

# Discordancias Entre La Evaluación Del Deterioro Y Los Pronósticos Del Comportamiento Sísmico De Edificaciones Prefabricadas

## Discordances Between Deterioration Assessment And Seismic Behavior Forecasts Of Prefabricated Buildings

### Autores

**Yamila Concepción Socarrás Cordoví <sup>1</sup>, Eduardo Rafael Álvarez Deulofeu <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ingeniera Civil, Doctora en Ciencias Técnicas, Universidad de Oriente, Cuba, Avenida de las Américas s/n, [ysocarrascordovi@gmail.com](mailto:ysocarrascordovi@gmail.com)

<sup>2</sup>Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad de Oriente, Cuba, Avenida de las Américas s/n, [ealvarez@uo.edu.cu](mailto:ealvarez@uo.edu.cu)

### RESUMEN

*En Cuba existen diversos procedimientos para evaluar el estado técnico-constructivo de las edificaciones. En esta investigación se aplican tres de ellos, con el objetivo de evaluar el deterioro de los componentes estructurales de los edificios U-142-143 y E-16-18, construidos con el sistema prefabricado Gran Panel Soviético emplazados en el Distrito José Martí del municipio Santiago de Cuba. Como consecuencia de los daños patológicos que se aprecian en el edificio U-142-143, se pronostican cambios en el comportamiento sísmico, ya que los periodos fundamentales según las vibraciones ambientales están incluidos en el rango del periodo agrietado correspondiéndose con el periodo del sistema elastoplástico sin haber ocurrido un sismo. En el edificio E-16-18 con mejores condiciones constructivas, se estima que los mayores valores de los periodos fundamentales según las vibraciones ambientales, no están en el rango del periodo agrietado. Sin embargo, en los resultados obtenidos de la evaluación del deterioro de los componentes estructurales, con dos de los procedimientos utilizados no se evidencia una correspondencia entre esas evaluaciones y los pronósticos del comportamiento sísmico. Se obtienen resultados acordes con la problemática planteada, cuando se emplea un nuevo procedimiento, definido para estructuras de hormigón armado, que comprende los daños patológicos y niveles de afectaciones característicos de este material. Este nuevo procedimiento, tiene en cuenta factores de ponderación no solo de acuerdo a la importancia del elemento estructural y el por ciento de área afectada, sino también en dependencia del tipo de daño patológico, su repercusión e incidencia en la respuesta estructural ante un sismo.*

**Palabras claves:** *daños patológicos, deterioro, Gran Panel Soviético, hormigón prefabricado, peligro sísmico*

### ABSTRACT

*In Cuba there are various procedures to evaluate the technical-constructive state of buildings. In this investigation, three of them are applied, with the objective of evaluating the deterioration in the structural components of buildings U-142-143 and E-16-18, built with the prefabricated Great Soviet Panel system located in the José Martí District of the Santiago of Cuba municipality. Due to the pathological damage observed in building U-142-143, changes in seismic behavior are predicted, since the fundamental periods according to environmental vibrations are included in the range of the cracked period, corresponding to the period of the elastoplastic system without an earthquake. In building E-16-18 with better construction conditions, it is estimated that the highest values of the fundamental periods according to environmental vibrations are not in the range of the cracked period. However, in the results obtained from the evaluation of the deterioration with two of the procedures used, there is no evidence of a correspondence between these evaluations and the forecasts of the seismic behavior. Results consistent with the problem raised are obtained when a new procedure is used, defined for reinforced concrete structures, which includes the pathological damage and levels of damage characteristic of this material. This new procedure takes into account weighting factors not only according to the importance of the structural element and the percentage of affected area, but also depending on the type of pathological damage, its impact and incidence on the structural response to an earthquake.*

**Keywords:** *deterioration, Great Soviet Panel, pathological damage, precast concrete, seismic hazard*

Nota Editorial: Recibido: Marzo 2022 Aceptado: Marzo 2022

# 1. Introducción

En la ex Unión Soviética, el Instituto Giprostroy a finales de la década de 1950, creó la serie de casas 1-464. Era la adaptación soviética del sistema francés Camus (1949), patentado para prefabricar industrialmente grandes paneles de hormigón, unidos por barras de acero y hormigón in situ (juntas húmedas) para producir un elemento unitario, rígido y homogéneo. Los paneles verticales se ubican transversalmente y longitudinalmente. También las juntas horizontales entre las losas y paneles, son juntas húmedas, permitiendo asumir los pisos como discos rígidos. Su concepción confiere un alto grado de hiperestaticidad, exigido para zonas de alta peligrosidad sísmica. Posterior al ciclón Flora, la URSS donó una planta de producción de este sistema, conocido en Cuba como Gran Panel Soviético (GPS), instalada en la ciudad de Santiago de Cuba.

