



Revista de la Asociación Latinoamericana
de Control de Calidad, Patología y
Recuperación de la Construcción

E-ISSN: 2007-6835

revistaalconpat@gmail.com

Asociación Latinoamericana de Control
de Calidad, Patología y Recuperación de

Vazquez, V.; Lird, D.

Determinación de una metodología para la estimación de la vida útil ponderada de
viviendas en Paraguay

Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y
Recuperación de la Construcción, vol. 3, núm. 3, septiembre-diciembre, 2013, pp. 218-
231

Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la
Construcción, A. C.
Mérida, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427639593007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Revista ALCONPAT

http://www.mda.cinvestav.mx/revista_alconpat

eISSN 2007-6835



Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción

Determinación de una metodología para la estimación de la vida útil ponderada de viviendas en Paraguay

V. Vazquez¹, D. Lird¹

¹ Trabajo Final de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción, e-mail: calpitu26@gmail.com; daniellird@msn.com

Información del artículo

Artículo recibido el 22 de Octubre de 2013, revisado bajo las políticas de publicación de la Revista ALCONPAT y aceptado el 01 de Noviembre de 2013. Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el Segundo número del año 2014 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del primer número del año 2014.

© 2013 ALCONPAT Internacional

Información Legal

Revista ALCONPAT, Año 3, No. 3, Septiembre - Diciembre 2013, es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A.C., Av. Zamná No. 295 entre 61 y 63 Fraccionamiento Yucalpetén, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97248, Tel. 5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Página Web: www.mda.cinvestav.mx/alconpat/revista. Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado, Av. Zamná No. 295 entre 61 y 63 Fraccionamiento Yucalpetén, Mérida Yucatán, México, C.P. 97248, fecha de última modificación: 30 de Diciembre de 2013.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor. Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la ALCONPAT Internacional A.C.

RESUMEN

Hoy en día el concepto de vida útil se utiliza mucho en todo el mundo, ya que la intención de los profesionales de la construcción es ejecutar proyectos que tengan una vida prolongada de servicio cumpliendo con los fines previstos bajo ciertos niveles de mantenimiento preventivo. En otros países desde hace casi dos décadas, se han ejecutado investigaciones sobre la durabilidad y vida útil de materiales y en su conjunto aplicado a edificaciones, para determinar cuáles son los problemas encontrados, y así poder proyectar obras técnicamente más efectivas y sustentables en el tiempo. Con el presente trabajo se propone determinar una Metodología aplicable al Paraguay, con el objetivo de estimar la vida útil de las viviendas utilizando el método ponderado como eje articulador del estudio.

Palabras clave: Vida útil, ponderación, senavitat, carbonatación, método de factores

ABSTRACT

Today the concept of Service Life is used widely around the world, and that the intention of building professionals is to implement projects that have a long service life to meet the purposes set out below certain levels of preventive maintenance. In other countries for almost two decades, investigations have been conducted on the durability and service life of materials and applied to buildings as a whole to determine which are the problems encountered, and so to project works far more effective and sustainable over time. The present work aims to determine a methodology applicable to Paraguay in order to estimate the useful life of the housing using the weighted method as articulating axis of the study.

Keywords: Life span, weighting, senavitat, carbonation, factor method.

Autor de contacto: D. Lird

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el concepto de vida útil se utiliza mucho en todo el mundo (Ing. Ronny González Mora, Costa Rica; Turibio José Da Silva, Universidad Federativa de Uberlândia; Leticia Pérez, Universidad Politécnica de Madrid), ya que la intención de los profesionales de la construcción es ejecutar proyectos que tengan una vida prolongada de servicio cumpliendo con los fines previstos bajo la ejecución de ciertos niveles de mantenimiento preventivo.

Es así, que en otros países desde hace casi dos décadas, se han ejecutado investigaciones (ver Memorias CONPAT) sobre la durabilidad y vida útil de materiales y en su conjunto aplicado a edificaciones, para determinar cuáles son los problemas encontrados, y así poder proyectar obras más técnicamente efectivas y sustentables en el tiempo.

En el Paraguay quizás existan, pero no tan fehacientemente, estudios técnicos ni experimentales que traten el tema de Vida Útil de materiales y menos de viviendas. En el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción se han ejecutado programas enfocados a la resistencia última o media de diferentes materiales constructivos, pero no dirigido a las viviendas en su conjunto.

