

ACCIONES PARA LA MITIGACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE HOSPITALES EN VENEZUELA

J. Grases¹, A. Malaver² y M. Rondón³

1.- INTRODUCCION

En Venezuela la sismicidad se reparte principalmente a lo largo de una ancha franja de unos 100 km aproximadamente definida por los sistemas montañosos andinos, centrales y orientales

Desde el punto de vista geodinámico, los tres sistemas orográficos mencionados corresponden al afrontamiento de dos placas tectónicas diferentes entre sí; éstas son la placa Caribe al norte y la placa de América del Sur al sur. El límite principal entre éstas dos placas tectónicas se efectúa a través del sistema de fallas dextrales de Boconó, San Sebastián y El Pilar (Figura 1). Como consecuencia del funcionamiento dextral de este sistema de fallas, la placa del Caribe se desplaza hacia el oeste con respecto a la placa de América del Sur, generándose en este contacto de placa la mayoría de los sismos que han afectado el territorio venezolano

(1) Asesor OPS, Director CORAL 83 INGENIERIA DE CONSULTA, Caracas
(2) Director, CORAL 83 INGENIERIA DE CONSULTA, Caracas
(3) Oficial Responsable del Programa, OPS, Caracas

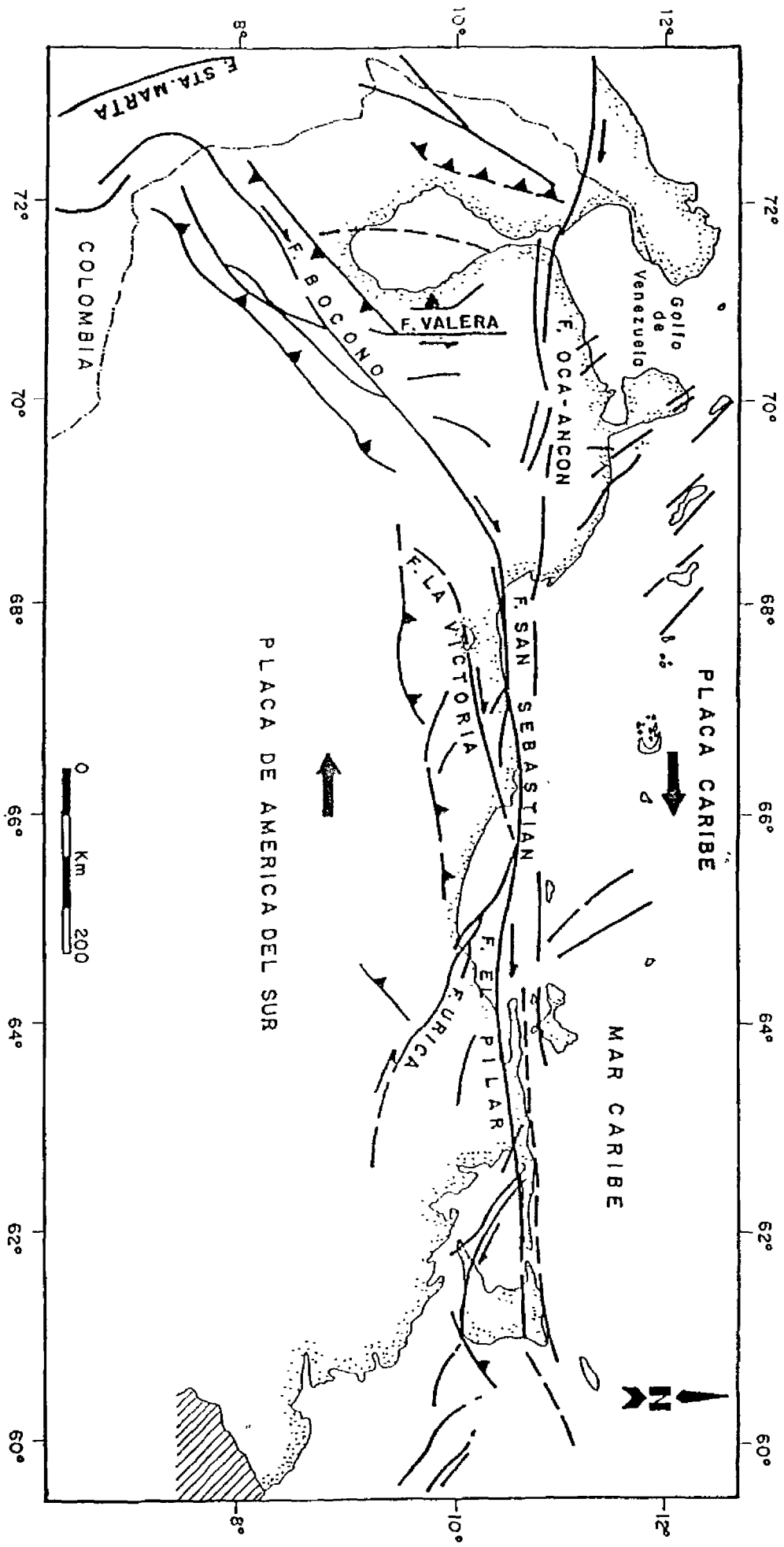


FIGURA 1 PRINCIPALES FALLAS ACTIVAS EN VENEZUELA

En Venezuela entre 1530 y 1990 han ocurrido más de 150 eventos sísmicos que han causado algún tipo de daños en localidades venezolanas (Malaver, 1994). Por tanto, unos de los mayores potenciales de pérdidas humanas y materiales esta representado por los terremotos, debido a que aproximadamente el 75% de su población, así como un alto porcentaje de sus industrias, están concentradas en las zonas de más alto peligro sísmico del país. Estas zonas son las 3 y 4 (Figura 2) del mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería de la Norma para Edificaciones Antisísmicas COVENIN 1756 (COVENIN, 1982).

