

# Vulnerabilidad Sísmica en la ciudad. Un desafío a enfrentar en la Planificación Urbana

---

NORA ELSA NACIF, MARÍA DEL PILAR ESPINOSA <sup>1</sup>

---

## ABSTRACT

En ciudades de alto riesgo sísmico ante el problema aún no resuelto de la Predicción Temporal, la Prevención, debe constituir un Proceso Continuo dentro de un Proyecto Urbano, abordando la problemática sísmica inserta en la temática general del desarrollo urbano con un enfoque ambiental. Ello significa la consideración del sismo como condicionante ineludible del medio natural, en las diversas escalas de la planificación y proyectación, para un desarrollo urbano armónico. En este trabajo, realizado para la ciudad de San Juan, Argentina, se plantea alcanzar "niveles aceptables de vulnerabilidad" en las áreas urbanas más expuestas al Riesgo Sísmico. La vulnerabilidad sísmica urbana se entiende como la propensión de personas, bienes y actividades, a sufrir daños o modificaciones, ante los efectos de terremotos de alta intensidad. Se ordena en dos etapas: en la primera se analizan las densidades de población y construcción aceptadas por la normativa vigente relacionándolos con los valores de los Coeficientes de Vulnerabilidad de los distintos sectores urbanos, en tanto que la segunda etapa se orienta a la propuesta de niveles aceptables de vulnerabilidad. Las conclusiones del trabajo representan pautas para el planteo de futuras estrategias de intervención urbana.

---

## 1- INTRODUCCIÓN

Desde la óptica ambiental del desarrollo urbano, se entiende al Ambiente como un sistema interactuante integrado por el conjunto de los subsistemas: natural, construido y socio-cultural. Este enfoque implica la interrelación de los principales condicionantes del subsistema natural con los elementos del subsistema construido.

Considerando que en las ciudades existe un alto grado de artificialización del sistema natural, se infiere que los fenómenos físicos de tipo natural, como el sismo, deben tenerse en cuenta en todas las actividades que en ellas se realizan para evitar daños sociales y económicos.

A su vez, y recíprocamente, el medio construido puede impactar positiva o negativamente sobre los condicionantes del medio natural y es en ese sentido que la prevención sísmica debe constituir un proyecto continuo para un desarrollo urbano armónico.

El caso de estudio, es la ciudad de San Juan, ubicada en una zona árida que coincide con la de mayor actividad sísmica de Argentina, como lo demuestran los numerosos terremotos destructivos que la han afectado en los últimos 100 años, entre los que se destaca el terremoto del 15 de enero de 1944, que ocasionó la pérdida de 10.000 habitantes (10% de la población de ese momento), produjo la destrucción casi total de la ciudad y afectó la estructura íntegra de la Provincia.

Esta experiencia fue aprovechada positivamente para lograr la ciudad reconstruida de nuestros días, que tiene alrededor de 400.000 habitantes, un patrimonio habitacional de aproximadamente 100.000 viviendas, de las cuales el 63 % han sido construidas bajo normas de sismorresistencia, al igual que el 100% de los edificios institucionales. No obstante ello, aun queda un 37 % de viviendas No Sismorresistentes que representan un porcentaje relativamente alto, considerando el riesgo sísmico que tiene la zona.

El área urbana denominada Gran San Juan constituye una conurbación conformada por el Departamento Capital y las áreas urbanas de cinco departamentos aledaños. El rápido crecimiento en extensión con baja densidad que ha experimentado la ciudad en los últimos cincuenta años, y la tendencia a que esta situación continúe, se manifiesta a través de las bajas densidades poblacionales registradas en los últimos censos.

## 2- VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA CIUDAD DE SAN JUAN

El estudio de la vulnerabilidad urbana representa un diagnóstico detallado de la situación sísmica, que permite conocer exhaustivamente los problemas que presenta la ciudad respecto al sismo: *"Se entiende por Vulnerabilidad a la propensión de personas y de bienes, y también de las actividades que se realizan, a sufrir daños o modificaciones, en caso de ocurrencia de sismos de intensidad considerable.."* (Roitman, Dora, 1996)

El concepto de vulnerabilidad sísmica adoptado tiene, ex profeso, una vinculación directa con el de desarrollo urbano. En esta concepción, la vulnerabilidad es eminentemente un concepto de interrelaciones entre algunos elementos físicos de la estructura urbana y la población involucrada.

