condiciones de vulnerabilidad de una unidad social. Estos dos factores del riesgo son dependientes entre sí, no existe peligro sin vulnerabilidad y viceversa. El riesgo se caracteriza principalmente por ser dinámico y cambiante, de acuerdo con las variaciones que sufren sus dos componentes (peligro y vulnerabilidad) en el tiempo, en el territorio, en el ambiente y en la sociedad.

RIESGO = AMENAZA X VULNERABILIDAD

Desastre y Medidas de Mitigación.- Un desastre es una situación o proceso 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 en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad, representada por la pérdida de vida y salud de la población, y la destrucción o pérdida de bienes colectivos y daños severos en el ambiente; muchas veces éstos daños exceden la capacidad de recuperación, requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población.

“Una de las características de los desastres es que casi siempre se le trata como una emergencia, como algo extraordinario y transitorio, que no ha ocurrido nunca y que lo más probable es que no vuelva a repetirse; grave error por el que hemos tenido que pagar un precio muy alto”. (A. Rocha, “Fenómeno de El Niño”, Enero 2006.)

El desastre ocurre como consecuencia del impacto de un peligro-amenaza sobre una unidad social con determinadas condiciones de vulnerabilidad. Los desastres pueden ocurrir por causas asociadas a peligros naturales que pueden ser agravadas por otras de origen antropogénico, es decir, causas creadas por el ser humano en su intervención sobre la naturaleza para generar desarrollo (sobre pastoreo, deforestación, alteración de los lechos fluviales, agricultura no tecnificada en laderas, expansión urbana e infraestructura desordenadas, inadecuada utilización del espacio y otros).

Proceso de Planificación

El proceso de planificación sigue una secuencia ordenada de actividades, es un trabajo multidisciplinario, de ahí la importancia de utilizar una herramienta de análisis durante el proceso de toma de decisión. El objetivo de este trabajo es seleccionar la mejor posible alternativa estratégica de solución, aquella más próxima a la meta y con un mayor alcance de los objetivos; analizando el comportamiento de dichas alternativas a través de los indicadores y criterios de evaluación.

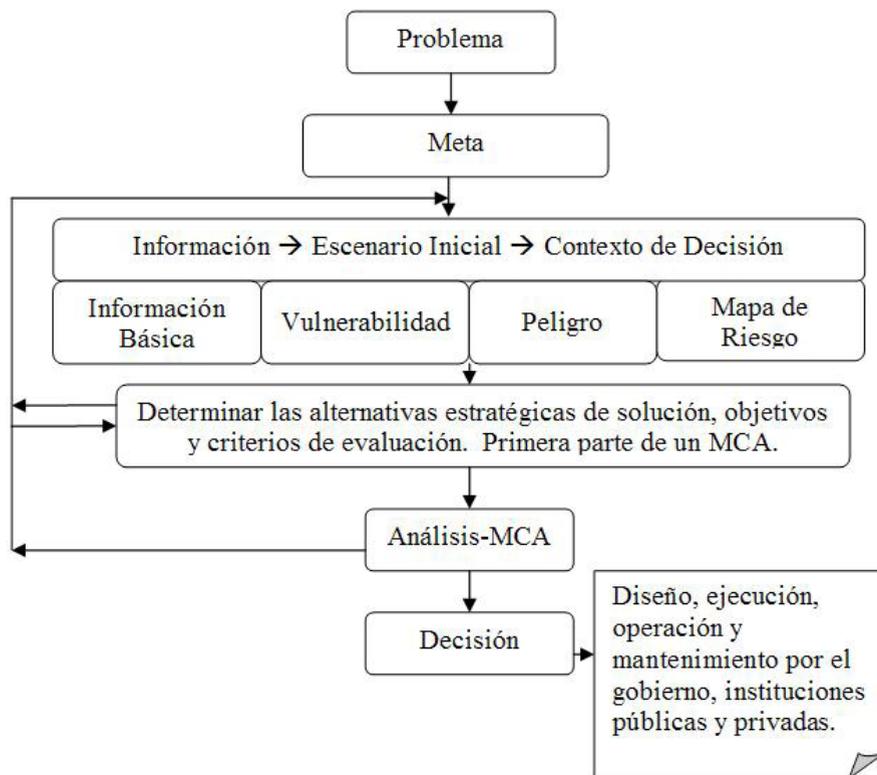


Figura 2.- Proceso de Planificación en la Gestión del Riesgo de Desastres (Nivel pre-desastre)

Análisis de Multi-Criteria

El Análisis de Multi-criteria MCA es una herramienta de análisis que establece técnicas para inventariar, clasificar, analizar y acomodar convenientemente la información disponible, aquella relacionada con las alternativas estratégicas durante la planificación, es una herramienta dinámica, ideal y fácil de aplicar para resolver diversos conflictos; su principal ventaja es representar los efectos de las alternativas proyectadas, ya sean éstos cualitativos

o cuantitativos. Este trabajo se llevó a cabo siguiendo el proceso de planificación, el cual incluye una herramienta de toma de decisión, en este caso el MCA; ver Figura 2 Proceso de Planificación en la Gestión del Riesgo de Desastres (Nivel pre-desastre).