Este sistema prefabricado mostró un adecuado comportamiento ante los sismos fuertes de Chile en 1985 y 2010, así como el de Armenia en 1988; como argumentan [1-2]. Sin embargo, en Santiago de Cuba, la comunidad de especialista muestra preocupación por el comportamiento sismorresistente de las edificaciones construidas con este sistema. Ellas evidencian [3] daños patológicos como humedad, fisuras o grietas, suciedades, organismos, deformaciones, corrosión de armadura y mecanismos de desintegración. También exhiben, aberturas de paneles, adición de muros divisorios, de tanques de agua y/o cisternas en entresijos e igualmente tanques de agua adosados a las fachadas, entre otros.

De modo, que en la presente investigación se tiene como objetivo la evaluación del deterioro de los componentes estructurales de estas edificaciones construidas con el Gran Panel Soviético, como uno de los aspectos causantes de daños sísmicos potenciales. Se emplean para esto, tres procedimientos, dos de ellos muy difundidos en Cuba para evaluar el estado técnico-constructivo de las edificaciones [4-5]. El otro es un nuevo enfoque para evaluar daños patológicos en estructuras de grandes paneles prefabricados [6].

Los procedimientos se aplican a dos edificios, el U-142-143 y el E-16-18, enclavados en el Distrito José Martí, municipio Santiago de Cuba. Ver figura 1. En la pesquisa que se realizó por [3] se detectó que el edificio U-142-143, es crítico por los daños patológicos que muestra. Igualmente se identificó al edificio E-16-18, como un edificio con buenas condiciones técnicas-constructivas. En investigaciones posteriores [7], concluyen que, en el edificio U-142-143, los valores de los períodos fundamentales medidos a través de las vibraciones ambientales ( $T_{VA}$ ), se corresponden con períodos en el rango de los esperados ante la acción sísmica de diseño, no así en el E-16-18. En [8] por vía analítica, corroboran los resultados anteriores.



E-16-18



U-142-143

**Figura 1.** Edificios construidos con el sistema prefabricado Gran Panel Soviético

Sin embargo, en los resultados obtenidos de la evaluación del deterioro de los componentes estructurales con los procedimientos [4-5], no se evidencia una correspondencia entre esas evaluaciones y los pronósticos del comportamiento sísmico. Las causas fundamentales de estas inconsistencias son que dichos procedimientos no son específicos para estructuras de hormigón armado, ni enclavadas en zonas de peligro sísmico. Además, éstos se elaboraron sobre la base de una puntuación ponderada de un diagnóstico integral y si se usan para evaluar sólo los componentes estructurales, evidentemente es confuso precisar el estado técnico constructivo.

Con el nuevo enfoque para evaluar daños patológicos en estructuras de grandes paneles prefabricados de [6], si se obtiene una correspondencia entre los pronósticos del comportamiento sísmico de ambos edificios y la evaluación del deterioro. En dicho procedimiento, se tienen en cuenta factores de ponderación no solo de acuerdo a la importancia del elemento estructural y el por ciento de área afectada, sino también en dependencia del tipo de daño patológico, su repercusión e incidencia en la respuesta estructural ante un sismo. También es un procedimiento específico para estructuras de hormigón armado, comprendiendo los daños patológicos y niveles de afectaciones característicos de este material.