En San Juan se puede detectar que sólo el 50% de los sectores urbanos tienen Vulnerabilidad Baja, el 28% Media y el 20% Alta y Muy Alta. En ello, incide el relativamente alto porcentaje de viviendas No Sismorresistentes que tiene toda el área urbana (37%), dado que el coeficiente de vulnerabilidad directa

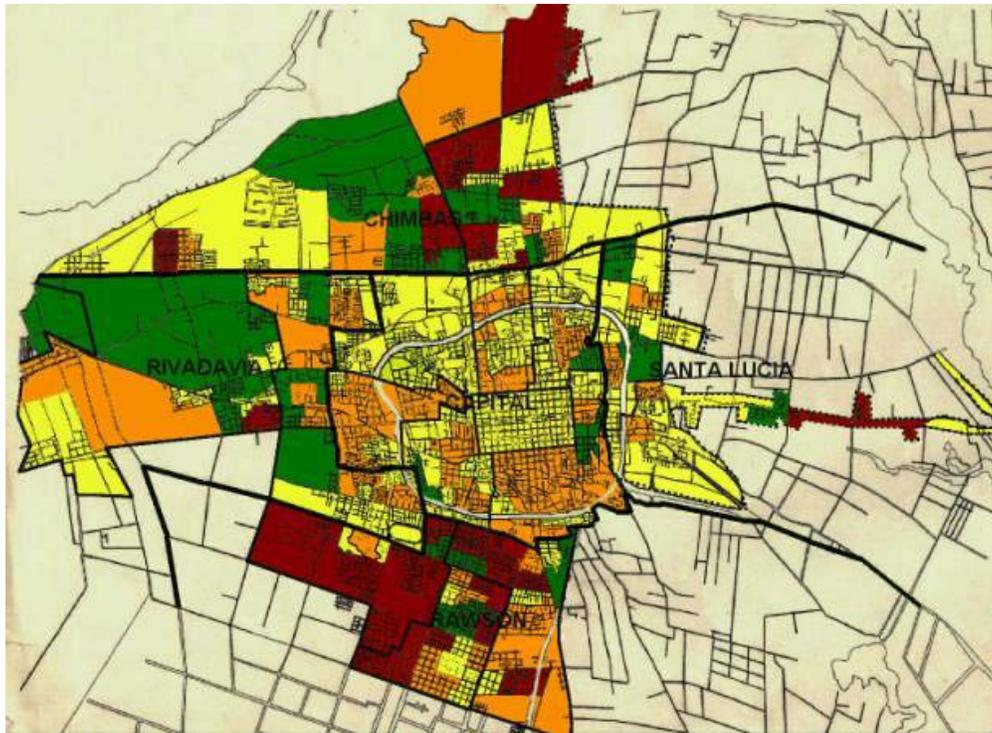
involucra población, calidad y cantidad de viviendas. Como medio físico antropizado, su capacidad de respuesta al condicionante sismo, no es la más adecuada a la luz de estos valores, debido a que se ve afectada la vulnerabilidad de un porcentaje considerable de sectores urbanos. En este sentido, los movimientos sísmicos no implicarían un desastre en sí mismos, el desastre sobrevendría al no considerar la presencia de estos fenómenos naturales en la planificación del desarrollo urbano de las zonas sísmicas:

*"Hoy en día se considera superada la visión de los desastres naturales como fenómenos propios de la naturaleza cuya ocurrencia, características y magnitudes del daño son independientes de la acción humana".(Jordan y Sabatini, 1988)*

*"Se debe entender, entonces, que los llamados "desastres naturales" no existen en la realidad. Existen fenómenos de tipo natural que eventualmente pueden tener alguna repercusión sobre el hombre, si éste no los considera en el uso y manejo de los recursos en cualquier actividad en general".(Hajek y Espinoza, 1986)*

Espacializando gráficamente los coeficientes de vulnerabilidad, se llega a obtener planos que representan una evaluación de las condiciones sísmicas en un momento específico. Los cortes temporales que se pueden realizar, en función de los datos disponibles, permiten conocer la evolución de las características de vulnerabilidad hasta la situación actual, representada en el Plano N°1.