El número de instalaciones hospitalarias y/o centros de salud existentes en el país para el año 1986 era de 534 (Bacarreza, 1989). Al comparar su número de camas hospitalarias con la zonificación sísmica de la Norma COVENIN 1756, notamos que el 74,9% de éstas están ubicadas en las zonas de alta y elevada sismicidad, esto es: las de mayor peligro sísmico (Tabla 1).

TABLA 1
DISTRIBUCION DE CAMAS HOSPITALARIAS SEGUN LA
ZONIFICACION SISMICA DE LA NORMA COVENIN 1756-82

ZONA SISMICA	NIVEL DE PELIGROSIDAD	AREA TOTAL DEL PAIS (%)	CAMAS HOSPITALARIAS (%)
0	Despreciable	44	----
1	Baja	12	8,3
2	Moderada	15	16,8
3	Alta	16	17,7
4	Elevada	13	57,2

2.- METODOLOGIA

La metodología seguida para estudiar la vulnerabilidad sísmica de instalaciones hospitalarias en Venezuela, fue la siguiente (Figura 3):

2.1.- EVALUACION CUALITATIVA

Esta primera evaluación tienen como finalidad estimar el grado de vulnerabilidad, tanto estructural como funcional, del hospital y dar las recomendaciones pertinentes. De acuerdo a los resultados que arroje esta evaluación, se determinará si es necesario realizar estudios detallados (evaluación cuantitativa) por ser la vulnerabilidad alta o dar recomendaciones generales.

2.2.- EVALUACION CUANTITATIVA

Esta evaluación tiene como objetivo realizar estudios detallados de la instalación hospitalaria, para lo cual se deben ejecutar las siguientes actividades:

- 2.2.1.- Estudio de Amenaza Sísmica para determinar los parámetros que permitan realizar una evaluación sismorresistente de la estructura de la instalación hospitalaria.
- 2.2.2.- Recopilación de planos de Arquitectura y Estructura de la instalación hospitalaria y verificación en sitio de las dimensiones y áreas de acero indicadas en los planos
- 2.2.3.- Estudio de suelos en el área donde está ubicado el hospital.
- 2.2.4.- Toma de muestras de concreto y acero para ser ensayadas y determinar su resistencia.
- 2.2.5.- Modelaje y análisis de la estructura del hospital en su estado actual para determinar su grado de vulnerabilidad.

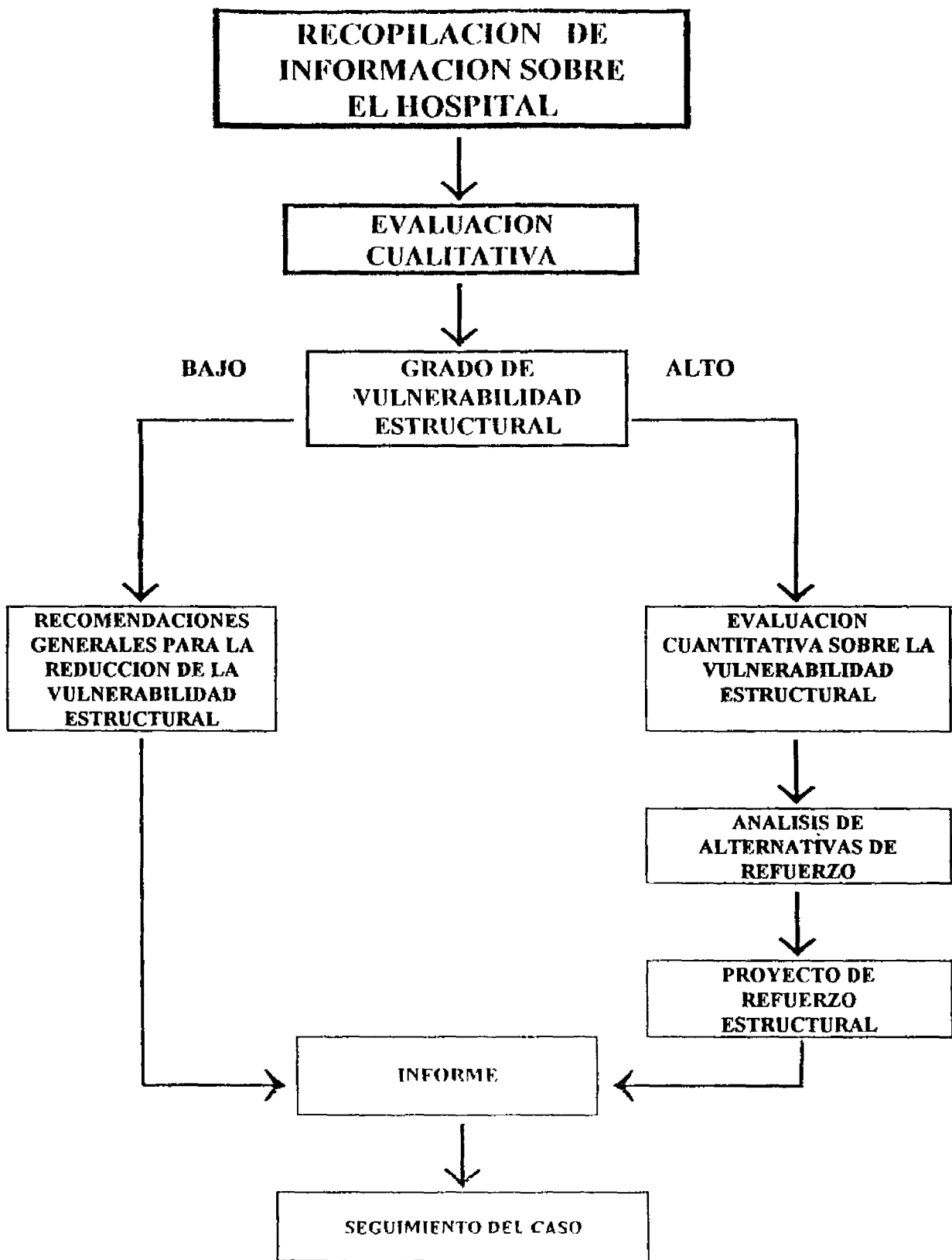


FIGURA 3. TOMA DE DECISIONES EN EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMORRESISTENTE DE INSTALACIONES HOSPITALARIAS

2.2.6.- Estudio de alternativas de refuerzo para adecuar la estructura del hospital a la normativa sismorresistente vigente en el país. Estas deben tomar en consideración la facilidad de ejecución, operatividad del hospital y bajo costo.