## 2. Materiales y métodos

Se seleccionan dos edificios (U-142-143 y E-16-18) construidos con el sistema prefabricado Gran Panel Soviético, emplazados en el Distrito José Martí de la ciudad de Santiago de Cuba. Esta selección fue intencional, valorándose el diagnóstico de [3] y los pronósticos en el comportamiento sísmico, de acuerdo a los valores de los períodos fundamentales obtenidos a través de las vibraciones ambientales ( $T_{VA}$ ) de la investigación de [7]. En el edificio E-16-18 con buen estado técnico constructivo, se aprecia que los mayores valores de  $T_{VA}$ , no están en el rango del período agrietado de lo que se infiere un adecuado comportamiento sísmico. Sin embargo, para el edificio U-142-143, los valores de  $T_{VA}$  están incluidos en el rango del período agrietado, correspondiéndose con el período del sistema elastoplástico sin haber ocurrido un sismo. Siendo evidente que existe actualmente un deterioro de la rigidez en este edificio antes de la ocurrencia de un sismo, a causa fundamentalmente de los daños patológicos presentes en los elementos estructurales y juntas entre ellos.

Para evaluar el deterioro en los componentes estructurales de estos edificios se emplearon primero, dos procedimientos muy difundidos en Cuba [4-5]. Luego se aplica un nuevo enfoque para evaluar daños patológicos en estructuras de grandes paneles prefabricados [6]. Se parte en todos los casos, del levantamiento de los daños patológicos en todos los componentes estructurales.

En la aplicación del Procedimiento [4], la puntuación ponderada se determina de acuerdo a las afectaciones y los por cientos de afectación de los componentes estructurales. Por ejemplo, en el caso de las cubiertas o entresijos, los estados técnicos son:

\* Bueno

a) Afectaciones

- Grietas del recubrimiento hasta de 1 cm.
- Pandeos o flechas menores de 1 cm que no han provocado grietas.
- Abofamientos pequeños del recubrimiento.
- Madera ligeramente afectada por el intemperismo o por la humedad.
- Corrosión superficial de elementos de acero.
- Elementos de asbesto cemento, cerámicos y otros ligeramente afectados.
- Otras afectaciones ligeras.

b) Puntuación

- 0-4 % de superficie afectada: 180 puntos
- 5-10 % de superficie afectada: 150 puntos
- 11-15 % de superficie afectada: 120 puntos
- 16- 20 % de superficie afectada: 90 puntos

• Regular

a) Afectaciones

- Afectaciones señaladas para el estado técnico bueno
- Grietas del recubrimiento hasta de 2 mm.
- Pandeos o flechas hasta de 3 cm que no han provocado grietas.
- Cabillas sin recubrimientos.
- Elementos de asbesto cemento, cerámicos y otros fisurados o porosos.
- Corrosión ligera, pero con escamas.
- Madera carcomida levemente.

- Otras afectaciones menos graves que no provocan derrumbes.

b) Puntuación.

21-25 % de superficie afectada: 89 puntos

26-30 % de superficie afectada: 79 puntos

31-35 % de superficie afectada: 69 puntos

36-40 % de superficie afectada: 60 puntos

\* Malo.

a) Afectaciones.

- Afectaciones señaladas en los estados técnicos bueno y regular

- Grietas mayores de 2 mm que atraviesan los elementos estructurales.

- Pandeos o flechas hasta de 3 cm que han provocado grietas.

- Elementos con oquedades provocadas por el intemperismo.

- Corrosión que llega a partir o atravesar los elementos de acero.

- Madera carcomida, podrida o rota considerablemente.

- Elementos de asbesto cemento, cerámicos y otros agrietados o deteriorados considerablemente.

- Otras afectaciones graves que pueden provocar el colapso de estos elementos.

b) Puntuación.

41-50 % de superficie afectada: 59 puntos

51-60 % de superficie afectada: 40 puntos

61-70 % de superficie afectada: 20 puntos

Más de 70 % de superficie afectada: 0 puntos

Para obtener la puntuación ponderada al emplear el Procedimiento [5] se definen la extensión del daño de acuerdo a la zona afectada de los componentes estructurales y los niveles de daños como:

\*Nivel I: elemento que requiere reparaciones importantes (que afectan a más del 60% de su extensión) o su total sustitución.

\*Nivel II: corresponde a reparaciones importantes, de hasta 60% en la extensión del elemento.

\*Nivel III: en general se asignará a operaciones de limpieza intensa, mantenimiento generalizado o reparaciones ligeras y puntuales

\*Nivel IV: elemento en buen estado que no precisa actuación alguna. Se ha de recordar que el análisis se efectúa sobre edificios o viviendas de más de 10 años, que pueden presentar solo pequeñas alteraciones resolubles con apenas una ligera limpieza puntual a la que no hace falta considerar como desperfectos.