APLICACIÓN

Etapa I:

La primera etapa consistió en identificar el problema, definir la meta y recopilar información básica necesaria: características físicas y no-físicas del lugar. Para ello se revisó diferentes fuentes bibliográficas, se realizó varias inspecciones de campo en diferentes épocas del año, un recorrido desde el puente Panamericana hasta la desembocadura, por ambas márgenes del río Chillón. La zona de estudio está conformada por los distritos de: Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres, Ventanilla y El Callao, la cual a su vez está dividida en cuatro sectores de acuerdo a la topografía y división política.

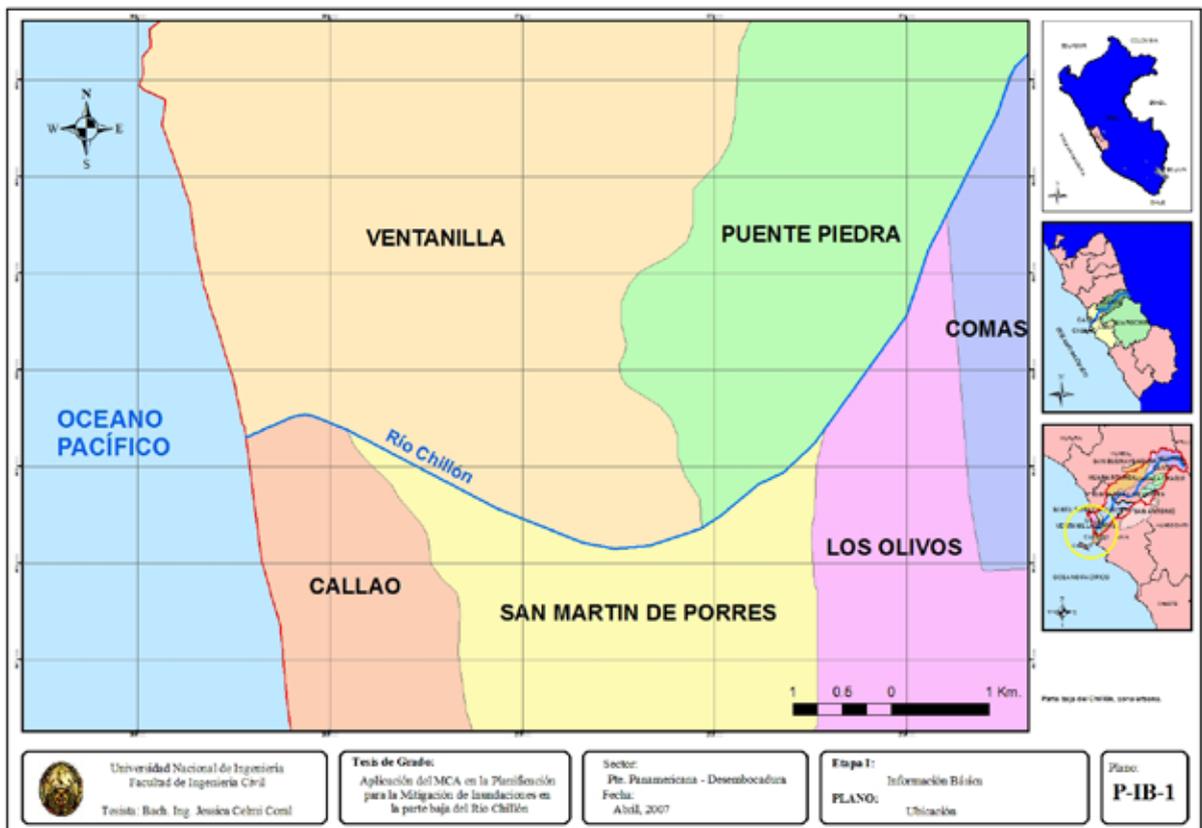


Figura 3.- Mapa de la Zona de Estudio

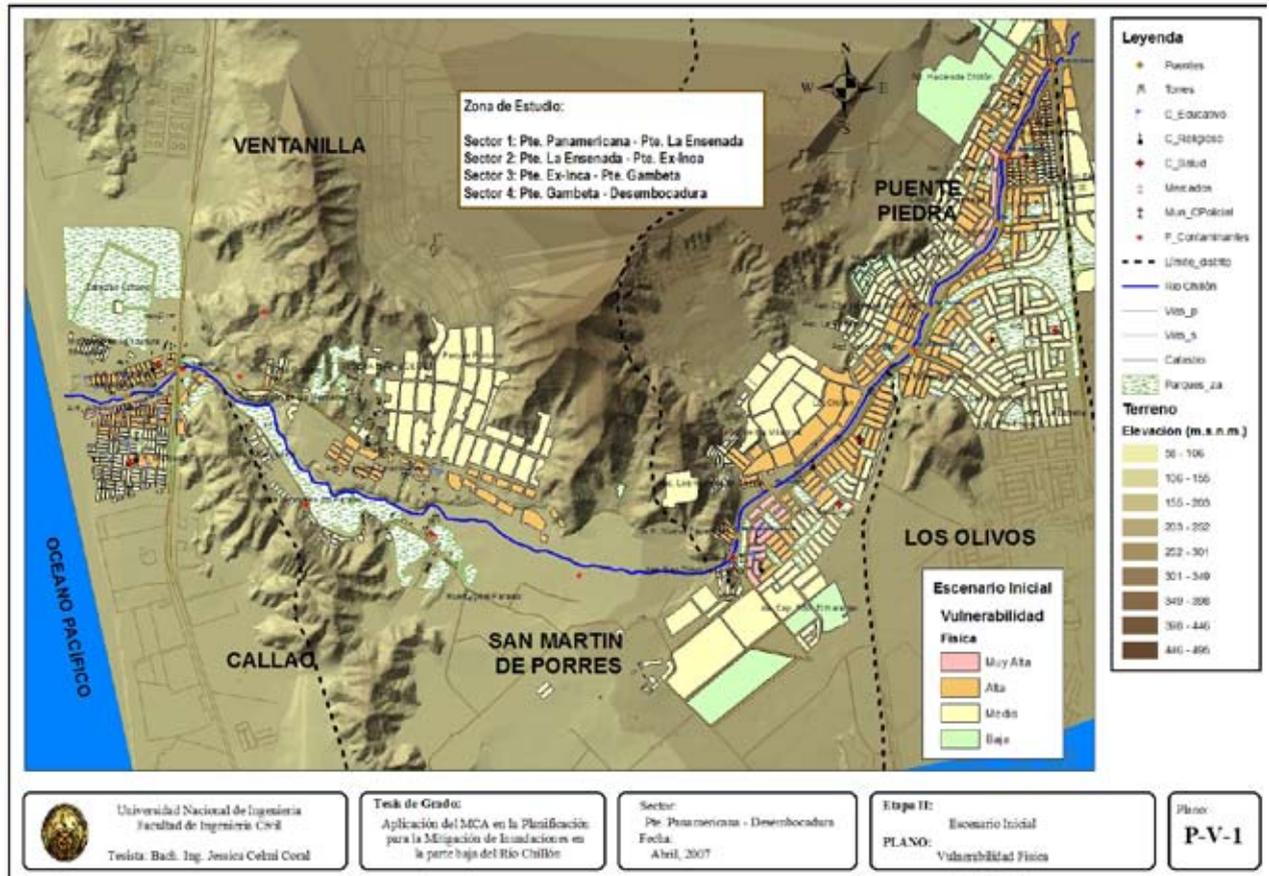


Figura 5.- Mapa de Vulnerabilidad Total

Para zonificar el área en peligro (periodo de retorno de 100 años), se realizó una evaluación hidráulica utilizando la extensión HECGeoRas 3.1, una interfase entre el HECRAS 3.1.1 y el ArcView 3.2, ver Figura 6. Así mismo, para modelar el escurrimiento del agua desde diferentes zonas críticas, y calcular el volumen y el espejo de agua alcanzado en el Sector 2, y además modelar la inundación del 2001 en San Diego, se desarrolló dos scripts: Runoff y Flood. Ver Figura 7 y 8.

