08-019

RISK MANAGEMENT AS A TOOL FOR THE RECOMPOSITION OF POST-DISASTER HABITAT, CASE STUDY OF THE COASTAL CITIES OF MANABÍ, ECUADOR

Álvarez Espin, Lenin Mijail[(1)]; Temes Cordovez, Rafael[(1)]

[(1)]UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Earthquake catastrophes should not be measured for the magnitude of the event but for the vulnerability dimension of the exposed agents, it is known that the risk factor is outside the domain of the human being, according to the state of knowledge of the related sciences to your study. Because of its null prediction and control, it is necessary to recognize the factors that make a city more vulnerable. The reduction of the effects of traditional systems with the responsibility of recognition, which is a multiple and interdisciplinary responsibility in concordance with the diversity of factors that are involved to conceive the least vulnerable environment.

The present research work was developed in the country of Ecuador, in the city of Pedernales, after the earthquake of magnitude 7.8 Mw., Occurred on April 16, 2016, through the application of urban analysis methodologies and the use of geographic information systems for the determination of the possible correlation of post-earthquake damage with urban behavior modifiers, establishing the palliative basis for the mitigation of vulnerable cities.

Keywords: *Ecuador; Earthquake; Urban Modifiers; Seismic Vulnerability*

LA GESTIÓN DEL RIESGO COMO HERRAMIENTA PARA LA RECOMPOSICIÓN DEL HÁBITAT POST-CATÁSTROFES, CASO DE ESTUDIO CIUDADES COSTERAS DE MANABÍ, ECUADOR

Las catástrofes por sismos no deben ser medidas por la magnitud del suceso sino por la dimensión de la vulnerabilidad de los agentes expuestos, se sabe que el factor riesgo está fuera del dominio del ser humano, de acuerdo al estado del conocimiento de las ciencias vinculadas a su estudio. Por su nula predicción y control, es necesario el reconocimiento de los factores que hacen de una ciudad más o menos vulnerable. La reducción de efectos de los sismos tradicionalmente ha sido de exclusiva responsabilidad de las ciencias estructurales, por ello este trabajo nace motivado de la necesidad del reconocimiento, que es una responsabilidad multi e interdisciplinar en concordancia a la diversidad de factores que se involucran para concebir un entorno menos vulnerable.

El presente trabajo de investigación fue elaborado en el país de Ecuador, en la ciudad de Pedernales, posterior al terremoto de magnitud 7.8 Mw., ocurrido el 16 de abril del año 2016, a través de la aplicación de metodologías de análisis urbano y el uso de sistemas de información geográfica para la determinar de la posible correlación de daños post- terremoto con los modificadores de comportamiento Urbanos, estableciendo la base paliativa para la mitigación de ciudades vulnerables.

Palabras clave: *Ecuador; Terremoto; Modificadores Urbanos; Vulnerabilidad sísmica*

Correspondencia: aes.arq@outlook.es

Los métodos empíricos están basados en el reconocimiento y caracterización de deficiencias sísmicas y el comportamiento de las edificaciones en un evento sísmico, y un modelo desarrollado bajo esta metodología es La Escala Macro sísmica Europea EMS-98 (Gruntal, 1998.

Los métodos analíticos evalúan la resistencia de las estructurasen base a modelos mecánicos, un ejemplo de esta metodología es la desarrollada por el Proyecto Risk-Ue (Milutinovic y Trendafiloski, 2003), que es un proyecto europeo desarrollado para la evaluación de la vulnerabilidad y fragilidad de los edificios residenciales de la ciudad.

En la actualidad estas metodologías están siendo ampliadas, con la inclusión de áreas de investigación que no han sido desarrolladas, como el estudio de parámetros y modificadores urbanos y sus configuraciones, que influyen en los niveles de vulnerabilidad., así como estudio y desarrollo de modelos Híbridos., como es estudio donde se incluyen nuevas tecnologías, que es a donde está orientado el presente estudio que tiene como objetivo profundizar y desarrollar las áreas de estudio para la mitigación de ciudades Frágiles, una línea de investigación, donde se describe, cuantifica y clasifica los modificadores de comportamiento Urbano y su incidencia en su en la zona de estudio, las cuales puedas ser reguladas en las Normas Urbanas que rigen en el crecimiento

2. Objetivos

2.1 Objetivos Generales

El objetivo general de este trabajo es, a través de una metodología de análisis de vulnerabilidad y la utilización de herramientas físicas e informáticas como sistemas de información geográfica, caracterizar y graduar los modificadores de comportamiento urbano arquitectónico e identificar su correlación con los daños posterior al terremoto en Ecuador el 16 de abril del 2016, y sea esta la base teórica de sustento para señalar que los lineamientos y los parámetros establecidos en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento territorial de las zonas con riesgo sísmico deben ser afirmadas o replanteadas, de acuerdo a los resultados obtenidos.