### Plano N° 1 - Vulnerabilidad Directa - Area Urbana de San Juan



REFERENCIAS:  Vulnerabilidad Directa MUY ALTA  Vulnerabilidad Directa ALTA  
 Vulnerabilidad Directa MEDIA  Vulnerabilidad Directa BAJA

- **Algunas Soluciones Posibles: Niveles Aceptables de Vulnerabilidad**

En este contexto se estudió el modo de alcanzar **Niveles Aceptables de Vulnerabilidad** en los sectores que presentan las situaciones más adversas, sobre la base de la corrección de los valores originales de vulnerabilidad directa.

Este planteamiento constituye un desafío en el que confluyen diversos aspectos a considerar, toda vez que, obtener Niveles Aceptables de Vulnerabilidad no significa **anular** la vulnerabilidad, ni significa sólo **reducir** el valor del coeficiente en base a la modificación del porcentaje de viviendas no sismorresistentes, sino que es un **estudio sísmico a escala urbana** que tiene los siguientes propósitos y características:

- Lograr un **equilibrio** en las interrelaciones de las variables que conforman el coeficiente.
- Aportar elementos de juicio para la etapa de definición de pautas que antecede a la de determinación de estrategias de intervención urbana.

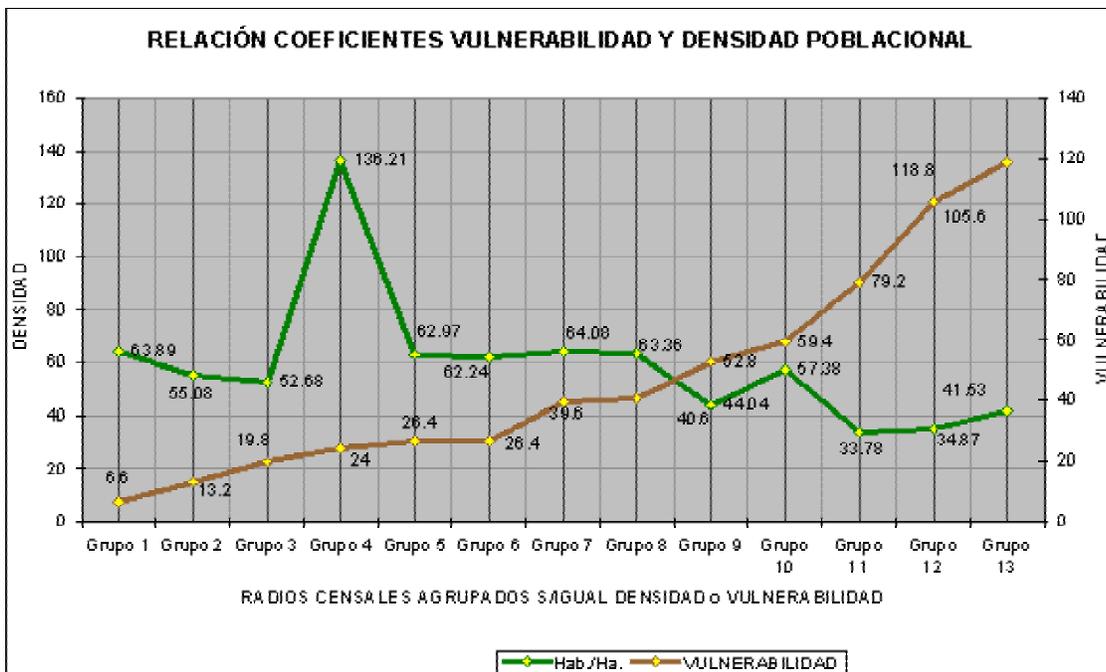
Desde otro punto de vista, el valor de la vulnerabilidad aceptable **no puede definirse como un valor único y general para todo el área de estudio**, sino que debe determinarse en función de las características urbanísticas del sector analizado.

- El coeficiente de vulnerabilidad no indica un valor absoluto de dicho sector sino relativo.

La vulnerabilidad aceptable debe representar además: **Riesgo Aceptable** para las personas y los bienes. Condición ésta que a su vez implica:

- Conocer y compatibilizar, a través de mapas de riesgo sísmico, a cuánto ascenderían los efectos esperables de un terremoto de características destructivas en el área.

Con estas premisas, la problemática sísmica no se aborda en forma aislada sino como parte de un proyecto de desarrollo urbano. En consecuencia, se estudian dos tipos de relaciones posibles entre los coeficientes de Vulnerabilidad Directa con los parámetros urbanos que guardan mayor relación con las variables que conforman su coeficiente: 1) La relación con la Ocupación del Suelo Urbano, 2) La relación con la Densidad de Población. Además se estudia la relación con el estado de la edificación del área urbana analizada.