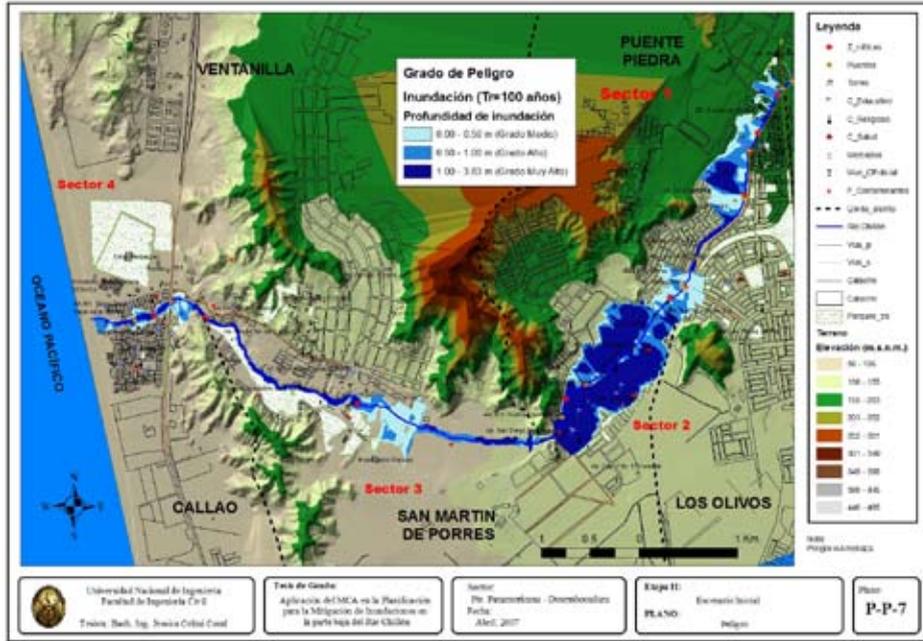


Figura 6.- Mapa de Amenaza o Peligro (Tr= 100 años)