2.2 Objetivos Específicos

- Revisión del estado de conocimiento en cuanto a metodologías de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, ponderación de los métodos analizados y planteamiento de un modelo sistémico aplicado al caso de estudio.
- Investigación e identificación de los modificadores de comportamiento urbano arquitectónica en la zona de estudio para su futura evaluación e identificación de su correlación con los daños.
- Elaboración de una ficha de evaluación de la vulnerabilidad.
- Delimitación de la zona de estudio y la selección de muestras en la ciudad de Pedernales, en la cual se definirá y recopilará con trabajos de campo la información necesaria para la creación de la base de datos, que usará para los trabajos de análisis de vulnerabilidad sísmica.
- Construir la base de datos, Tabulación de los datos obtenidos en campo e información adquirida de fuentes oficiales, en el software Sistema Información Geográfica (SIG).

- Ponderación de los parámetros urbanísticos, modificadores de comportamiento y su relación con los daños registrados posterior al terremoto del 16 abril del 2016 a través de métodos estadísticos.
- Desarrollar conclusiones y recomendaciones de acuerdo con los resultados obtenidos.

3. Metodología

La metodología del trabajo se compone de 4 fases secuenciales establecidas como:

En la primera fase de investigación se establece el reconocimiento de investigaciones previas, teorías y metodologías para la evaluación del riesgo sísmico en base modificadores de comportamiento no precisamente de carácter estructural sino de características urbanas y que podrían tener correlación directa con los daños. Estudio basado en algunas iniciativas internacionales, conscientes de la importancia y la necesidad de ponderar parámetros urbanísticos que aumentan o disminuyen la vulnerabilidad de un edificio, dan la importancia a la ordenación del territorio y el planeamiento urbanístico en zonas de riesgo sísmico, entre las metodologías establecidas en la línea de investigación se encuentra los proyectos Risk/UE (2003), Giovinazzi (2005), Lantada (2007), Feriche (2012), finalmente se creara un modelo de evaluación de vulnerabilidad aplicable a la zona de estudio adaptándose a las particularidades propias del lugar.

Un segundo nivel dentro de la línea metodología es la aplicación al caso de estudio definida con acciones para la delimitación de las zonas de estudio dentro de la cabecera cantonal de Pedernales, Provincia de Manabí, Ecuador. Estas zonas estarán definidas por sus grados de afectación post-Terremoto, su ubicación, y sus procesos cronológicos de expansión urbana, como condicionantes iniciales y de vinculación con los modificadores de comportamiento urbano de posteriormente serán evaluados.

El tercer bloque de acción es identificar, definir y calibrar de los parámetros urbanísticos de la zona de Estudio, a través de la obtención de datos en campo con la ficha de evaluación para cada uno de los elementos y componentes de las zonas delimitadas, la información obtenida servirá como uno de los componentes de la base de datos ingresados al Sistema de Información Geográfica, que será procesada, tabulada y contrastada con la base de datos de otras áreas técnicas como información geológicos, geotécnicos, sísmicos, etc.

El último bloque de acción es la identificación de la correlación con los daños de los parámetros o modificadores de comportamiento. Con la relación y análisis de estos parámetros se podrá obtener una base de simulación de daños para la estimación de conclusiones, recomendaciones y líneas futuras.

3.1 Clasificación y cuantificación de los modificadores de comportamiento.

En el emprendimiento de esta investigación se clarifico metodologías aplicables al caso de estudio, de tal manera se abordó lo métodos empíricos y analíticos los cuales están basados en el entendimiento de las experiencias sobre el entendimiento del comportamiento de tipos de edificaciones ante un evento sísmico, para la identificación de las deficiencias sísmicas potenciales y la evaluación de la resistencia de las estructuras a los movimientos del terreno utilizando modelos mecánicos de respuesta estructural

La primera clasificación de vulnerabilidad es la escala Macro-sísmica europea EMS-98 (Grünthal, 1998), donde se asigna una cualificación de la A (más vulnerable) a la F (menos vulnerable), otro ejemplo de valoración cuantitativa es el índice de vulnerabilidad de (Benedetti y Petrini, 1984; Yepez, 1996), donde se asigna un índice numérico a cada edificación previo a una inspección, estos valores ponderados conducirían finalmente a un índice de vulnerabilidad.

Algunas de esta metodologías toman en cuenta modificadores de comportamiento urbanos, ejemplo de ello es el proyecto del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, el cual da un valor a la configuración de las plantas arquitectónicas y la elevación de las edificaciones, como estos proyectos existen estudios posteriores que profundizan el estudio de los parámetros Urbanos con correlación con el daño ante eventos sísmicos, entre ellos podemos citar a los proyectos de Risk/UE (2003), Giovinazzi (2005), Lantada (2007), Feriche (2012).