En la aplicación del nuevo enfoque para evaluar daños patológicos en estructuras de grandes paneles prefabricados de [6], la puntuación ponderada en dependencia de la clasificación del daño patológico que presentan los componentes estructurales, se detallan en la tabla 1. En [6] al igual que en [9], se pormenorizan las indicaciones generales para la evaluación del daño patológico; mostrándose una categorización de los daños patológicos de acuerdo a su repercusión en los Estados Límites de Servicio (ELS) y los Estados Límites Últimos (ELU), así como los niveles de afectación estructural que pueden mostrar.

**Tabla 1. Puntuaciones asignadas por elemento o junta según [6]**

Estructuración de grandes paneles		Clasificación del daño patológico por elemento o junta		
Componente estructural	Coeficiente de ponderación	Leve	Moderado	Severo
		Puntuaciones asignadas		
Paneles y zócalos	20 %	7	14	20
Losas de entepiso* y/o cubierta	17 %	6	11	17
Juntas horizontales	23 %	8	15	23
Juntas verticales	23 %	8	15	23
Cimentación	17 %	6	11	17
Puntuación máxima por clasificación		35	66	100

En las tablas 2-3 se muestran las clasificaciones del estado técnico de acuerdo a las puntuaciones obtenidas al aplicarse los Procedimientos [4-5], respectivamente. Estas clasificaciones se toman equivalentes al estado de deterioro. En la tabla 4, se indica las evaluaciones del daño patológico según [6].

**Tabla 2. Clasificación del estado técnico constructivo según [4]**

Puntuación	Estado técnico
600-467	Óptimo
466-400	Muy Bueno
399-300	Bueno
299-200	Regular
199-100	Malo
99-0	Inhabitable

**Tabla 3. Clasificación del estado técnico constructivo según [5]**

Puntuación	Estado técnico
100-81	Muy bueno
80-61	Bueno
60-41	Regular
40-21	Mal
20-0	Inservible

**Tabla 4. Evaluación del daño patológico según [6]**

Estructuración de grandes paneles	
Evaluación del daño patológico en elementos estructurales:	Puntuación obtenida
Leve	≤ 19
Moderado	20 - 36
Severo	> 36
Evaluación del daño patológico en juntas estructurales:	Puntuación obtenida
Leve	≤ 16
Moderado	17 - 30
Severo	> 30
Evaluación del daño patológico en la edificación:	Puntuación obtenida
Leve	≤ 35
Moderado	36 - 66
Severo	> 66

### 3. Resultados y discusión

En la figura 2, se muestran evidencias de los daños patológicos en losas y paneles, que conforman los edificios E-16-18 y U-142-143.



*Mecanismos de desintegración del hormigón y/o corrosión de armadura en el Edificio U-142-143*



*Mecanismos de desintegración del hormigón y/o corrosión de armadura en el Edificio E-16-18*

**Figura 2.** Daños patológicos en losas y paneles

En las tablas 5 y 6, se presentan los resultados de la aplicación de los Procedimientos [4-5], a los edificios U-142-143 y E-16-18, respectivamente.

**Tabla 5.** Aplicación del Procedimiento según [4]

Edificio U-142-143			
Elementos	Estado Técnico	% Superficie afectada	Puntuación
Paneles , Zócalos y Juntas horizontales y verticales	Regular	31.06	69
Losas	Malo	26.24	59
Puntuación Total			128
Estado Técnico de la edificación			Malo
Edificio E-16-18			
Paneles , Zócalos y Juntas horizontales y verticales	Regular	39.89	60
Losas	Regular	14.85	89
Puntuación Total			149
Estado Técnico de la edificación			Malo

En la tabla 7 se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento [6], al edificio U-142-143. En el caso de la tabla 8, se presenta la aplicación del procedimiento [6] al edificio E-16-18. En estas tablas se destacan celdas en azul, que contienen la cantidad de superficie afectada o longitud afectada, el % de superficie afectada o longitud afectada y el nivel de afectación, del daño patológico representativo por elemento o junta estructural.