En el contexto internacional se puede encontrar una gran cantidad de material bibliográfico (Tabla del Bureau of Internal Revenue, etc.) que adjuntan tablas de esperanzas de vida de diferentes tipos de edificaciones. Pero todas ellas han sido desarrolladas en medios y bajo tipologías ajenas al Paraguay.

Este hecho ha dado pie al presente trabajo, el cual se convierte en una propuesta para establecer una metodología fácil y práctica que conduzca, a través del método ponderado, en la estimación de la Vida Útil de las Viviendas.

Se ha tomado la decisión de aplicar el Método de la Vida Útil Ponderada, partiendo del hecho que es un enfoque que no requiere directamente del soporte de laboratorios de materiales especializados y se presta en forma indirecta, para hacer variaciones en la calidad de materiales, y la mano de obra empleada, entre otros puntos que se pudieran considerar necesarios.

El Método de la Vida Útil Ponderada conlleva varios elementos intrínsecos, de los cuales su correcta estimación es vital para lograr un resultado confiable. Uno de estos es la acertada estimación de la vida útil de cada rubro de la construcción. Aquí en nuestro medio podemos encontrar estimados de vida de muchos materiales, pero la interrogante viene a la hora de convertir estos en una obra como puede ser una vivienda o un edificio. No se trata tan solo de encontrar durabilidad de materiales sino realizar un estudio para obtener la vida útil de los rubros en los que estos son utilizados, de manera a disponer de datos que sean reales, y no solo basado en simples estimaciones.

Finalmente y como parte central de este trabajo, se propone la Metodología de la Vida Útil Ponderada de las distintas tipologías de viviendas del Paraguay: Interés Social, Calidad Media y Calidad Alta, la cual será de gran utilidad a los profesionales para el estudio de factibilidad de proyectos, o determinación de vida residual de manera a obtener depreciación de los mismos, entre otros.

2. OBJETIVOS

El Objetivo General del presente Trabajo es la Determinación de una Metodología práctica y ponderada para la correcta estimación de la Vida Útil de las Viviendas de diversas tipologías (social, media y alta) en el Paraguay.

Entre los objetivos específicos podemos señalar, entre los más importantes:

- 1) Realizar una inspección visual y observación criteriosa, in situ, para visualizar el bien y todos los elementos y condiciones que lo constituyen e influyen y así determinar el estado en que se encuentran las viviendas en el Paraguay, específicamente dentro del área de estudio (Asunción y Gran Asunción).
- 2) Aplicar una metodología para estimar la esperanza de vida de cada rubro de la vivienda.
- 3) Proponer un conjunto de valores de Vida Útil de rubros de la construcción, ajustados y consistentes con la tipología constructiva del Paraguay.
- 4) Aplicar un método de fácil aplicación y utilización, que sea práctico y de fácil comprensión y recomendado a varios tipos de viviendas en el Paraguay.

3. LA VIDA ÚTIL DE LOS BIENES

Es importante puntualizar una serie de términos que el profesional valuador cita en diferentes casos al referirse al estimado de vida útil de los bienes en general, teniendo en cuenta que este concepto tiene varias acepciones o interpretaciones en las obras de ingeniería.

3.1. Vida total.

Es el promedio estadístico que refleja la esperanza de vida de un bien expresada en años, bajo condiciones normales de operación y mantenimiento (Fuente: Vida Útil Ponderada de Edificaciones. Ing. Ronny González Mora. Costa Rica)

3.2. Vida útil.

Es el período de tiempo después de la construcción durante el cual todas las propiedades esenciales alcanzan o superan el valor mínimo aceptable con un mantenimiento rutinario (Fuente: ASTM 632-82).

3.3. Vida de servicio.

Es la base del cálculo de la rentabilidad de una edificación y corresponde a la duración del servicio promedio de un edificio o de un elemento constructivo de una instalación o de un componente de este (Fuente: Vida Útil Ponderada de Edificaciones. Ing. Ronny González Mora. Costa Rica).