3.2 Soporte Posibilitante.

El Soporte posibilitante se estructura por todas las herramientas técnicas, informáticas, físicas y metodológicas utilizadas para llevar a cabo los fines de la investigación a continuación describimos dos herramientas de evaluación y tratamiento de datos.

3.2.1 Parámetros Urbanos de evaluación

Los parámetros urbanos por analizar son tomados de la base teórica de los múltiples estudios, metodologías de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, y que sean aplicables de manera global a este estudio. Mismos parámetros que constaran en la ficha de evaluación entre los cuales se detalla a continuación: Irregularidad en planta, Irregularidad en Elevación, El muro Urbano Piso Blando, Piso débil, Columna Corta, Tipología Edificatoria, Usos, Posición dentro de la manzana, Tipo de suelo, Topografía, pendiente, Año del sistema Constructivo. Como herramienta de evaluación se elaboró una Ficha Evaluación De Vulnerabilidad Sísmica, misma que fue utilizada para la valoración de 525 edificaciones de 3 zonas de estudio.

Tabla 1: Ficha de evaluación de vulnerabilidad sísmica

<table>
<tr><th colspan="6">FICHA DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</th></tr>
<tr><td rowspan="6"></td><td colspan="5">DATOS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">CÓDIGO DE FICHA</td><td>Zona</td><td>Manzana</td><td colspan="2">Parcela</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Dirección</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Tipo de uso</td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>Año de construcción</td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Esquemas de la edificación (planta, elevación)</td><td>Fotografía</td><td colspan="4">Mapa referencial</td></tr>
</table>

MODIFICADORES DE	CÓDIGO	CÓDIGO DE	CÓDIGO DE NIVEL ALTO

COMPORTAMIENTO		DE NIVEL BAJO construido antes de 1977	NIVEL MEDIO construido entre 1977 y 2001	construido a partir del 2001
Nivel de Código		+0,16	0	-0,16
Altura o número de plantas	Baja (1-2 PISOS)	-0,04	-0,04	-0,04
	Media (3,4 o 5 pisos)	0,00	0	0
	Alto (6 o más)	+0,08	+0,06	+0,04
Irregularidad en planta	Forma	+0,04	+0,02	0
	Torsión	+0,02	+0,01	0
Irregularidad vertical	Forma	+0,06	+0,06	+0,04
	Torsión	+0,06	+0,06	+0,04
Columna Corta		+0,08	+0,08	+0,08
Morfología del Terreno	Pendiente	+0,02	+0,02	+0,02
	Quebrada	+0,04	+0,04	+0,04
Piso Blando		+0,08	+0,06	+0,06
Edificios Adosados (EA), posición en elevación	E.A misma altura	0,00	0,00	0,00
	E.A misma altura y otro más bajo	+0,02	+0,02	+0,02
	E.A más bajos	+0,04	+0,04	+0,04
	E.A misma altura y otro más Alto	-0,02	-0,02	-0,02
	E.A más altos	-0,04	-0,04	-0,04
Edificios Adosados (EA), posición del edificio en la manzana	Intermedio	-0,04	-0,04	-0,04
	Esquina	+0,04	+0,04	+0,04
	Terminal	+0,06	+0,06	+0,06
Tipo de Suelo	Tipo de suelo C	+0,04	+0,04	+0,02
	Tipo de suelo D	+0,06	+0,06	+0,04
	Tipo de suelo E	+0,08	+0,08	+0,06
	Tipo de suelo F	+0,08	+0,08	+0,08
PUNTAJE FINAL (S). (Sumatoria)				

S > 0,5	Alta	GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
0,3 < S <0,5	Media	
S < 0,3	Baja	

Nota: Los valores de puntuación de la tabla para cada modificador de comportamiento, se han determinado a través es una ponderación de los estudios previos.

3.2.2 Análisis Estadístico.

El objetivo de este estudio es conocer si los parámetros urbanísticos están relacionados con el daño. Para encontrar esta relación, además de un análisis de correlación, que puede no resultar conclusivo, definimos un índice de discriminación. Este tipo de índice de discriminación se usa en el análisis de ítems de pruebas objetivas, e indica en qué medida un ítem discrimina, ordenando a los candidatos con relación a las puntuaciones obtenidas en la prueba que se analiza.

Este índice de discriminación será una operación realizada a cada parámetro urbanístico, para indicar en qué medida un nivel discrimina (diferencia a los niveles que pertenecen a Edificios con daño estructural y sin daño o daño no estructural), ya que compara el porcentaje de edificios con daño estructural de un determinado nivel de un parámetro Urbanístico con el porcentaje de edificios que no tienen daño estructural de ese mismo nivel del parámetro urbanístico seleccionado.