**Figura N° 1 - Relación entre los coeficientes de Vulnerabilidad Directa y la Densidad Poblacional**

Del análisis del gráfico se infiere que en los radios de mayor vulnerabilidad, la población se agrupa en los rangos de densidades más bajas.

Ambos estudios, sumados a los datos sobre los porcentajes de viviendas no sismorresistentes, pertenecientes en su gran mayoría a algunos sectores de la periferia urbana y la baja densidad poblacional bruta global del Gran San Juan, 26 Hab./ha, permiten, sin necesidad de aumentar la Vulnerabilidad directa de cada radio, detectar un margen importante para efectuar propuestas de:

- Reemplazo de viviendas no sismorresistentes
- Densificación constructiva
- Densificación poblacional de los radios con densidades bajas y medias
- Recuperación de áreas intersticiales y de áreas libres

Cabe acotar que en el caso específico de la ciudad de San Juan los dos condicionantes del medio natural con una presencia más notable son el sismo y la aridez. Ellos promueven tendencias de ocupación del suelo absolutamente contrarias. Mientras el sismo genera una vocación expansiva, la aridez induce a la concentración. Es por ello que si bien las propuestas de densificación parecen de algún modo contraponerse a la prevención sísmica, en este caso lo que se intenta es encontrar una situación de equilibrio entre ambos condicionantes naturales del desarrollo urbano.

- **Vulnerabilidad “Aceptable”**

Con el objeto de **proponer soluciones** a los problemas detectados y **lograr niveles de vulnerabilidad aceptables** se construyó un diagrama a través de una matriz.

Esta matriz ordena y sistematiza el análisis de cada uno de los sectores. Con el diagrama se obtiene una tipificación de las propuestas, que representan pautas para el planteo de las estrategias de intervención.

El criterio seguido para la propuesta de adecuación de los niveles de vulnerabilidad es:

- Mantener el coeficiente de vulnerabilidad en niveles bajos y medios.
- Mantener el porcentaje de viviendas no sismorresistentes en el rango bajo y medio.
- Aumentar el número de viviendas del sector, siempre que ello no implique elevar el nivel de vulnerabilidad.
- Mantener el número de población existente. Si bien este número será consecuencia del aumento, o no, de viviendas propuesto.

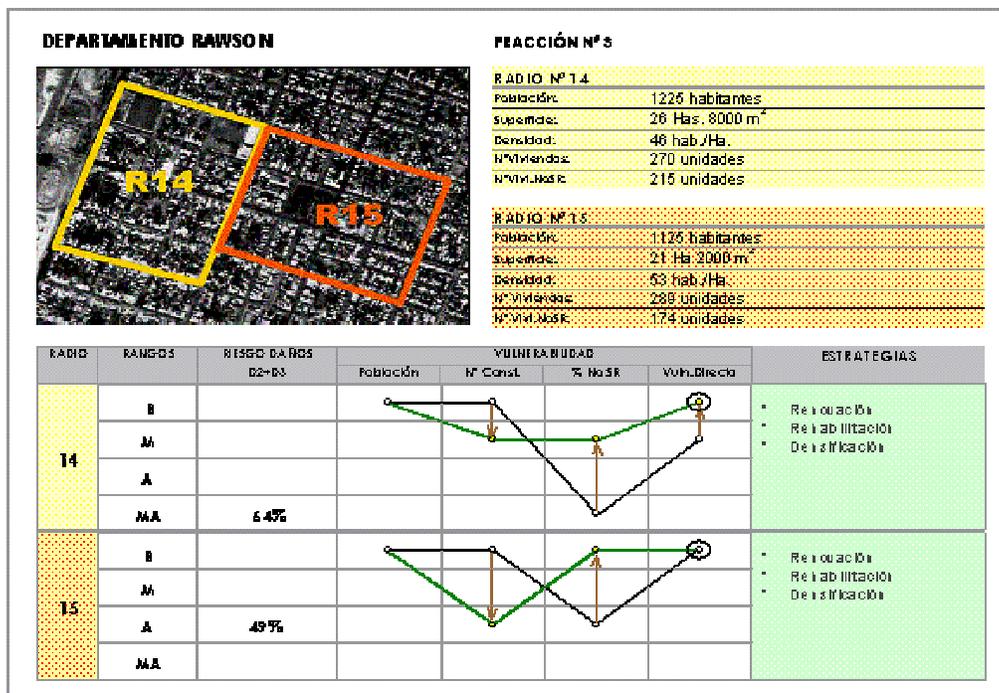
Cuando sólo se modifica el % de viviendas No S.R., significa una propuesta de reemplazo de viviendas en la misma parcela, teniendo en cuenta la premisa de no desarraigar a la población del medio al cual pertenece y siente como propio.