3.4. Edad.

Representa el tiempo transcurrido desde la instalación del bien hasta la fecha de valuación (Fuente: Curso Básico de Ingeniería Legal y de Tasaciones. Ing. Sérgio Antonio Abunahman). La edad puede no ser equivalente al periodo cronológico transcurrido desde la instalación de la propiedad nueva hasta la fecha de avalúo, ya que existe una serie de factores, como calidad del mantenimiento, la intensidad del uso, las reparaciones mayores y otros, que solo pueden determinarse mediante la inspección física del bien.

3.5. Vida útil ponderada de la vivienda.

Es el promedio de vida, que se obtiene en función de la incidencia o participación de los componentes más representativos de la obra respecto del costo, de forma tal, que el promedio ponderado de todos ellos representa su vida útil estimada (Fuente: Vida Útil Ponderada de Edificaciones. Ing. Ronny González Mora. Costa Rica).

4. VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

4.1. Objetivo.

El objetivo es hallar la vida útil de cada rubro de obra y la vida útil ponderada de la vivienda de interés social.

4.2. Relevamiento de datos.

Para la obtención de los datos y la elaboración del informe de vida útil, se considera como modelo el sistema de viviendas de interés social implementado desde 1971 por el Instituto Paraguayo de la Vivienda y Urbanismo (IPVU) hasta su fusión en el año 1991 con el BNV creando el CONAVI el cual lleva a cabo los proyectos hasta la creación de la Secretaria Nacional de la Vivienda y el Hábitat (SENAVITAT) en el año 2010.

4.3. Metodología.

Consiste en agrupar una serie de datos, obtenidos de sucesivas encuestas realizadas por el IPVU y el CONAVI en las viviendas, tomando en cuenta su edad (año de construcción) y haciendo una exploración visual del estado actual de las mismas.

Se procede a identificar las villas de interés social que podrán constituirse como referentes de las distintas edades que tienen las mismas a lo largo de más de 40 años de constituido el Programa, en periodos espaciados de 3 a 6 años.

El relevamiento de las viviendas IPVU:

A: Villa El Peñón (1988): Edad 22 años.

B: Villa Inpro (1986): Edad 24 años.

C: Villa Lambaré 1 (1983): Edad 27 años.

D: Villa Lambaré 2 (1980): Edad 30 años.

E: Villa Burrerita (1977): Edad 33 años.

F: Villa Antelco (1974): Edad 36 años.

G: Villa San Pablo (1970): Edad 40 años.

El relevamiento de las viviendas CONAVI:

I: Villa Guarambaré (2009): Edad 1 año.

J: Villa Nuevo Hogar (2005): Edad 5 años.

K: Villa Luque (2001): Edad 9 años.

L: Villa La Garza (1997): Edad 13 años.

M: Villa Madrid (1993): Edad 17 años.

N: Villa Koeju (1990): Edad 20 años.