Los valores extremos que puede alcanzar este índice son 0 y ±1. El valor 0 del índice de discriminación se daría cuando el porcentaje de edificios con daño estructural o sin daño estructural sea igual. Los valores +1 y -1 son los valores máximos de este índice. En el mejor de los casos su valor será -1 cuando todos los edificios que no han tenido daño estructural correspondiesen al nivel del parámetro elegido. El mismo razonamiento se utiliza para indicar que si el índice de discriminación es +1, indicaría que todos los edificios que han tenido daño estructural corresponderían al parámetro urbanístico del nivel estudiado.

Los niveles con discriminación negativa estarían relacionados con el “sin daño” y “daño no estructural” y valores positivos con el “daño estructural”. Los valores que discriminan mucho serían de -0.5 a -1, corresponderían a los niveles menos relacionados con el daño y de +0.5 a +1, niveles muy relacionados con el daño estructural. (Martínez, 2014)

1. Cálculo del índice de discriminación, definido de la siguiente forma:

$$I= (D/TD) – (SD/TSD) \qquad (1)$$

Donde,

I= índice de discriminación

D= N. de edificios de un nivel de un parámetro urbano con daño

TD= N. total de edificios con daño

SD= N. de edificios de un nivel de un parámetro urbano sin daño

TSD= N. total de edificios sin daño

Una vez calculado los índices de discriminación, se hace un cambio de escala para que todos los índices calculados estén entre el 0 y 1. Para ello, los valores negativos le damos el valor 0 y los valores positivos equivaldrían al valor 1. Con este cambio de escala se obtiene la probabilidad asociada a cada uno de los parámetros urbanísticos con el parámetro “Daño". Los parámetros con denotación 0 no tendrán correlación con el daño y los parámetros con denotación 1 si tienen correlación con el daño.

3.3 Ámbito de actuación y delimitación de la zona de estudio.

Ecuador, oficialmente denominado República del Ecuador, se halla situada en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona tórrida del continente americano y en una de las zonas de más alta complejidad tectónica, al reducir la escala de nuestra perspectiva y enfocarnos en las costas del Océano Pacífico, podemos entender cuáles fueron las fuerzas dinámicas que hacen que el Ecuador se encuentre en el denominado "Cinturón de Fuego del Pacífico" donde la Placa Nazca se hunde (o se subduce) bajo la Placa Sudamericana a una velocidad de 60 mm/ año y con una dirección aproximada Este-Oeste (Trenkamp, 2002). Esta interacción entre placas hace que se acumulen esfuerzos tanto en zona de contacto como en la parte interna de las placas continental y oceánica.

El 16 de abril del año 2016 todo el territorio ecuatoriano fue sorprendido por un sismo de magnitud 7.8 Mw. con epicentro en la costa ecuatoriana entre las provincias de Esmeraldas y Manabí, afectando alrededor de 10 ciudades costeras, dejando como saldo de destrucción entre el 70 – 90% de las localidades, 670 fallecidos, 6274 heridos, 28.678 albergados, constituyéndose así el sismo más destructivo inscrito desde el terremoto del año 1987.

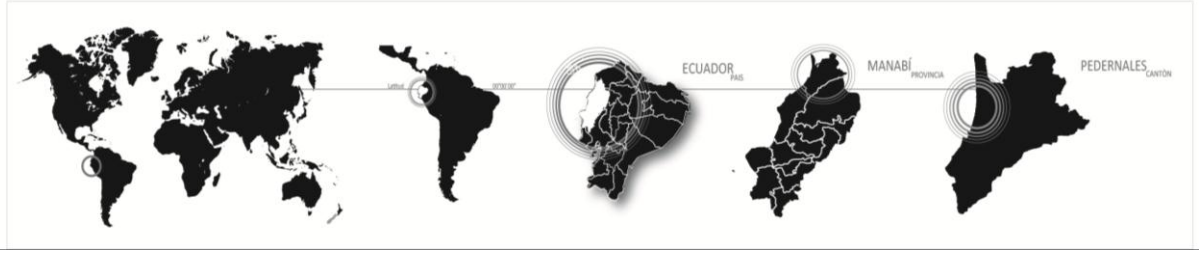
La historia sísmica del Ecuador, y sus ciudades como testimonios históricos de los hechos reconoce que desde 1541 hasta la actualidad, se han registrado 38 terremotos de intensidad igual o mayor a VIII en la escala de intensidad MSK, contabilizando los sismos de intensidad VI se deberá añadir 86 eventos al registro histórico, con epicentros que cubren prácticamente todo el territorio ecuatoriano, con zonas de mayor y menor concentración de eventos, dejando en evidencia que todo el territorio ecuatoriano está expuesto a este tipo de fenómenos de carácter impredecible, sin embargo a través del entendimiento de los hechos se puede deducir que en promedio cada 20 años el País ha tenido que sobrellevar una catástrofe de orígenes naturales. De igual manera a través de la usanza áspera descrita en la historia se sabe que los sismos con mayor magnitud se han registrado en el Litoral Ecuatoriano, y esto a procedencia de la zona de subducción en la que se encuentra ubicada, formando parte del “cinturón de fuero” en la costa oriental del océano pacifico, zona del planeta denominada así por ser la más susceptible a experimentar los efectos de terremotos y erupciones volcánicas, además de ser el origen del mayor terremoto que conoce la historia humana. Este terremoto alcanzó una magnitud de 9.5 en la escala sismológica de Richter y se produjo en el sur de Chile en 1960.