2.2.7.- Elaboración de proyecto de reforzamiento detallado de la estructura del hospital con el fin de adecuarlo a la normativa sismorresistente vigente.

3.- CASOS ESTUDIADOS

La metodología antes descrita se ha aplicado en los siguientes casos:

3.1.- HOSPITAL ANTONIO PATRICIO ALCALA

Este hospital ubicado en Cumaná, Edo Sucre, está conformado por un conjunto de 4 edificios, uno principal de 11 niveles y 4 anexos de 2 niveles cada uno. Adicionalmente, existen varios edificios auxiliares de un sólo nivel entre los que destacan: cocina-comedor, lavandería, talleres, almacén, servicios de Radioterapia y Unidad de Oncología (Grases, et al 1995).

3.1.1.- EVALUACION CUALITATIVA

La evaluación cualitativa realizada a los 4 edificios del hospital, revela que de todos, el edificio principal tiene el mayor grado de vulnerabilidad; por tanto, debe realizarse una evaluación cuantitativa del mismo para determinar su reforzamiento y de esa forma garantizar un comportamiento adecuado ante las acciones sísmicas prescritas en el código de diseño para la ciudad de Cumaná

3.1.2.- EVALUACION CUANTITATIVA

Para realizar esta evaluación se contó con los planos originales de Arquitectura y Estructura del edificio principal.

3.1.2.1.- ESTUDIO DE AMENAZA SISMICA

El estudio de amenaza sísmica para el sitio donde está ubicado el hospital arrojó una aceleración máxima horizontal del terreno de 0,43g, para una vida útil de 30 años y probabilidad de excedencia de 5%. Esta aceleración ha sido utilizada en concordancia con la norma sísmica COVENIN 1756-82 para el análisis de la estructura del edificio principal del hospital en su estado actual y en el estudio de las alternativas de refuerzo para adecuar la estructura a la normativa sismorresistente vigente en el país.

3.1.2.2.- ESTUDIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

De acuerdo al estudio de suelos realizado en el área donde está ubicado el hospital, se determinó que el mismo clasifica como suelo tipo S2 de acuerdo a la Norma COVENIN 1756.

De los ensayos de materiales realizados, se concluye que la resistencia media del concreto es 278,2 kg/cm² y el esfuerzo cedente promedio del acero es de 3.287,5 kg/cm².

3.1.2.3.- DESCRIPCION ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO PRINCIPAL

Es una edificación de concreto armado de forma rectangular que consta de 3 cuerpos, uno central y 2 laterales gemelos separados por juntas de construcción. La estructuración del edificio es a base de pórticos de concreto armado con una losa nervada de 30 cm de espesor.

El edificio central, de dimensiones 52 x 13,2 metros, tiene en dirección transversal 9 pórticos con vigas altas de tres vanos cada uno; en dirección longitudinal no tiene pórticos definidos, aunque en los ejes A y D los antepechos de 20 x 130 cm sirven como vigas. Los edificios laterales, de dimensiones 33 x 13,2 metros, tienen en dirección transversal 7 pórticos con vigas altas de tres vanos cada uno, y en dirección longitudinal su estructuración es idéntica a la del edificio central (véase Figura 4).

3.1.2.4.- ANALISIS DEL EDIFICIO EN SU ESTADO ACTUAL

Usando la información contenida en los planos y verificada en sitio, se elaboraron 2 modelos del edificio, uno basado en un sistema resistente de pórticos de concreto y el otro basado en un sistema compuesto por paneles de mampostería de arcilla integrados a los pórticos de concreto, para su análisis con el programa de cálculo automatizado ETABS. El espectro de respuesta utilizado fue el de la Norma COVENIN 1756-82, suelo tipo S2, con la aceleración obtenida en el estudio de amenaza sísmica (véase Sección 5.1.2).

Como resultado del análisis se evidencia que tanto el edificio central como los 2 laterales fallan, en ambos modelos, por flexión o flexocompresión en algunos de sus elementos e insuficiente resistencia a cortantes (falla frágil) en varios elementos, particularmente en los niveles inferiores.

3.1.2.5.- ALTERNATIVAS DE REFUERZO ESTRUCTURAL

Vistas las limitaciones en la capacidad de la estructura actual del edificio principal ante las cargas de diseño, se estudiaron dos alternativas de refuerzo para la adecuación estructural del mismo.

En las dos alternativas se aumenta la rigidez, en el sentido transversal del edificio por medio de la ampliación, hacia el exterior, de algunas columnas de las fachadas (ejes A y D). En la Alternativa 1, la rigidez en el sentido longitudinal se logra con grandes columnas adosadas a las fachadas de los edificios y unidas con vigas de acople (Figura 4). En la Alternativa 2, la rigidez longitudinal se alcanza con muros incluidos entre algunas columnas de los ejes de fachadas (A y D), cubriendo todo el área entre columnas y entre vigas con pequeñas aberturas para ventilación e iluminación (Figura 5).

La idea de que la reparación afecte sólo el perímetro de los edificios, es para evitar posibles problemas de distribución arquitectónica en su interior y mantener en la medida de lo posible la actividad normal del hospital durante el proceso constructivo. En el proyecto final de reforzamiento debe preverse la necesidad de intervenir las fundaciones.

3.2.- HOSPITAL ADOLFO PRINCE LARA

Este hospital, ubicado en Puerto Cabello, Edo Carabobo, está conformado por cinco edificaciones de un nivel y cuatro de dos niveles.