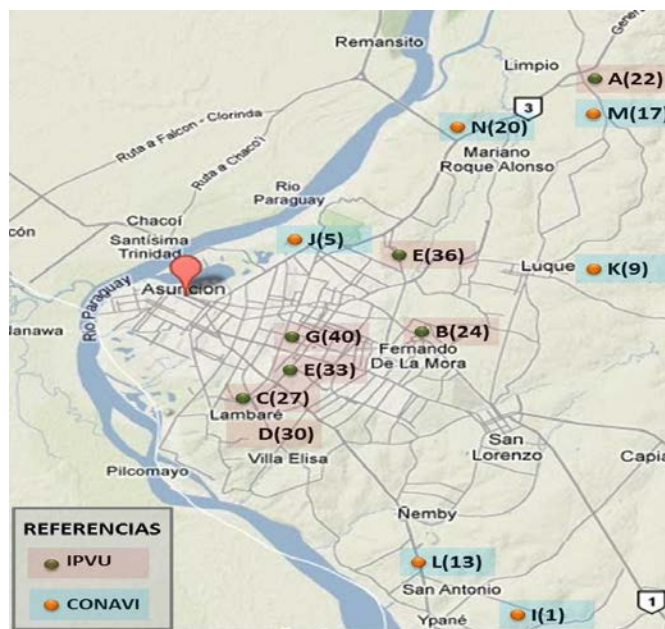


Figura 1. Ubicación de las villas relevadas

En cada villa se eligen aleatoriamente 10 viviendas del mismo tipo, es decir, con las mismas características, la misma planta y por supuesto la misma edad. Esta última aclaración se debe a que en algunos casos la duración total de la obra superó el año, lo que en algún caso podría influir de alguna manera en la edad real de la vivienda. Así también quedan fuera del estudio las modificaciones o mejoras edilicias hechas por las familias, ya que estas fueron ejecutadas en un periodo posterior a la construcción. La SENAVITAT a través del Fondo Nacional de la Vivienda Social (FONAVIS) emitió un Formulario de Evaluación Técnica (06-2010), conteniendo los

diferentes rubros de la vivienda y se calificaba a los materiales en Bueno, Regular y Malo; tomándolo como modelo se elaboró uno nuevo, ampliando la calificación de 0 a 5. En la Tabla 1 se aprecia un ejemplo de una vivienda en la ciudad de Limpio y en la Tabla 2, los criterios de puntuación.

Tabla 1. Formulario relevamiento Viviendas Interés Social

VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL				
NOMBRE Y CIUDAD:	KEOJU - LIMPIO		EDAD:	20 AÑOS
VILLA:	N1 (CONAVI)		SUPERFICIE:	54,5 m2
AÑO CONSTRUCCION:	1990		FECHA	15/03/2011
Rubro	Criterios	Estado (0 - 5)	CALIFICACION PROMEDIO	Observaciones
Cimientos	Asentamiento:	3,3	3,0	
	Dimensionamiento	2,7		
Paredes	Grietas	3,4	3,0	
	Sales ladrillo:	2,6		
Revoques	Humedad:	2,4	2,6	
	Fisuras:	2,8		
	Desprendimiento:	2,6		
Contrapisos	Asentamiento:	2,5	2,5	
	Humedad capilar:	2,5		
Pisos	Desgaste:	3,2	3,0	
	Planeidad:	3,3		
	Juntas:	2,8		
	Desprendimiento:	2,7		
Revestimientos	Desgaste:	2,9	2,6	
	Planeidad:	2,8		
	Juntas:	2,5		
	Desprendimiento:	2,3		
Techo	Aislacion:	2,0	2,3	
	Humedad exterior:	1,9		
	Tejuelones:	3,0		
Maderamen	Curvaturas:	2,7	2,2	
	Kupi:	2,0		
	Humedad:	1,8		
Desague cloacal	Filtraciones	2,5	2,6	
	Asentamiento:	2,7		
Instalaciones de agua	Roturas:	2,4	2,6	
	Presion:	2,8		
Instalaciones electricas	Llaves:	2,0	2,3	
	Cortocircuitos:	2,0		
	Sobrecalentamiento Cables:	2,8		
Camara Septica	Asentamiento:	3,0	2,8	
	Ventilacion:	2,6		
Pozo Absorbente	Asentamiento:	2,9	2,7	
	Ventilacion:	2,5		
Carpinteria metalica	Oxidacion:	2,5	2,5	
	Estado gral:	2,5		
Carpinteria de madera	Kupi:	2,2	2,2	
	Estado gral:	2,2		

Relevó: VICTOR VAZQUEZ

Tabla 2. Criterios de puntuación. Interés Social

FIGURAS	CRITERIOS DE PUNTUACION	FIGURAS	CRITERIOS DE PUNTUACION
	Paredes: Desprendimiento de revoque <i>Escala de 0 a 1</i>		Carpintería Madera: Estado gral. <i>Escala 1 a 2</i>
	Contra Pisos: Hundimiento <i>Escala 1 a 2</i>		Cimientos: Asentamiento <i>Escala 1 a 2</i>
	Pisos: Desprendimiento y Rotura <i>Escala 1 a 2</i>		Paredes: Grietas <i>Escala 1 a 2</i>
	Cimientos: Asentamiento <i>Escala 2 a 3</i>		Paredes: Humedad <i>Escala 0 a 1</i>
	Paredes: Grietas <i>Escala 1 a 2</i>		Revoques: Fisuras <i>Escala 1 a 2</i>
	Techo: Aislación <i>Escala 1 a 2</i>		Techo: Aislación <i>Escala 0 a 1</i>
	Maderamen: Kupi'i y estado general <i>Escala 1 a 2</i>		Paredes: Humedad <i>Escala 0 a 1</i>

4.4. Procesamiento de Datos.

Como se dijo anteriormente, la muestra de cada villa se limitó a 10 viviendas, de manera a ser representativas de la población, conforme al análisis estadístico realizado.