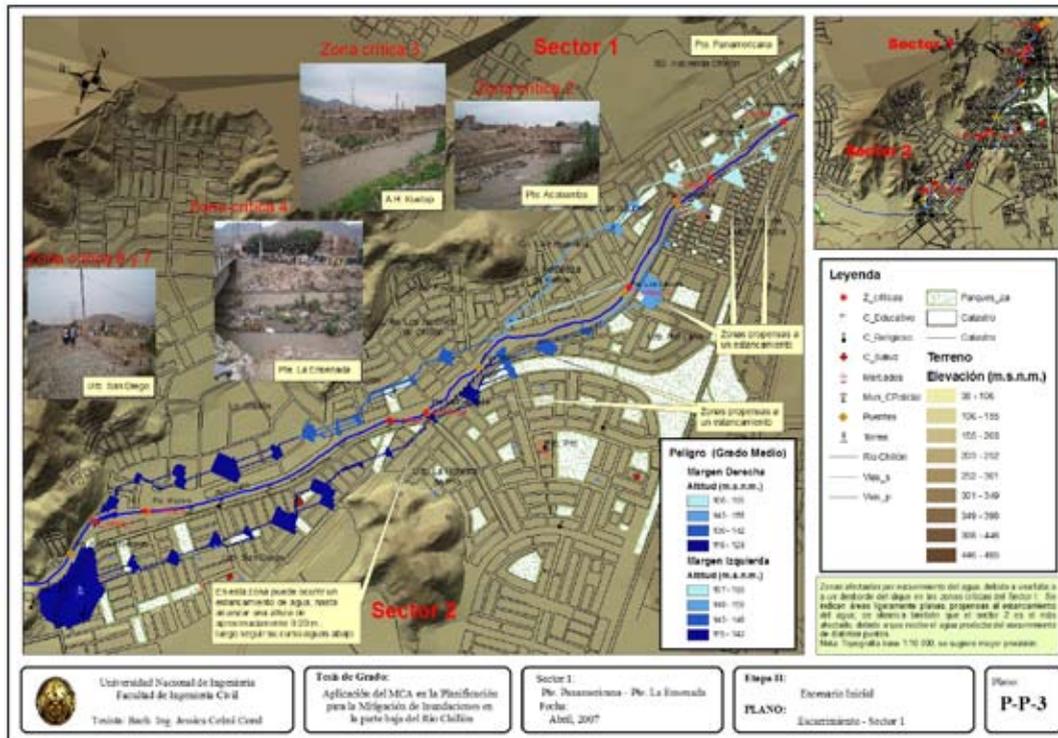


Figura 7.- Mapa de Amenaza (Esguimiento) – Sector 1

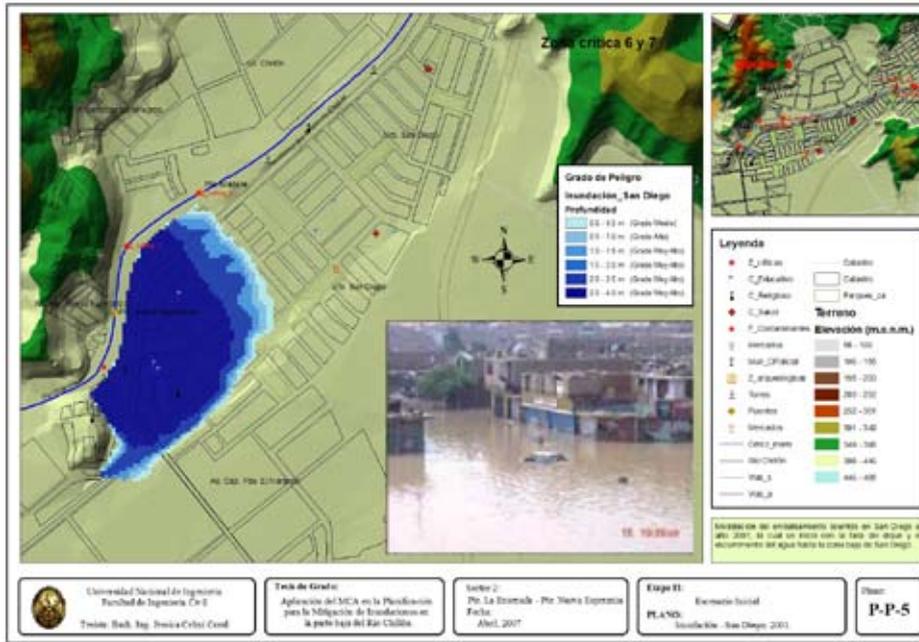


Figura 8.- Mapa de Amenaza (Inundación) – Sector 2: San Diego

Para definir el escenario inicial, se elaboró el mapa de riesgo en base al mapa de vulnerabilidad y al mapa de amenaza. El contexto de decisión describe el escenario inicial, y está representado por los recursos existentes y los involucrados en la toma de decisión: los keyplayers, los stakeholder y el facilitate workshop. Ver la Figura 9.

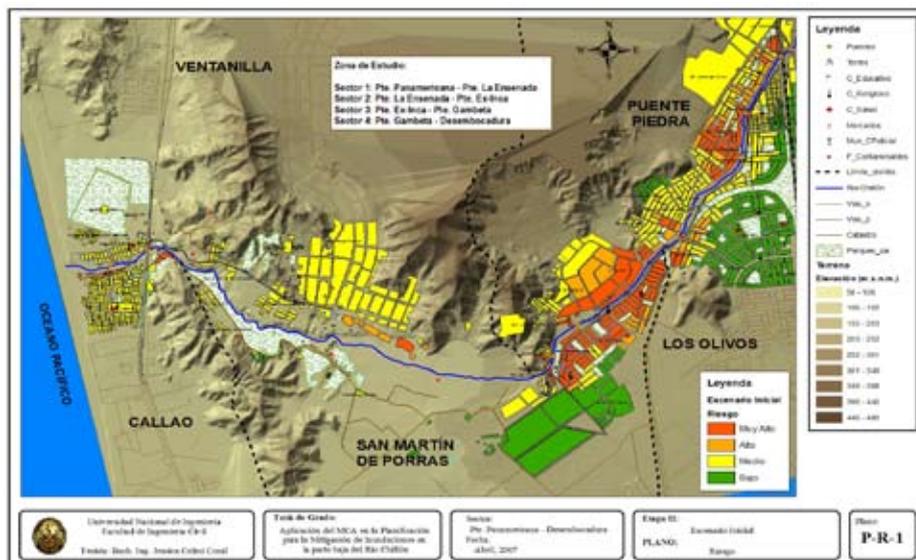


Figura 9.- Mapa de Riesgo

Tabla 1.- Tabla de Estimación de Riesgo.

Peligro \ Vulnerabilidad	Muy Alta	Alta	Media	Baja
Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto
Alto	Muy Alto	Alto	Medio	Medio
Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo
Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo

Fuente: Adaptado. INDECI; Manual Básico Para la Estimación del Riesgo, 2006.

La gestión de riesgo desarrollado es de tipo correctivo, éste es un proceso que adopta con anticipación medidas o acciones en la planificación del desarrollo sostenible, promueve la reducción de la vulnerabilidad existente, esto es la reducción del riesgo: la reubicación de comunidades en riesgo, la reconstrucción o adaptación de edificaciones vulnerables, la recuperación de cuencas degradadas, la construcción de diques, la limpieza de canales y alcantarillas, la canalización de ríos, el dragado continuo de ríos y reservorios y otras, así como acciones de capacitación, consciencia, participación y concertación, mitigar el impacto, eliminar la susceptibilidad del lugar (vulnerabilidad existente), aumentar la capacidad de respuesta. Se requiere de un proceso multidisciplinario, de ahí la importancia de utilizar una metodología de análisis dinámico e integral como lo es el Análisis de Multi-criterios (MCA por sus siglas en inglés).