**Tabla 6. Aplicación del Procedimiento según [5]**

Edificio U-142-143			
Elementos	Niveles de daño	% Estimado de daños	Puntuación
Paneles ,Zócalos y Juntas verticales	II	20.25	6
Losas y Juntas horizontales	II	37.05	10
Cimentación	IV	-	17
Puntuación Total			33
Estado Técnico de la edificación			Mal
Edificio E-16-18			
Paneles, Zócalos y Juntas verticales	III	28.31	10
Losas y Juntas horizontales	III	26.43	19
Cimentación	IV	-	17
Puntuación Total			46
Estado Técnico de la edificación			Regular

En la tabla 7 se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento [6], al edificio U-142-143. En el caso de la tabla 8, se presenta la aplicación del procedimiento [6] al edificio E-16-18. En estas tablas se destacan celdas en azul, que contienen la cantidad de superficie afectada o longitud afectada, el % de superficie afectada o longitud afectada y el nivel de afectación, del daño patológico representativo por elemento o junta estructural.

Tabla 7. Aplicación del Procedimiento [6] al edificio U-142-143

Edificio U-142-143							
Elemento estructural:				Losa			
Daño patológico	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Superficie afectada (m <sup>2</sup> )	% superficie afectada (m <sup>2</sup> )	Nivel de afectación	Daño representativo	Clasificación del daño representativo por elemento	Puntuación asignada
Humedad	1697,28	15,36	0,90	I	Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	Severo	17
		34,50	2,04	II			
		-	-	III			
Suciedades y organismos	-	-	-	I			
		25,00	1,47	II			
		-	-	III			
Fisuras	-	19,21	1,13	I			
		25,00	1,47	II			
		-	-	III			
Deformaciones	-	-	-	I			
		-	-	II			
		15,36	0,90	III			
Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	-	-	-	I			
		-	-	II			
		445,44	26,24	III			
Elemento estructural:				Panel y zócalo			
Daño patológico	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Superficie afectada(m <sup>2</sup> )	% superficie afectada(m <sup>2</sup> )	Nivel de afectación	Daño representativo	Clasificación del daño representativo por elemento	Puntuación asignada
Humedad	2122,88	101,06	4,76	I	Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura*	Severo	20
		90,00	4,24	II			
		-	-	III			
Suciedades y organismos	-	-	-	I			
		74,71	3,52	II			
		-	-	III			
Fisuras	-	16,75	0,78	I			
		86,40	4,06	II			
		-	-	III			
Deformaciones.	-	-	-	I			
		-	-	II			
		15,25	0,73	III			
Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	-	99,84	4,70	I			
		-	-	II			
		397.44	18.72	III			
Elemento estructural:				Cimentación			
Daños patológicos observados en la superestructura a causa de problemas de cimentación							
Manchas de humedad puntuales	Manchas de humedad generalizadas	grietas verticales en los paneles y/o en las juntas verticales	asentamientos puntuales	grietas horizontales en los paneles	Desplome y Penetración de agua.		
No	No	No	No	No	No	Clasificación del daño en la cimentación	Puntuación asignada
						-	0
						Puntuación total en elementos estructurales	37
						Evaluación del daño en elementos estructurales	Severo
Junta estructural:				Horizontal			
Daño patológico	Longitud total (m)	Longitud afectada (m)	% longitud afectada(m)	Nivel de afectación	Daño representativo	Clasificación del daño representativo por junta	Puntuación asignada
Humedad	1209,6	57,60	4,76	I	Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	Moderado	15
		17,60	1,45	II			
		-	-	III			
Suciedades y organismos	-	-	-	I			
		155,80	12,58	II			
		-	-	III			
Fisuras	-	30,40	2,51	I			
		-	-	II			
		-	-	III			
Deformaciones.	-	-	-	I			
		-	-	II			
		-	-	III			
Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	-	48,00	3,96	I			
		-	-	II			
		130,75	10,81	III			

Daño patológico	Junta estructural:				Vertical		Puntuación asignada
	Longitud total (m)	Longitud afectada(m)	% longitud afectada(m)	Nivel de afectación	Daño representativo	Clasificación del daño representativo por junta	
Humedad	529,10	5,40	1,02	I	Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	Moderado	15
		-	-	II			
		-	-	III			
Suciedades y organismos		-	-	I			
		90,00	17,01	II			
		-	-	III			
Fisuras		-	-	I			
		30,00	5,67	II			
		-	-	III			
Deformaciones.		-	-	I			
	-	-	II				
	-	-	III				
Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	2,70	-	I				
	-	-	II				
	8,10	1,53	III				
						Puntuación total en juntas estructurales	30
						Evaluación del daño patológico en juntas estructurales	Moderado
						Puntuación en la edificación	67
						Evaluación del daño patológico en la edificación	Severo

\*Los paneles exteriores transversales tienen daños patológicos con niveles de afectación III, por eso se toma una condición superior, siendo la clasificación del daño patológicos en los paneles de severo.