Se utilizaron planillas para cada villa, nombrando a cada vivienda en forma alfanumérica. Ejemplo: para la Villa A, las viviendas se nombraron A1, A2,..., A10. Y así para cada villa y vivienda relevadas. Los puntajes son los correspondientes a la columna "*Calificación Promedio*" obtenidos de las planillas de la Tabla 1.

Para obtener un dato útil se procedió a promediar los puntajes, realizando esto para cada rubro de obra. Los mismos se presentan en la columna "Promedio". Las mismas se muestran a continuación, primeramente las correspondientes al IPVU y luego a CONAVI.

Tabla 3.1. Promedios Villa A – IPVU

VILLA:	EL PEÑON										
DENOMINACION:	A	(IPVU)									
EDAD:	22	AÑOS	AÑO DE CONSTRUCCION: 1998								
Rubro	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	PROMEDIO
Cimientos	3,5	4	4,3	3,7	4,2	4	4,5	5	4	2,8	4,1
Paredes	3,3	3,7	4	3,8	4,1	4,1	4,4	4,5	3,7	3,3	3,9
Revoques	3	3,2	3,3	3	3,6	3,7	4	3,8	3,4	3	3,4
Constrapisos	3,1	3,2	2,9	2,8	2,9	3	3,1	3,3	3	3,1	3,0
Pisos	3	2,8	3,2	3,1	2,8	2,7	2,7	2,8	3	3,4	3,0
Revestimientos	3,3	3,2	3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3
Techo	2,6	2,4	2,7	2,9	3	3,1	2,9	2,4	2,4	2,5	2,7
Maderamen	3,5	3,2	3,5	3,4	3,2	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	3,3
Desague cloacal	3,2	3,2	3,1	3,5	3,4	3,3	3,2	2,9	2,9	3	3,2
Instalaciones de agua	2	3,2	3	2,9	3,1	3	2,9	3,1	3,1	3	3,2
Instalaciones electricas	2,4	2,6	2,7	2,8	2,4	2,4	2,3	2,6	2,6	2,5	2,5
Camara Septica	3,2	3,1	3,2	3	2,9	3,2	3,3	3,6	3,6	3,5	3,3
Pozo Absorbente	3,2	3,1	3,1	3	2,9	3,1	3,2	3,5	3,5	3,4	3,2
Carpinteria metalica	3	3,3	3,1	3,1	3	2,9	2,8	3,2	3,2	3	3,0
Carpinteria de madera	2,9	2,8	2,7	2,5	2,6	2,9	3	2,9	2,9	2,9	2,8

Tabla 3.2. Promedios Villa J – CONAVI

VILLA:	NUEVO HOGAR										
DENOMINACION:	J	(CONAVI)									
EDAD:	5	AÑOS	AÑO DE CONSTRUCCION: 1998								
Rubro	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	PROMEDIO
Cimientos	4,5	4,6	4,2	4,5	4,6	4,7	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3
Paredes	4,6	4,7	4,3	4,6	4,5	4,7	4,7	4,4	4,4	4,5	4,5
Revoques	4	3,9	3,7	3,7	3,9	3,7	3,6	3,8	3,5	3,6	3,7
Constrapisos	3,7	3,5	3,4	3,6	3,7	3,5	3,6	3,6	3,7	3,5	3,6
Pisos	4,4	4,3	3,9	4	4,1	4,2	4,4	4,1	4	4,1	4,2
Revestimientos	3,8	3,4	3,3	3,5	3,6	3,7	3,9	3,6	3,7	3,4	3,6
Techo	3,4	3,3	3,2	3	3,6	3,2	3,6	3,6	3,2	3,3	3,3
Maderamen	3,7	3,4	3,6	3,7	3,8	3,6	3,6	3,8	3,8	3,4	3,6
Desague cloacal	3,7	3,3	3,4	3,5	3,4	3,6	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6
Instalaciones de agua	3,8	3,9	4	3,8	3,7	4	3,9	3,6	3,8	4	3,9
Instalaciones electricas	4	3,9	3,8	3,6	3,4	3,5	3,6	3,6	3,5	3,5	3,6
Camara Septica	4	3,9	3,8	3,8	4	4,1	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1
Pozo Absorbente	4	3,8	3,7	4,1	4,2	3,9	4,3	4,2	4,1	4,3	4,1
Carpinteria metalica	3,9	3,8	4	4,2	3,9	3,8	3,5	3,6	3,9	3,9	3,9
Carpinteria de madera	3,7	3,6	3,4	3,5	3,5	3,6	3,4	3,6	3,7	3,4	3,5