La zona de estudio, Ciudad de Pedernales es una parroquia urbana y cabecera cantonal que conjuntamente con las parroquias rurales Cojimíes, 10 de Agosto y Atahualpa conforman el Cantón Pedernales, se localiza al norte de la provincia de Manabí en Ecuador; geográficamente ubicado en la mitad del mundo, posee una superficie de 1.932,20 Km2. Su población es de 55.128 habitantes.

Gran porcentaje del área urbana se encuentra asentada sobre terrenos irregulares, donde las edificaciones se han adaptado al terreno, proyectadas desde el campo de la informalidad y el autoconstrucción por parte de los habitantes, siendo una problemática generalizada en las edificaciones de la ciudad, aportando de manera decisiva en los nieles de vulnerabilidad que posee la ciudad, aun mas considerándose una ciudad con riesgo sísmico.

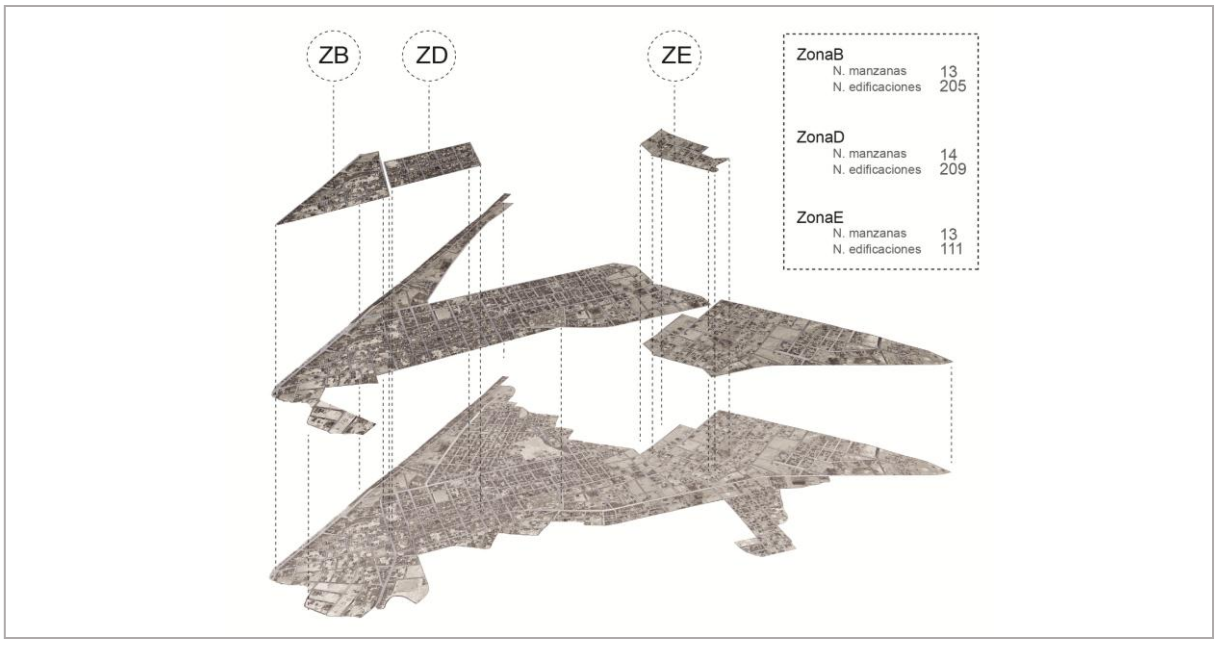
En la zona urbana la infraestructura habitacional está conformada por viviendas de hormigón armado en un alto porcentaje (especialmente en el centro urbano), viviendas de Construcción mixta en los barrios periféricos de la ciudad y una gran cantidad en los sectores marginales cuentan con casa de madera, predominantemente de Bambú guadua. Pedernales posee un total de 11.921 edificaciones para uso Habitacional de las cuales 4.382 edificaciones corresponden a la cabecera parroquial significando el 39.74% de la Totalidad de edificaciones en el cantón.