**Tabla 8.** Aplicación del Procedimiento [6] al edificio E-16-18

Edificio E-16-18							
Daño patológico	Elemento estructural:				Losa		Puntuación asignada
	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Superficie afectada(m <sup>2</sup> )	% superficie afectada(m <sup>2</sup> )	Nivel de afectación	Daño representativo	Clasificación del daño representativo por elemento	
Humedad	1414,40	200,00	14,14	I	Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	Leve	6
		122,90	8,69	II			
		-	-	III			
Suciedades y organismos		-	-	I			
		35,00	2,47	II			
		-	-	III			
Fisuras		50,00	3,53	I			
		15,00	1,06	II			
		-	-	III			
Deformaciones.		-	-	I			
	-	-	II				
	-	-	III				
Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	-	-	I				
	210,12	14,85	II				
	-	--	III				
Elemento estructural: Panel y zócalo							
Daño patológico	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Superficie afectada(m <sup>2</sup> )	% superficie afectada(m <sup>2</sup> )	Nivel de afectación	Daño representativo	Clasificación del daño representativo por elemento	Puntuación asignada
Humedad	1660,55	90,50	5,45	I	Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	Leve	7
		33,00	1,98	II			
		-	-	III			
Suciedades y organismos		-	-	I			
		58,50	3,52	II			
		-	-	III			
Fisuras		-	-	I			
		60,50	3,64	II			
		-	-	III			
Deformaciones.		-	-	I			
	-	-	II				
	-	-	III				
Mecanismos de desintegración y/o corrosión de armadura	141,10	8,50	I				
	166,60	10,03	II				
	-	-	III				



**Tabla 9. Resultados de la aplicación de los procedimientos**

Edificio	Evaluación del deterioro		Evaluación de los daños patológicos
	Procedimiento [4]	Procedimiento [5]	Procedimiento [6]
E-16-18	Malo	Regular	Leve
U-142-143	Malo	Mal	Severo

Las causas de estas discrepancias se abordan en [6] y [10]. Estas radican, en que estos procedimientos:

- Son aplicables para valorar por medio de una puntuación ponderada el estado técnico tanto de los componentes estructurales como no estructurales; es decir sobre la base de una puntuación ponderada del diagnóstico integral. Si se usan para evaluar sólo los componentes estructurales, es confuso precisar el estado técnico constructivo.
- No son específicas para estructuras enclavadas en zonas de peligro sísmico. Lo que influye en que los factores de ponderación no están en correspondencia con la incidencia de los componentes estructurales en la respuesta ante un sismo.
- Son de aplicación general para cualquier tipo de material de construcción, no específicas para estructuras de hormigón armado. Lo que repercute en que contengan descripciones muy generales de los daños patológicos.

En otras investigaciones, también se han tratado las limitaciones en la evaluación constructiva de las edificaciones. En [11] argumentan que se destacan en la literatura varias metodologías dirigidas fundamentalmente a edificios patrimoniales de gran valor histórico, siendo muy específicas para determinados materiales o elementos.

Sin embargo, en el nuevo enfoque para evaluar daños patológicos en estructuras de grandes paneles prefabricados de [6], se tienen en cuenta factores de ponderación no solo de acuerdo a la importancia del elemento estructural y el por ciento de área afectada, sino también en dependencia del tipo de daño patológico, su repercusión e incidencia en la respuesta estructural ante un sismo. También es un procedimiento específico para estructuras de hormigón armado, comprendiendo los daños patológicos y niveles de afectaciones característicos de este material. Por eso, los resultados que se obtienen sí están en correspondencias con los pronósticos en el comportamiento sísmico de ambos edificios. Se considera que es evidente que los daños patológicos en el edificio E-16-18 son leves y el U-142-143 severos.