La estructuración de todos los edificios es a base de columnas de concreto armado con vigas y losas prefabricadas; los pórticos en la dirección longitudinal tiene vigas prefabricadas (Malaver, et al 1995)

3.2.1.- EVALUACION CUALITATIVA

Por la similitud en la estructuración de los edificios del hospital, se tomó uno de ellos como representativo para hacer esta evaluación cualitativa. Como resultado de la misma, se concluye que se debe realizar un análisis estructural detallado de todos los edificios del hospital. Esta evaluación

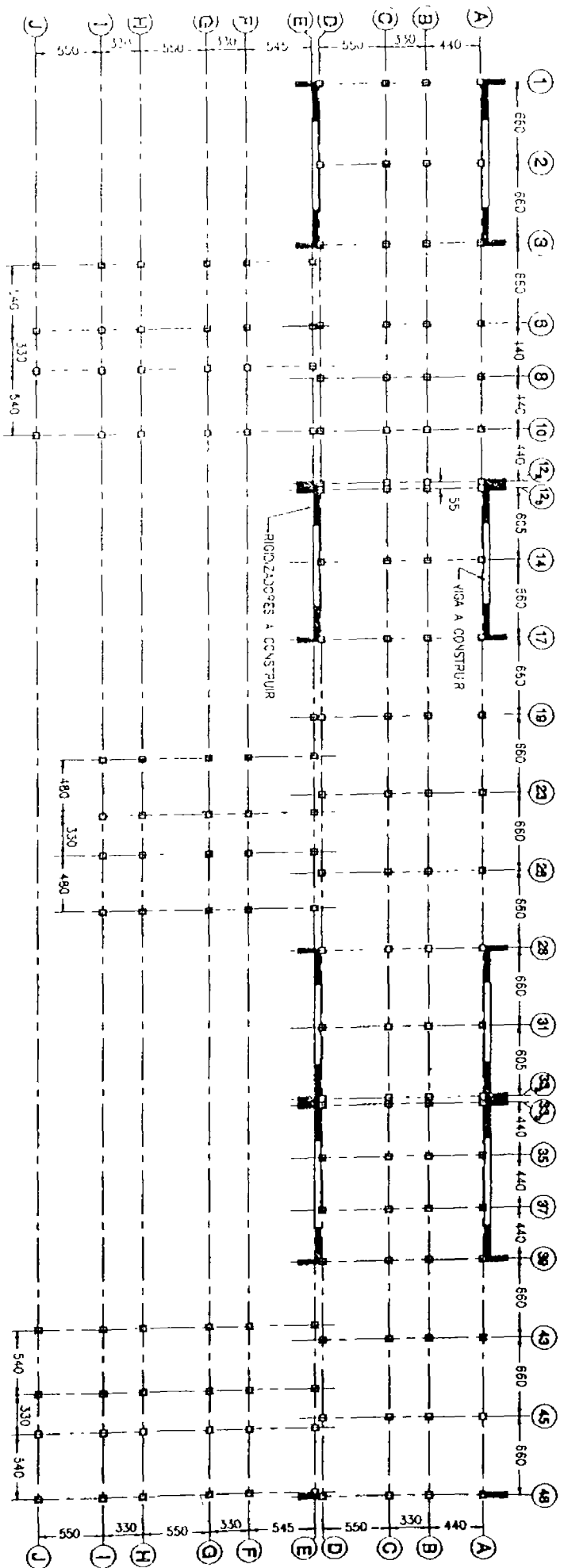


FIGURA 4 ALTERNATIVA I DE REFORZAMIENTO: RIGIDIZADORES ADOSADOS A LOS PORTICOS EXISTENTES

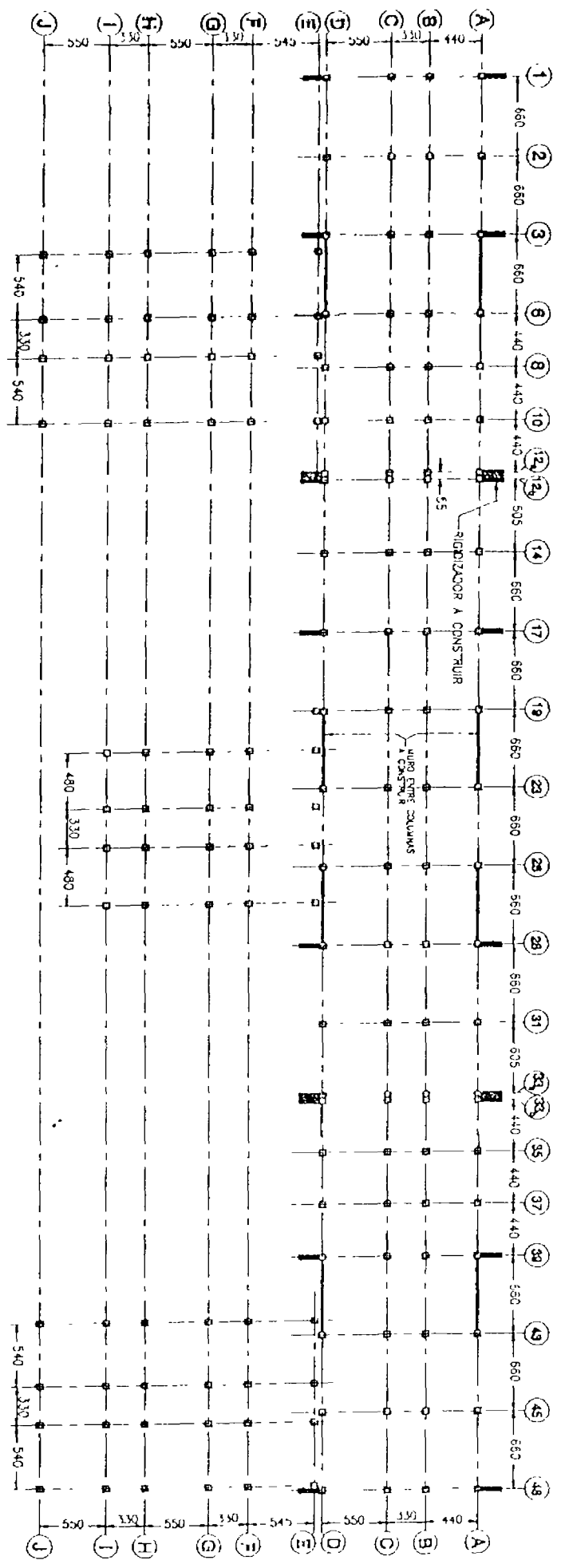


FIGURA 5 ALTERNATIVA 2 DE REFORZAMIENTO: MUROS LONGITUDINALES ENTRE COLUMNAS

cuantitativa determinará el grado de reforzamiento que requiere cada uno de los edificios para garantizar un comportamiento adecuado ante las acciones sísmicas prescritas en el Código de diseño para la ciudad de Puerto Cabello.

3.2.2.- EVALUACION CUANTITATIVA

Para realizar esta evaluación se seleccionaron los edificios de Anatomía Patológica y Pasillo de la Entrada de la Antigua Emergencia. No se consiguieron los planos originales de Arquitectura y Estructura de ninguno de los edificios del hospital, por tanto se realizó un levantamiento en sitio de las dimensiones de los elementos estructurales de ambos edificios.

3.2.2.1.- ESTUDIO DE AMENAZA SISMICA

El estudio de amenaza sísmica para el sitio donde está ubicado el hospital arrojó una aceleración máxima horizontal del terreno de 0,37g para una vida útil de 30 años y una probabilidad de excedencia de 5%. Esta aceleración ha sido utilizada en concordancia con la norma sísmica COVENIN 1756-82 para el análisis de la estructura de los dos edificios seleccionados en su estado actual, así como en el estudio de las alternativas de refuerzo para adecuarlas a la normativa vigente en el país.

3.2.2.2.- ESTUDIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

De acuerdo al estudio de suelos realizado en el área donde está ubicado el hospital, se determinó que el mismo clasifica como suelo tipo S2 de acuerdo a la Norma COVENIN 1756-82.

De los resultados arrojados por los ensayos de concreto, se tomó para vigas y columnas una resistencia media de 281 kg/cm².

3.2.2.3.- DESCRIPCION GENERAL DE LOS EDIFICIOS

a) ANATOMIA PATOLOGICA

Esta edificación de concreto armado tiene un sólo nivel, apoyado sobre columnas que sobresalen un metro aproximadamente sobre el nivel del suelo; esto configura un subsótano en el cual se han dispuesto las instalaciones.