Figura 1: Referencia de Ubicación de la Zona de estudio.



En el ámbito de aplicación en la zona de estudio, para la construcción de la base de datos es necesario identificar muestras de zonas urbanas que serán delimitadas en base al análisis y reconocimiento de los núcleos urbanos de planificación descritos previamente en el presente trabajo, se concluye definir 3 zonas para la aplicación de la metodología, que tengan la representatividad para el resto de la ciudad en base a características comunes, se delimitara una zona de la franja costera (ZB) que presente una mayor afectación y que posibilite la identificación de los modificadores de comportamiento que puedan tener correlación con los daños tras el terremoto, así mismo se definirá una zona en el centro urbano (ZD) de la ciudad y una tercera zona que representa a las zonas de expansión (ZE).

Figura 2: Delimitación de las zonas de estudio.



Nota: El análisis descriptivo de los motivadores de comportamiento estudiados y la presentación de los resultados se los realizará de manera global, es decir los resultados presentados será en primera instancia de las zonas de estudio B, D, F.

4. Resultados e identificación de la correlación con el daño.

En este trabajo se han expuesto las metodologías usadas para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las ciudades, profundizado en las metodologías, evaluando los modificadores por

comportamiento que aumentan o disminuyen los índices básicos de vulnerabilidad de acuerdo con parámetros urbano - arquitectónicos. El planteamiento del análisis de la ciudad propuesto ha permitido determinar cuáles son los modificadores por comportamiento que se proyectan con incidencia y correlación de daños, se ha identificado 25 parámetros de análisis, incluidos sus subniveles.

La metodóloga de evaluación se ha aplicado desde lo general a lo particular, haciendo un reconocimiento de toda la ciudad y sus características para concluir en 3 zonas, delineadas por su tipo de implantación, año de construcción, tipo morfología arquitectónica, y en sus equivalencias morfológicas particulares y de contexto, al resto zonas de la ciudad. Se estudió a 525 edificaciones, a través de la ficha de evaluación previamente desarrollada y codificada en base a la Zona, Manzana y Predio a ser evaluado.

El levantamiento de información en campo, se las realizó en dos jornadas de trabajo en la ciudad de Pedernales, toda esta información sirvió para la composición de la base de datos que ingresados y tabulados al software sistema de información geografía arrojaría los resultados finales.

El Sistema de Información Geográfica permitió el tratamiento de la información para obtener mapas geográficos - temáticos de identificación de resultados de acuerdo con la tabulación de datos, estudio, estadísticas y modificadores de comportamiento.

Finalmente, en base al índice de discriminación se logró identificar los parámetros urbanísticos y modificadores de comportamiento que poseen correlación con los daños registrados posterior al terremoto del 16 abril del 2016 a través de métodos estadísticos.

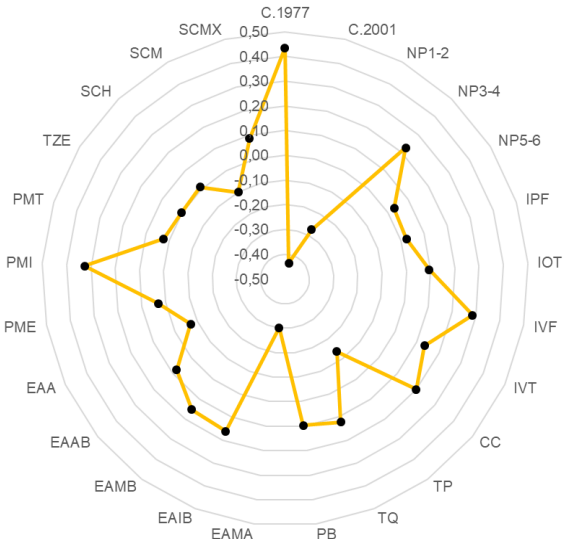
Tabla 2: Identificación de parámetros urbanos y su correlación con el daño