Estas pautas posibilitan proponer, en otra etapa de estudio, en aquellos sectores urbanos con probabilidad de daños importantes en elementos de su estructura interna la necesidad de una intervención urbana a través de distintas estrategias tales como:

- Rehabilitación
- Renovación
- Densificación
- Contención del límite urbano
- Urbanización y ocupación de terrenos vacantes.

Como complemento se adjunta una ficha de un sector del Gran San Juan (Figura N° 2), donde se incluye un análisis de la Vulnerabilidad y el Riesgo Sísmico del área para llegar a propuestas urbanas a modo de Estrategias de Prevención.

Figura N ° 2: Ficha de Áreas Prioritarias de Intervención Urbana



### 3- CONCLUSIONES

La problemática de las ciudades ubicadas en zonas de riesgo sísmico, en la forma que se ha abordado en el presente ensayo, aparece como inserta en la "macrotemática" del desarrollo urbano en el contexto de la dimensión ambiental.

En el ámbito de este marco de referencia, mediante un grado admisible de viabilidad, se intenta buscar alguna alternativa para la superación de los conflictos urbanos detectados, que no sólo se encuadran en la problemática sísmica, hasta alcanzar lo que hemos dado en llamar "niveles aceptables de vulnerabilidad sísmica", sino dentro de la problemática general del desarrollo urbano.

Respecto al estudio de la vulnerabilidad, se considera necesario remarcar que el concepto de vulnerabilidad es eminentemente un concepto de interrelaciones entre algunos elementos físicos de la estructura urbana y la población involucrada.

Con el diagrama de vulnerabilidad directa se obtiene una tipificación de propuestas que representan pautas para el planteo de las estrategias de intervención. Con dichas pautas, es posible entonces abocarse a otra etapa de estudio, la de plantear en aquellos sectores urbanos que presentan grados importantes de deterioro físico y/o funcional en elementos de su estructura interna, la necesidad de una intervención a través de distintas medidas determinadas como "sets de acciones" o estrategias, para revertir dicha situación, en plazos estipulados convenientemente. Las Estrategias debieran ser parte de un Plan Estratégico de Desarrollo Urbano. En ciudades de alto riesgo sísmico, la Prevención debe constituir un Proceso Continuo que considere como acción prioritaria la erradicación paulatina de edificaciones cuya calidad constructiva representa graves peligros, en caso de sismos destructivos.

Por otra parte las acciones también deben estar dirigidas a la provisión de espacios acondicionados para albergue de población damnificada, todo ello dentro de un Proyecto Urbano donde se contemplen aspectos específicos tales como, la extensión de la planta urbana y la densidad, entre otros.

La Prevención como herramienta de mitigación, desde el punto de vista urbano, significa considerar el sismo como condicionante ineludible del medio natural, en las diversas escalas de la planificación y proyectación.

### REFERENCIAS

Roitman, Dora y Otros , 1993/1995, "Ciudad y Sismo. Área urbana Gran San Juan". Proyecto Investigación GIUR-FAUD-UNSJ.

Roitman D. y otros , Año 1996, "Probables Efectos del Riesgo Sísmico Provocados por Movimientos de intensidad VIII y VII Esc. M.M.", Elaborados como proyectos de investigación de GIUR – FAUD-UNSJ.  
Jordán Fuch, Ricardo; Sabatini Downey, Francisco, 1988, "Economía política de los desastres naturales: prevención y capacitación", Revista EURE Vol. XIV N° 43 CIDU- IPU, Santiago, Chile.  
Hajek, Ernst; Espinosa, Guillermo, 1986, "En torno al entorno: algunas precisiones", Revista Universitaria XVII, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

---

<sup>1</sup> Las Autoras son Arquitectas y Magíster en Gestión del Desarrollo Urbano Regional.  
Lugar de Trabajo: Gabinete de Investigaciones Urbanas (GIUR) - Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) - Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) - Argentina.