Se determinó las alternativas estratégicas de solución, los objetivos y los criterios de evaluación; dichas alternativas están enfocadas a reducir la vulnerabilidad y/o modificar las características del peligro o amenaza, teniendo en cuenta el concepto de desarrollo sostenible (mejorar la calidad de vida) y realizando un análisis FODA (determinar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas) generando un valor agregado. La Tabla 2 muestra el Scorecard o Fichero de Calificación o Clasificación con los objetivos y criterios de evaluación y su respectivo indicador.

Las alternativas estratégicas de solución planteadas son:

- Atenuar el caudal aguas arriba del tramo urbano.
- Implementar un Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones y capacitar a la población para el monitoreo.
- Reforzar y/o construir las defensas ribereñas o sistemas de diques con participación de la población.
- Implementar un Sistema de Normas Urbanas y capacitar a la población en temas de desastre.

Tabla 2.- “Scordcard” – Fichero de Calificación o Clasificación.

Meta: Mitigar los daños por inundación en una zona urbana							
Objetivos	Criterios		Indicador	Alternativas			
				A	B	C	D
1.-Reducir Áreas Inundables	1.1	Expansión de áreas inundables	Ha				
	1.2	Altura de agua	m				
	1.3	Población total afectada	Unid				
	1.4	Población afectada (ancianos)	Unid				
	1.5	Población afectada (niños)	Unid				
2.-Reducir daños en la infraestructura	2.1	Viviendas afectadas	Unid				
	2.2	Colegios, c. salud, mercados u otros	Unid				
	2.3	Defensas ribereñas	Km.				
	2.4	Torres de alta tensión	Unid				
	2.5	Carretera	Km.				
	2.6	Puentes	Unid				
	2.7	Parques	Unid				
3.-Reducir el grado de contaminación	3.1	Concentración de polvo atmosférico	t/km2				
	3.2	Focos contaminantes	Unid				
4.-Aumentar la capacidad de respuesta educativa y cultural.	4.1	Población capacitada	Unid				
	4.2	Colegios e instituciones capacitados	Unid				
	4.3	Aceptación	%				

Etapa III:

Finalmente, se realizó la proyección y evaluación de las alternativas estratégicas de solución en el escenario inicial, aplicando las técnicas del Análisis de Multi-criterias (MCA): estandarización, ponderación y suma ponderada, se midió el alcance de los objetivos y por ende de la meta. Cada una de las alternativas influye a un determinado tipo de vulnerabilidad (física o no física).

El grado de vulnerabilidad y el grado de amenaza varía de acuerdo a la alternativa y a la proyección de ésta dentro del escenario. Se ha considerado que la alternativa logra reducir determinados aspectos de la vulnerabilidad del escenario inicial, obteniendo de esta manera una valoración. Para determinar el impacto por alternativa, se utilizó la base de datos existente, los cuadros de estimación de riesgo propuesto por INDECI, y las modificaciones realizadas en función a la inspección de campo.

----- (Ec. 1)*

Superficie Normal de Agua

Donde:

N: Número de estrategias alternativas

K: Alternativa; J: Criterio; $STD_{K,J}$: Estandarizado; $ACT_{K,J}$: Calificación actual;

BestK,J, WorstK,J: Mejor y peor calificación (valor Alto)

*El cociente se invierte en caso que la mejor o peor calificación sea un valor Bajo.

Las calificaciones están divididas por la suma de todas las calificaciones. La calificación estandarizada suma uno.