El edificio es de planta rectangular con 13 pórticos en dirección longitudinal con vigas altas y 6 pórticos en dirección transversal formadas por vigas prefabricadas. Las losas correspondientes al piso de planta baja y techo están constituidas por vigas prefabricadas dispuestas en dirección transversal, simplemente apoyadas en vigas longitudinales (véase Figura 6).

b) ENTRADA ANTIGUA EMERGENCIA

Esta edificación de concreto armado está constituida por pórticos con vigas de sección 25 x 25 cm en la dirección longitudinal; en la dirección transversal tiene vigas pretensadas de 38 x 80 cm, las cuales están soportadas por columnas de 25 x 25 cm (véase Figura 7). El techo de este edificio está apoyado sobre cuatro columnas esbeltas y otras de menor altura, las cuales aparentemente tienen una unión deficiente con las vigas de techo.

3.2.2.4.- ANALISIS DE LOS EDIFICIOS EN SU ESTADO ACTUAL

a) ANATOMIA PATOLOGICA

Los resultados del análisis sísmico revelan que las fuerzas cortantes inducidas en los elementos portantes a nivel de subplanta baja, así como el sistema de vinculación a los elementos de la losa de planta baja

reflejan una elevada vulnerabilidad de este tipo de configuración estructural a las acciones sísmicas. Igualmente, los desplazamientos de la estructura exceden los valores permitidos en las Normas vigentes.

b) ENTRADA ANTIGUA EMERGENCIA

Los resultados del análisis sísmico revelan una alta demanda por torsión en los pórticos extremos y desplazamientos que superan los permitidos por las normas COVENIN 1756-82.

3.2.2.5.- ALTERNATIVAS DE REFUERZO ESTRUCTURAL

a) ANATOMIA PATOLOGICA

Para reducir la vulnerabilidad de esta edificación a niveles aceptables, se analizaron alternativas para su reforzamiento basadas en muros de mampostería reforzada, muros de concreto armado, contrafuertes y diagonales metálicas. De estas alternativas, se seleccionó la de muros de mampostería reforzada por satisfacer mejor las condiciones de seguridad, economía y no perturbar el funcionamiento de la instalación hospitalaria. En total se deben disponer unos 110 metros de muros en dirección longitudinal y 120 metros en dirección transversal (Figura 6); el ancho de los muros es de 30 cm.

b) ENTRADA ANTIGUA EMERGENCIA

Para reducir los efectos torsionales y la excesiva desplazabilidad de la edificación es preciso reforzar los pórticos extremos para darle mayor rigidez al conjunto. Estos pórticos se reforzarían con perfiles metálicos tanto en vigas como en columnas (Figura 7).