n.	**Código**	**Descripción**	Edificios con daño mc	Edificios sin daño-daño leve mc	Índice correlación con el daño (i)	% recurrencia de daños
1	C.1977	Código nivel bajo, construido antes de 1977	223	169	0,43	12,12
2	C.2001	Código nivel medio, construido entre 1977 y 2001	1	132	-0,43	0,05
3	NP1-2	Número de pisos 1-2	157	293	-0,27	8,53
4	NP3-4	Número de pisos 3-4	53	3	0,23	2,88
5	NP5-6	Número de pisos 5-6	7	0	0,03	0,38
6	IPF	Irregularidad planta-Forma	25	26	0,03	1,36
7	IOT	Irregularidad planta-torsión	24	4	0,09	1,30
8	IVF	Irregularidad vertical-Forma	136	97	0,28	7,39
9	IVT	Irregularidad vertical-torsión	31	1	0,14	1,68
10	CC	Columna Corta	48	4	0,20	2,61
11	TP	Terreno-Pendiente	89	161	-0,14	4,84
12	TQ	Terreno-quebrada	64	0	0,12	3,48
13	PB	Piso Blando	126	140	0,10	6,85
14	EAMA	Edificio adosado misma altura	117	248	-0,30	6,36
15	EAIB	Edificio adosado misma altura y otro más bajo	40	5	0,16	2,17
16	EAMB	Edificio adosado más bajos	35	1	0,15	1,90
17	EAAB	Edificio adosado misma altura y otro más alto	22	6	0,08	1,20

18	EAA	Edificio adosado más altos		11	36	-0,07	0,60
19	PME	Posición manzana Esquina		39	43	0,03	2,12
20	PMI	Posición manzana Intermedio		137	86	0,33	7,45
21	PMT	Posición manzana Terminal		8	3	0,03	0,43
22	TZE	Tipo de suelo E		224	300	0,00	12,17
23	SCH	Sistema constructivo Hormigón		172	228	0,01	9,35
24	SCM	Sistema constructivo madera		2	33	-0,10	0,11
25	SCMX	Sistema constructivo mixta		49	40	0,09	2,66

Nota: El análisis descriptivo de los motivadores de comportamiento estudiados y la presentación de los resultados se los realizará de manera global, es decir los resultados presentados será en primera instancia de las zonas de estudio B, D, F.

Figura 3: Índice de Correlación con el Daño.



Nota: Los parámetros con denotación “0” no tendrán correlación con el daño y los parámetros con denotación “1” si tienen correlación con el daño. El significado de la nomenclatura esta detallado en la Tabla 2.

Los resultados obtenidos de acuerdo al estudio planteado para identificación de los modificadores de comportamiento que poseen correlación con los daños son:

- Las construcciones realizadas sin un diseño sismo-resistente,
- Las edificaciones de 3 a 4 pisos y las edificaciones de 5 a 6 pisos.
- Edificaciones con irregularidad en planta,
- Edificaciones con Irregularidad planta-torsión
- Edificaciones con Irregularidad vertical-Forma
- Edificaciones Irregularidad vertical-torsión
- Las edificaciones ubicadas en el perfil Costero que posee un desnivel de 25 a 30 metros

- Piso blando, identificado en las edificaciones del centro de la ciudad, edificaciones continuas con portal.
- Edificios adosados con edificaciones más bajas Sistema constructivo de Hormigón.

5. Conclusiones y líneas futuras

En base al estudio cronológico del crecimiento urbano se identificó que la ciudad de Pedernales desde sus orígenes se desarrolló en su centro Urbano con una tipología arquitectónica de Portal, características propensas a generar edificaciones vulnerables como lo establece el análisis de edificaciones, siendo las edificaciones con tipología de portal en planta baja, estructuras con piso blando., modificador de comportamiento que tiene correlación con el daño de acuerdo a los resultados obtenidos.

En base a procesos de información geográfica y reconocimiento del sitio que pedernales se encuentra asentada sobre un terreno accidentado, se identificó una falla geológica que recorre toda la franja costera sobre la cual se han implantado varias edificaciones de altura y tras el terremoto colapsaron todas.

Otro factor identificado es el tipo de suelo en el sector, un suelo inestable tras la incidencia de agentes externos, se halló datos técnicos que definía que la capacidad portante del suelo se había reducido en el sector por efectos del sismo, producto de esto, gran porcentaje de las edificaciones fueron afectadas.

En base a este estudio se comprobó que modificadores de comportamiento establecidos en la normativas urbano – arquitectónicas de la ciudad están relacionadas con los efectos negativos del terremoto como, por ejemplo: tipo de adosamiento, altura de edificación, zonas urbanizables, columna corta, piso blando, irregularidad en elevación.

Otra de las principales problemáticas reconocidas en la zona de estudio es la construcción informal, que agudiza en gran medida los niveles de vulnerabilidad y la exposición de sus habitantes a sufrir efectos adversos antes un evento sísmico.

No se evidenció movimientos en masa producto del terremoto.