----- (Ec.2)

Superficie Normal de Agua

Tabla 3.- Fichero de Calificación – Matriz de Decisión Final

Objetivos	Criterios		Alternativas			
			A	B	C	D
1.-Reducir Áreas Inundables	1.1	Extensión de área urbana en riesgo	0,013	0,013	0,150	0,013
	1.2	Tirante de agua	0,150	0,150	0,150	0,150
2.-Reducir daños a la población	2.1	Población total afectada	0,007	0,067	0,036	0,007
	2.2	Población afectada (ancianos)	0,010	0,100	0,050	0,010
	2.3	Población afectada (niños)	0,013	0,133	0,075	0,014
3.-Reducir daños en la infraestructura	3.1	Viviendas afectadas	0,005	0,005	0,050	0,005
	3.2	Colegios, c. salud, mercados u otros	0,012	0,012	0,033	0,012
	3.3	Defensas ribereñas	0,008	0,008	0,017	0,008
	3.4	Torres de alta tensión	0,002	0,002	0,017	0,002
	3.5	Carretera	0,025	0,025	0,033	0,025
	3.6	Puentes	0,010	0,010	0,033	0,010
	3.7	Parques	0,004	0,004	0,017	0,004
4.-Reducir grado de contaminación	4.1	Calidad del agua del río	0,033	0,017	0,050	0,050
	4.2	Focos contaminantes	0,008	0,006	0,050	0,050

5.-Aumentar la capacidad de respuesta educativa y c.	5.1	Población capacitada	0,013	0,013	0,038	0,050
	5.2	Colegios e instituciones capacitados	0,003	0,013	0,003	0,025
	5.3	Aceptación	0,006	0,019	0,025	0,025
(Simple) Suma de calificación:			0,321	0,594	0,826	0,459
Calificación ponderadas global para los objetivos:						
Mitigar daños por inundación en zonas urbanas		1.-Reducir Áreas Inundables	0,163	0,163	0,300	0,163
		2.-Reducir daños a la población	0,030	0,300	0,161	0,030
		3.-Reducir daños en la infraestructura	0,065	0,065	0,200	0,065
		4.-Reducir grado de contaminación	0,042	0,022	0,100	0,100
		5.-Aumentar la capacidad de respuesta educativa y cultural.	0,021	0,044	0,065	0,100
Suma ponderada de las calificaciones con respecto a la meta:			0,321	0,594	0,826	0,459

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los desastres son provocados principalmente por dos factores: el impacto de un peligro o amenaza de origen natural o propiciado por el hombre mediante la deforestación y alteración del medio ambiente sin control; y una unidad social con una determinada condición de vulnerabilidad. Esto es, un escenario en riesgo, consecuencia de un desarrollo insostenible.
- Según el mapa de peligro o amenaza determinado, las profundidades de inundación podrían alcanzar hasta 3,8 m (cuando QTR=100 = 183 m³/s); teniendo en cuenta las características topográficas (forma de vaso) de la zona de San Diego - segunda etapa, del sector 2, y la distribución de las viviendas que se comporta como paredes del vaso, podrían dar origen a un almacenamiento de agua con profundidades de hasta más de 4,0 m, según la evaluación y los antecedentes del lugar.
- El Sector 2 es la zona más afectada por una inundación provocado por un evento de menor magnitud (caudales en épocas de crecida de cada año).
- La evaluación de las alternativas planteadas mediante el Análisis de Multi-criterios,

determinó como mejor alternativa estratégica de solución a la alternativa C “Reforzar y/o construir las defensas ribereñas con participación de la población”, según la calificación ponderada global con respecto a la meta que se presenta a continuación:

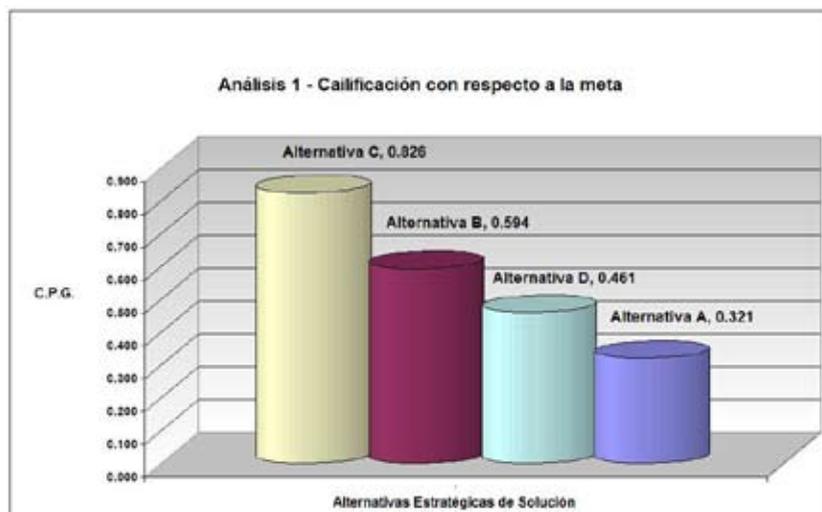


Figura 10. Calificación de las Alternativas con respecto a la Meta

- Una combinación apropiada de medidas de tipo estructural y no estructural logran mitigar los desastres, esto permitirá reducir la vulnerabilidad física y no física; tomar en cuenta ambos tipos de medidas fortalecerá el alcance de la meta: “reducir posibles daños en zonas urbanas”.
- Los métodos y técnicas del Análisis Multi-criteria (MCA) están en aumento debido a que existen muchos tipos de decisiones, múltiples escenarios que varían con el tiempo, lugar, cultura y otros factores; así también, las disciplinas que vienen aplicando esta metodología de análisis son cada vez más, no sólo en la ingeniería.
- Aplicar herramientas para soporte de toma de decisiones como el Análisis de Multi-criteria es necesario, ya que ayudan a sistematizar la “información básica” necesaria durante el proceso de toma de decisión. El Análisis Multi-criteria (MCA) puede ser una metodología de análisis adecuada a las exigencias de las principales características de un sistema político, gubernamental, social, etc; teniendo en cuenta que una de las principales características de un sistema es su carácter dinámico y cambiante, éste existe simultáneamente como configuraciones en el espacio y como desarrollos en el tiempo, son al mismo tiempo estructuras y procesos, y estructuras en procesos.

- La planificación integrada debe incluir el ordenamiento territorial en función al fenómeno demográfico, la prevención de los desastres y la gestión integrada de los recursos (humano, natural, tecnológico, económico, etc.) existentes en cada región, para así, alcanzar un desarrollo sostenible real.
- Implementar el Análisis Multi-criteria (MCA) en el proceso de planificación de la gestión del riesgo de desastres, con el fin de poder evaluar todas las alternativas estratégicas de solución posibles.
- Incorporar la gestión del riesgo de desastres en los proyectos y programas de desarrollo económico de los gobiernos locales y regionales.
- Implementar plataformas que permitan mantener una constante comunicación y actividad en temas de desarrollo sostenible y prevención de desastres, entre las universidades y las autoridades gubernamentales de la zona de estudio.
- Habilitar plataformas de diálogo para superar las diferencias entre los diferentes involucrados (aparentemente irreconciliables) en la gestión del riesgo de desastres y en la gestión integral de recursos, aplicando el Análisis Multi-criteria (MCA).
- Financiar obras de prevención dentro de un plan de desarrollo sostenible, en lugar de destinar gran cantidad de dinero a las obras de emergencia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Charles Y., (2002). *Trade-Off Analysis Planning and Procedures Guidebook. U.S. Army Institute for Water Resources, U.S.*

Dirección General de Programación Multianual – DGPM, (2006). *“Conceptos Asociados a la Gestión del Riesgo de Desastres en la Planificación e Inversión para el Desarrollo”, Ministerio de Economía y Finanzas – MEF, Lima - Perú.*

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), (1998). *“Curso internacional sobre mitigación de desastres, uso de información de peligros naturales en la preparación de proyectos de inversión”, Lima – Perú.*

Dr. Arturo Rocha, (2006). *“Fenómeno El Niño”, 1er Congreso Internacional de Hidráulica, Hidrología, Saneamiento y Medio Ambiente, IGC, Lima – Perú.*

Hidrologic Engineering Center, (April, 2000). *“HEC-Geo Ras, An extension for support of HEC-RAS using ArcView”, US Army Corps of Engineers, U.S.*

Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays, (1999). *“Hidrología Aplicada, y Hidráulica de Canales Abiertos”, Edición N°1, Martha Edna Suárez R. Colombia.*

Andrew Maskrey, (1993). *“Los Desastres no son Naturales”, LA RED (Red de Estudios Sociales) e ITDG (Intermediate Technology Development Group), Tercer Mundo.*

Luz Maria Nieto Caraveo, (2000). *“Desarrollo Sostenible. Informe Brundlant”, World Wide Web, Negrão Cavalcanti, Mexico.*

Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, (2001). *“Manual para el Diseño e Implementación de un Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones en Cuencas Menores”, Organización de Los Estados Americanos – OEA.*

Daly Grace Palomino Cuya, (2004). *“Zonificación de áreas inundables utilizando sistemas de información geográfica. Aplicación al tramo final del río Chillón”, UNI – FIC, Lima – Perú.*

Fuente electrónica:

www.oas.org/usde, www.eird.org, www.unisdr.org, www.crid.or.cr, <http://ofi.mef.gob.pe/webportal/>, www.itdg.org, www.pcm.org.pe, <http://www.gtz-rural.org.pe>, <http://www.munilosolivos.gob.pe/>, www.hec.usace.army.mil, www.inei.org.pe, www.inrena.org.pe, www.senamhi.org.pe, <http://www.itdg.org.pe>