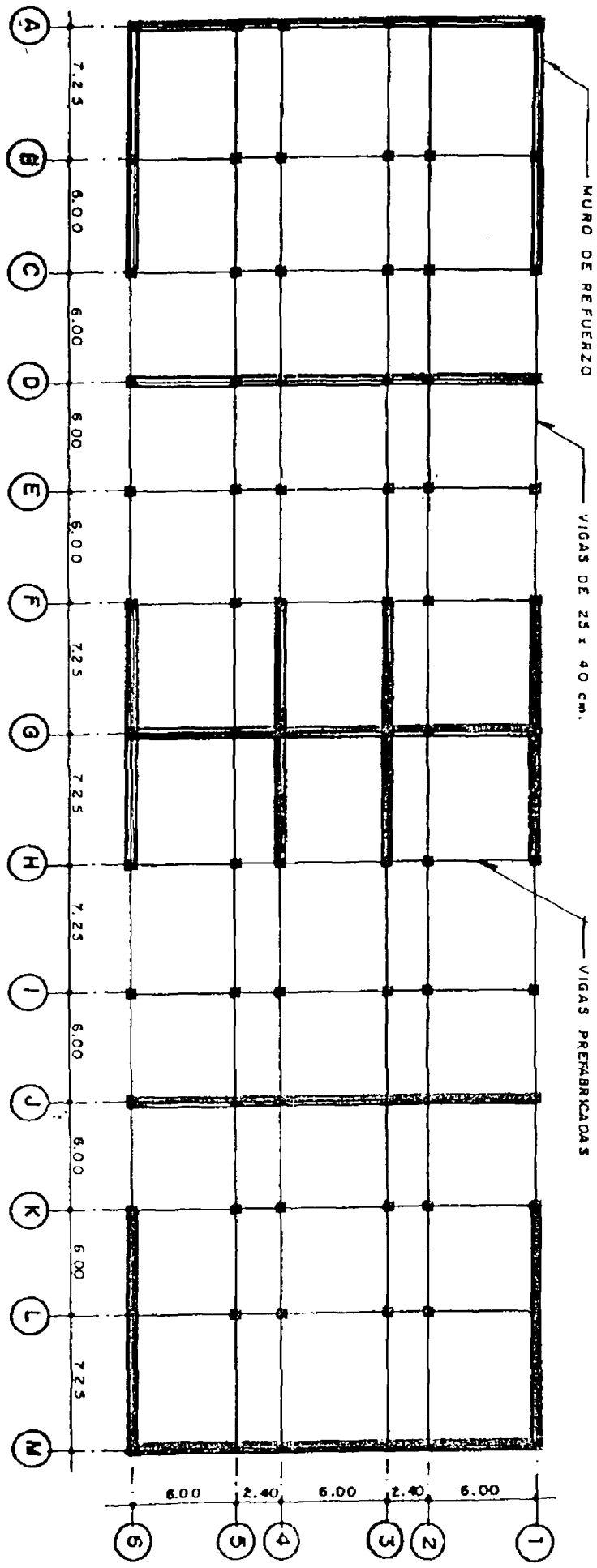


FIGURA 6 UBICACION DE MUROS DE MAMPOSTERIA REFORZADA EN EL NIVEL SUBPLANTA BAJA

- Columna de concreto armado existente de 25 x 25
- Tubo Conduven 220 x 220 ó similar

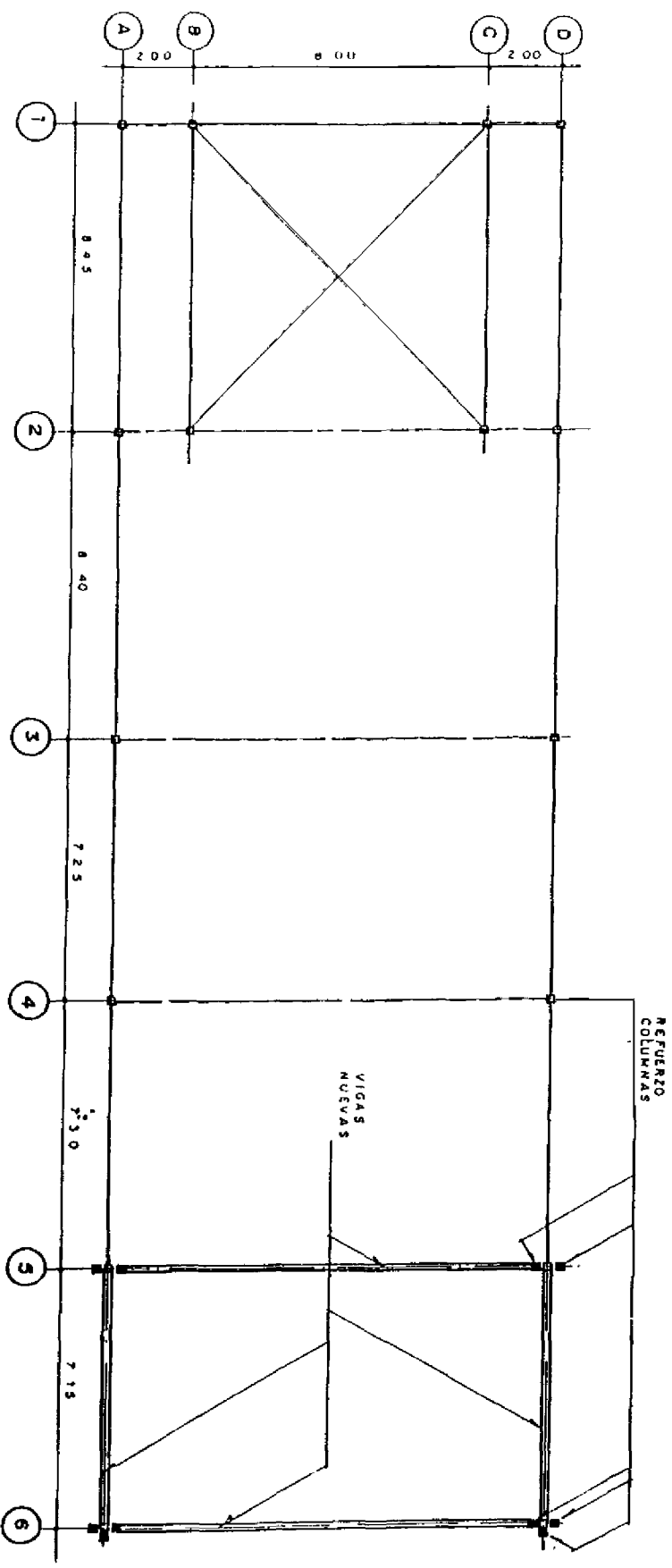


FIGURA 7 REFUERZO METALICO A NIVEL DE TECHO

3.3.- HOSPITAL ENRIQUE TEJERA

La ciudad hospitalaria Dr. Enrique Tejera tiene treinta y dos edificaciones, la mayoría de las cuales son de un sólo nivel. Adicionalmente, existe pasillos para la comunicación entre edificios, así como tanques para el almacenamiento de agua y oxígeno.