## 4. Conclusiones

En esta investigación se evalúa el deterioro de los componentes estructurales de dos edificios construidos con el sistema prefabricado Gran Panel Soviético, emplazados en la ciudad de Santiago de Cuba. En los resultados obtenidos con la aplicación de dos de los procedimientos utilizados, no se evidencia una correspondencia entre esas evaluaciones y los pronósticos del comportamiento sísmico. Las causas fundamentales de estas inconsistencias son que dichos procedimientos no son específicos para estructuras de hormigón armado, ni enclavadas en zonas de peligro sísmico. Además, éstos se elaboraron sobre la base de una puntuación ponderada de un diagnóstico integral y si se usan para evaluar sólo los componentes estructurales, evidentemente es confuso precisar el estado de deterioro.

Se obtienen resultados, en correspondencia con los pronósticos en el comportamiento sísmico de ambos edificios, cuando se emplea un nuevo procedimiento, específico para estructuras de hormigón armado, que comprende los daños patológicos y niveles de afectaciones característicos de este material. Además, este nuevo procedimiento, tiene en cuenta factores de ponderación no solo de acuerdo a la importancia del elemento estructural y el por ciento de área afectada, sino también en dependencia del tipo de daño patológico, su repercusión e incidencia en la respuesta estructural ante un sismo. En el edificio E-16-18 la evaluación del daño patológico es leve y en el edificio U-142-143 es severo.

## 5. Agradecimientos

Se les agradece a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, que participaron en la realización del diagnóstico a la muestra de 200 edificaciones construidas con el Gran Panel Soviético en la ciudad de Santiago de Cuba.

## Referencias Bibliográficas

1. M. Lawner. "La KPD conquista León de Plata en la Bienal de Venecia," [Online], Jun 19 2014 Available: [www.elclarin.cl/.../12028-la-kpd-conquista-leon-de-plata-en-la-bienal-de-venecia.html](http://www.elclarin.cl/.../12028-la-kpd-conquista-leon-de-plata-en-la-bienal-de-venecia.html) (last accessed: 23Nov 2020).
2. N. Salinas, "KPD en imágenes: antes y después de 1973", in *Monolith controversies*. Alemania: Hatje Cantz Verlag, 2014, pp.105-111.
- 3- Y.C. Socarrás y E. Álvarez, "Factores causantes de daños potenciales en el Gran Panel Soviético," presentado en "VI Jornada Internacional de Ingeniería Civil," Holguín, Cuba, 2019.
- 4- Instituto Nacional de la Vivienda, "Procedimiento para determinar el estado técnico de la vivienda," La Habana, Cuba, 1991.
- 5- P. Tejera y O. Álvarez, *Conservación de Edificaciones*. Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela, 2013.
- 6- Y.C. Socarrás, "Nuevo enfoque para evaluar daños patológicos en estructuras de grandes paneles prefabricados. Gran Panel Soviético", presentado en "III Convención Científica Internacional UCLV", Santa Clara, Cuba, 2021.
- 7- Y.C. Socarrás-Cordoví, E. Álvarez-Deulofeu and F. Lora-Alonso, "Forecasts on the seismic behavior of buildings constructed with the Great Soviet Panel", *DYNA*, 88(216), pp. 145-151, 2021a
- 8- Y.C. Socarrás-Cordoví, E. Álvarez-Deulofeu and F. Lora-Alonso, "Changes in the fundamental periods of buildings constructed with the Great Soviet Panel", *ESTOA*, 19(10), pp.139-147. e - ISSN:1390-9274 DOI: 10.18537/est.v010.n019.a12, 2021b.
- 9- Y.C. Socarrás, "Procedimiento para la evaluación de daños sísmicos potenciales en el sistema prefabricado Gran Panel Soviético," Tesis de Dr., Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Cuba, 2020. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Yamil-a-Socarras-Cordovi>. DOI: 10.13140/RG.2.2.10800.28160
- 10- Y.C. Socarrás y E. Álvarez, "Limitaciones de los estudios de vulnerabilidad sísmica a edificaciones de hormigón en Santiago de Cuba", *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 3, pp.1-15, 2021.
- 11- L. Pérez y M. LLanes, "Propuesta de metodología para la evaluación constructiva de edificios", *Revista Ciencia y Construcción*, 2(3), pp.52-63, 2021.