Con el presente estudio se pone de manifestó que la reducción de los efectos de los sismos no es solamente es responsabilidad de las ciencias estructurales sino que es una responsabilidad multi e interdisciplinar en concordancia lógica a la diversidad de factores que se involucran para hacer de un entorno más o menos vulnerable, como se planificó esta investigación, donde se abordó temas Sociales, Urbanos, Arquitectónicos, Geológicos, geográficos, caracterización y estudio de suelos, temas estructurales, nuevas tecnologías de análisis, Sistema de información geográfica, análisis estadísticos, trabajos de campo, Intervención y aporte de la comunidad, etc. Para establecer el panorama real de las ciudades con riesgo sísmico, que se desarrollan desde la informalidad en las diferentes áreas, perpetuando el ciclo destructivo de los terremotos.

Es necesario el entendimiento de la evocación de la historia que instaura una inevitable relación entre el ser humano, las ciudades y los fenómenos naturales, en este caso evidenciado como la amenaza sísmica latente, definida como un peligro de carácter natural, con una probabilidad de manifestarse en un lapso determinado, y en un momento indeterminado, dejando lo como certeza que sucederá y para lo cual las ciudades deben estar preparadas.Como línea futura al presente trabajo se plantea que los resultados arrojados sean la base paliativa para el repensar de las políticas de Gobernanza Urbana y sus normativas, es necesario establecer los lineamientos especiales para el desarrollo de las ciudades costeras con riesgo sísmico, tomando en cuenta que varios de los factores

analizados y que poseen correlación con el daño, se encuentra establecidos por la normativa urbana vigente de la ciudad.

Se concluye este trabajo dejando sobredicho que esta investigación es la base que pone de manifiesto la problemática generalizada en el Ecuador, con múltiples fuentes de riesgo natural, sobre ciudades frágiles, por tal motivo queda mucho trabajo por delante y problemáticas manifiestas por resolver, en busca de ciudades más seguras, es necesario el Re-pensar antes que el Re-construir.

6. Bibliografía

Benedetti, D., Petrini, V. (1984). “Sulla vulnerabilitá sismica di edifici in muratura i proposte di n metodo di valutazione. L'industriadelle Construzioni” 149, 66-74.

Davis, I. (1980), Arquitectura de Emergencia, Tecnología y Arquitectura, Barcelona, Gustavo Gili Piñón, J. (2010), Puerto Príncipe Haití, Propuesta de Recomposición Urbanística de la Franja Costera, Valencia, Cuadernos IN-UR.

Demoraes f., D’ercole r. (2001). Cartografía de riesgos y capacidades en el ecuador. mapas de amenazas, vulnerabilidad y capacidades en el Ecuador: Los desastres, un reto para el desarrollo,1, pp.65.

Demoraes, D’ercole. (2001), Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador, Oxfan, Quito, 65pp.

Feriche, M., Vidal, F., Alguacil, G. and Navarro, M. (2012). “Daños causados en construcciones de Lorca por la serie sísmica de 2011”. Homenaje a la profesora Maria Dolores Romacho Romero. Editorial Universidad de Almeria. 99-117 pp.

Giovinazzi, S. and Lagomarsino, S. (2002). WP04: Guidelines for the implementation of the I level methodology for the vulnerability assessment of current buildings. Geno, Italy.

Guevara, L.T. (2000). “Planificación urbana y riesgo sísmico”. Memorias del Seminario Internacional de Riesgo Sísmico. Sociedad de Ingenieros de Quindío y Universidad de Quindío, Armenia, Colombia.

Guevara, L. T. (2003). “La planificación urbana en zonas sísmicas: la normativa de zonificación y la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones”. Proyecto V&G. Venezuela. 26pp.

Lantada, N. (2007). “Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS. Aplicación a la ciudad de Barcelona.” Tesis Doctoral. Dpto. Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.325 pp.

Martínez S. (2014) “Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica Urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación a la ciudad de Lorca, región de Murcia.” Tesis Doctoral. Dpto. de ingeniería Topografía y cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. pp. 287

Martínez Cuevas, S., Morillo Balsera, M.C., Cervera Bravo, J., Benito Oterino, B., San Millán Escribano, M., GasparEscribano, J., Torres Fernández, Y. (2015). “Evaluación de los modificadores por comportamiento urbanos que afectan al daño en los terremotos. Aplicación al terremoto de Lorca. Congreso Internacional sobre intervención en obras arquitectónicas tras sismo Laquila (2009), Lorca (2011) y Emilia Romagna (2012)", 13 y 14 de mayo de 2015, Murcia. pp. 237-256.

NEC (2014), “Norma Ecuatoriana de la Construcción. Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente”, Dirección de Comunicación Social, MIDUVI, Ecuador, pp. 134.

Trenkamp R., Kellogg J., Freymueller J., Mora H. (2002). “Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations”. Journal of South American Earth Sciences. Columbia. Pp.15