En general, la estructura de las edificaciones es en base a elementos de concreto armado (Grases, et al 1995).

3.3.1.- EVALUACION CUALITATIVA

Esta evaluación arrojó una serie de recomendaciones para reducir la vulnerabilidad en áreas críticas de esta Ciudad Hospitalaria. Entre dichas recomendaciones está la de verificar la seguridad a sismos del edificio Unidad de Nefrología, los Pasillos, Tanque de Almacenamiento de Oxígeno, Tanque de Almacenamiento de Agua y Cubierta de Entrada de Emergencia.

3.2.2.- EVALUACION CUANTITATIVA

De las cinco estructuras señaladas en la evaluación cualitativa que requieren verificación sísmica, sólo estudiaremos en este trabajo el caso del edificio Unidad de Nefrología.

3.3.2.1.- ESTUDIO DE AMENAZA SISMICA

El estudio de amenaza sísmica para el sitio donde está ubicada la Ciudad Hospitalaria Dr Enrique Tejera arrojó una aceleración máxima de 0,30g para una vida útil de 50 años y 5% de probabilidad de excedencia. Esta aceleración es utilizada en concordancia con la norma sísmica COVENIN 1756-82 para el análisis del edificio Unidad de Nefrología en su

estado actual, así como en el estudio de las alternativas de refuerzo para adecuarlo a la normativa vigente en el país.

3.2.2.2.- ESTUDIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

De acuerdo al estudio de suelos realizado en el área de la Ciudad Hospitalaria donde está ubicado el edificio Unidad de Nefrología, se determinó que el mismo clasifica como suelo tipo S3 de acuerdo a la Norma COVENIN 1756-82.

Según la memoria descriptiva del edificio, se utilizó una resistencia del concreto de 250 kg/cm^2 y un esfuerzo cedente del acero de 4200 kg/cm^2 .

3.2.2.3.- DESCRIPCION GENERAL DEL EDIFICIO UNIDAD DE NEFROLOGIA

Esta edificación de concreto armado consta de planta baja, 2 niveles, azotea accesible y sala de máquinas; el sistema estructural consiste de un sistema de 6 pórticos ortogonales en cada dirección en el cuerpo central del edificio (Figura 8). Las losas de entrepiso están constituidas por un reticulado celular con nervios de 20 cm de ancho, separados 90 cm entre eje y eje.

3.2.2.4.- ANALISIS DEL EDIFICIO EN SU ESTADO ACTUAL

Los resultados del análisis sísmico revelan que los desplazamientos en los pórticos extremos exceden ampliamente los permisibles en las normas vigentes; esto es debido fundamentalmente a que en dichos pórticos los desplazamientos por traslación y torsión son muy similares.

En relación al detallado de la armadura de concreto armado, se encontró que en algunas vigas y columnas no se cumple con los requerimientos establecidos en el Capítulo 18 de la Norma COVENIN 1753-85 (COVENIN, 1985).

3.2.2.5.- ALTERNATIVAS DE REFUERZO

En vista de que este edificio fue diseñado a finales de los años ochenta, se debe recuperar los cálculos originales para después proceder a elaborar el proyecto de reforzamiento detallado. Este proyecto debe estar orientado fundamentalmente a reducir los efectos torsionales que se producen en los pórticos extremos por la configuración en planta del edificio.

4.- PLANIFICACION ESTRATEGICA

En las instalaciones que requieren intervención, se ha adoptado la siguiente estrategia de mitigación

- 4.1. Que la estructura esté en capacidad de soportar las acciones sísmicas que resultan del estudio de peligro sísmico, asociadas a una pequeña probabilidad de excedencia en su vida útil estimada. En ningún caso estas acciones deben ser inferiores a las que prescriban los códigos vigentes.
- 4.2. La ejecución de las obras propias del reforzamiento no deben, en lo posible, interferir con los servicios que presta la instalación
- 4.3. En adición a las condiciones anteriores, en la selección de la solución de reforzamiento se debe minimizar el costo de la misma; este no debe exceder valores del orden del 15% del costo de reposición.

5.- CONCLUSIONES

Entre las conclusiones más importantes que se derivan de los trabajos realizados hasta la fecha, encaminados a mitigar la vulnerabilidad sísmica de instalaciones hospitalarias en Venezuela, destacan las siguientes:

5.1.- La experiencia ha demostrado que, en general, edificaciones diseñadas con anterioridad a la promulgación de las normas vigentes (Norma Antisísmica de 1982), no satisfacen niveles de seguridad adecuados. Por tanto, las instalaciones hospitalarias diseñadas con anterioridad a 1982 deben ser revisadas y, si resulta necesario, proceder a las intervenciones requeridas para adecuarlas a las normativas vigentes. Esto se ha confirmado en la muestra de hospitales estudiados cuyos resultados se presentan en este trabajo.

5.2.- En vista de que la mayoría de las instalaciones hospitalarias en Venezuela están ubicadas en las zonas de la más alta sismicidad, se debe elaborar un Programa destinado a continuar su evaluación cualitativa a corto plazo a fin de dar las recomendaciones pertinentes en cada caso.

5.3 - Por su importancia estratégica en situaciones de emergencia, es fundamental que este Programa reciba el apoyo del Gobierno Nacional, así como de las instituciones del país y organismos internacionales relacionados con el Sector Salud.

REFERENCIAS

- BACARREZA, L. (1986). Instalaciones Hospitalarias en Venezuela. Informe inédito, Caracas.
- COVENIN (1982). Edificaciones Antisísmicas COVENIN 1756-82. Fondonorma, Ministerio de Fomento, Caracas.
- COVENIN (1985). Estructuras de Concreto Armado para Edificios, Análisis y Diseño-COVENIN 1753-85. Fondonorma, Ministerio de Fomento, Caracas.
- GRASES, J., CRUZ, M., MALAVER, A., HERRERA, C Y VILLEGAS, Z. (1995). Evaluación Sismorresistente del Hospital Dr. Antonio Patrici Alcalá, Cumaná, Edo. Sucre, Oficina Panamericana de la Salud (OPS), Caracas.
- GRASES, J., MALAVER, A. Y MANZANARES, J. (1995). Evaluación Sismorresistente de Instalaciones de la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera, Valencia, Edo. Carabobo Oficina Panamericana de la Salud (OPS), Caracas.
- MALAVER, A. (1994). Sismos Destruidores en Venezuela en el período 1970-1990. In Proceedings 9th International Seminar on Earthquake Prognostics, San José, Costa Rica
- MALAVER, A., GRASES, J. Y MANZANARES, J. (1995). Evaluación Sismorresistente del Hospital Dr Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Edo. Carabobo Oficina Panamericana de la Salud (OPS), Caracas.

PROYECTO MITIGACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE HOSPITALES EN VENEZUELA

ANTECEDENTES

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) inició en 1993 un Programa de Evaluación de la Vulnerabilidad a sismos de Instalaciones Hospitalarias. Entre 1993 y 1995 se llevaron a cabo trabajos de campo e Informes Técnicos sobre las siguientes instalaciones hospitalarias del país:

- Hospital General de Santa Barbara del Zulia, Edo. Zulia, Junio 1993, 64 páginas + Anexos.
- Hospital Dr. Enrique Tejera, Valencia, Edo. Carabobo, Octubre 1993, 43 páginas + Anexos.
- Hospital Dr. Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Edo. Carabobo, Octubre 1993, 46 páginas + Anexos
- Hospital Dr. Antonio Patricio Alcalá, Cumaná, Edo. Sucre, Mayo 1994, 56 páginas + Anexos.

ESTRATEGIA DE MITIGACION

En las instalaciones que requieren intervención, se ha adoptado la siguiente estrategia de mitigación:

- a. Que la estructura esté en capacidad de soportar las acciones sísmicas que resultan del estudio de peligro sísmico, asociadas a una pequeña probabilidad de excedencia en su vida útil estimada. En ningún caso estas acciones son inferiores a las que prescriban los códigos vigentes.
- b. La ejecución de las obras propias del reforzamiento no deben, en lo posible, interferir con los servicios que presta la instalación
- c. En adición a las condiciones anteriores, en la selección de la solución de reforzamiento se debe minimizar el costo de la misma; este no debe exceder valores del orden del 10% al 15% del costo de reposición.

CONCLUSIONES

HOSPITAL DR. ADOLFO PRINCE LARA, PUERTO CABELLO. EDO. CARABOBO

Los resultados del análisis de las edificaciones en su estado actual, revelan la necesidad de reforzarlas para que puedan soportar adecuadamente los sismos esperados en la región centro-occidental del país.

La alternativa de reforzamiento analizada tiene un costo inferior al 10% del valor de reposición.

- Hospital Naval Dr. Francisco Isnardi, Puerto Cabello, Edo. Carabobo, Mayo 1995, 36 páginas + fotos.

PROYECTO DE MITIGACION

Basados en la experiencia y resultados de la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad a sismos se planificó una Segunda Fase. consistente en la evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad estructural de tres instalaciones hospitalarias. Esta cuantificación ha culminado y sus principales resultados se han presentado en los siguientes Informes Técnicos de OPS:

- Evaluación Sismorresistente del Hospital Dr. Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Edo. Carabobo, Agosto 1995, 2 volúmenes, 313 p.
- Evaluación Sismorresistente del Edificio Principal del Hospital Dr. Antonio Patricio Alcalá, Cumaná, Octubre 1995, 2 volúmenes, 270 páginas.
- Evaluación Sismorresistente de Instalaciones de la Ciudad Universitaria Dr. Enrique Tejera, Valencia, Edo. Carabobo, Octubre 1995, 2 volúmenes, 140 páginas.

La metodología para el cálculo de la peligrosidad sísmica, los efectos de sitio, así como los criterios generales de evaluación estructural, han sido expuestos y discutidos en Talleres Organizados por OPS en Caracas y Guayaquil; éstos serán presentados en la Conferencia Internacional sobre Mitigación de Desastres en Instalaciones de Salud, OPS, México 1996.

HOSPITAL DR. ANTONIO PATRICIO ALCALA, CUMANA, EDO. SUCRE

Con la información disponible hasta la fecha sobre la geología de la zona, la evaluación hecha revela que los tres cuerpos que configuran el Edificio Principal de 11 niveles no están en condiciones de resistir los movimientos que resultan del estudio de peligrosidad sísmica. Las dos opciones de reforzamiento estudiadas permiten alcanzar una seguridad adecuada, así como una mejora sustancial en el desempeño esperado.

El costo aproximado de la estructura de reforzamiento es del orden del 10% del costo de reposición del Edificio Principal.

Antes de proceder al Proyecto de Ingeniería de Detalle, es preciso ejecutar la exploración geofísica recomendada en 1994, para reducir las incertidumbres sobre la ubicación de la traza de las Fallas de El Pilar.

CIUDAD HOSPITALARIA DR. ENRIQUE TEJERA, VALENCIA, EDO. CARABOBO

En esta ciudad hospitalaria se evaluaron 5 de sus 32 instalaciones, encontrándose que dos de ellas deben ser reforzadas para garantizar un comportamiento adecuado ante los movimientos sísmicos que pueden ocurrir en la región Centro-Occidental del país. Estas dos instalaciones son el Edificio de Nefrología y los Pasillos o Caminerías.