A continuación están las tablas que contienen los promedios de las villas en c/u de los rubros

Tabla 3.3. Promedios generales IPVU

Rubro	A	C	B	D	E	F	G
Edades	22	24	27	30	33	36	40
Cimientos	4,1	3,8	3,5	3,5	3,3	2,8	2,3
Paredes	3,9	3,7	3,3	3,2	3,1	2,8	2,3
Revoques	3,4	3,2	2,6	2,4	2,1	1,8	2,0
Contrapisos	3,0	2,8	2,5	2,4	2,2	1,7	1,7
Pisos	3,0	2,9	2,6	2,4	2,1	1,9	1,6
Revestimeintos	3,3	3,1	2,8	2,6	1,2	1,9	1,6
Techo	2,7	2,3	1,9	1,7	2,3	1,0	0,9
Maderamen	3,3	3,0	2,6	2,3	2,1	1,8	1,6
Desague cloacal	3,2	3,1	2,6	2,2	2,0	1,7	1,2
Instalaciones de agua	3,1	2,9	2,6	2,4	1,7	1,3	1,0
Instalaciones electricas	2,5	2,2	1,9	1,5	1,2	0,9	0,7
Camara Septica	3,3	3,0	2,7	2,4	2,0	1,7	1,6
Pozo Absorbente	3,2	3,0	2,5	2,1	2,0	1,8	1,5
Carpinteria metalica	3,0	2,8	2,5	2,1	1,8	1,6	1,2
Carpinteria de madera	2,8	2,6	2,3	1,9	1,7	1,2	0,9

Tabla 3.4. Promedios generales CONAVI

Rubro	I	J	K	L	M	N
Edades	1	5	9	13	17	20
Cimientos	4,8	4,4	4,0	3,7	3,5	3,1
Paredes	4,7	4,5	3,9	3,8	3,4	3,0
Revoques	4,0	3,7	3,5	3,2	2,9	2,5
Contrapisos	4,1	3,6	3,4	3,0	2,9	2,5
Pisos	4,5	4,2	3,9	3,5	3,3	3,0
Revestimeintos	4,0	3,6	3,4	3,1	3,0	2,5
Techo	3,5	3,3	2,9	2,6	2,2	2,0
Maderamen	3,9	3,6	3,3	2,9	2,7	2,4
Desague cloacal	4,0	3,6	3,2	2,9	2,7	2,5
Instalaciones de agua	4,3	3,9	3,7	3,5	3,0	2,7
Instalaciones electricas	4,0	3,6	3,2	2,9	2,0	2,2
Camara Septica	4,5	4,1	3,6	3,3	3,0	2,8
Pozo Absorbente	4,4	4,1	3,6	3,2	2,9	2,7
Carpinteria metalica	4,2	3,9	3,7	3,4	3,0	2,7
Carpinteria de madera	3,9	3,5	3,3	2,9	2,7	2,3

4.5. Recta de mínimos cuadrados y Niveles mínimos de desempeño.

De aquí en más, el análisis se centra en hallar la vida útil de cada rubro de vivienda, la cual se obtendrá a partir de la comparación entre las villas de diferentes edades. Por ejemplo, para el rubro “Cimientos” IPVU, de la Tabla 3.3, tomamos la fila 1 y sus correspondientes puntajes que corresponden a las distintas edades, los colocamos en un gráfico y se ajustan de acuerdo a la recta de los mínimos cuadrados (ver ejemplo en Figura 2)

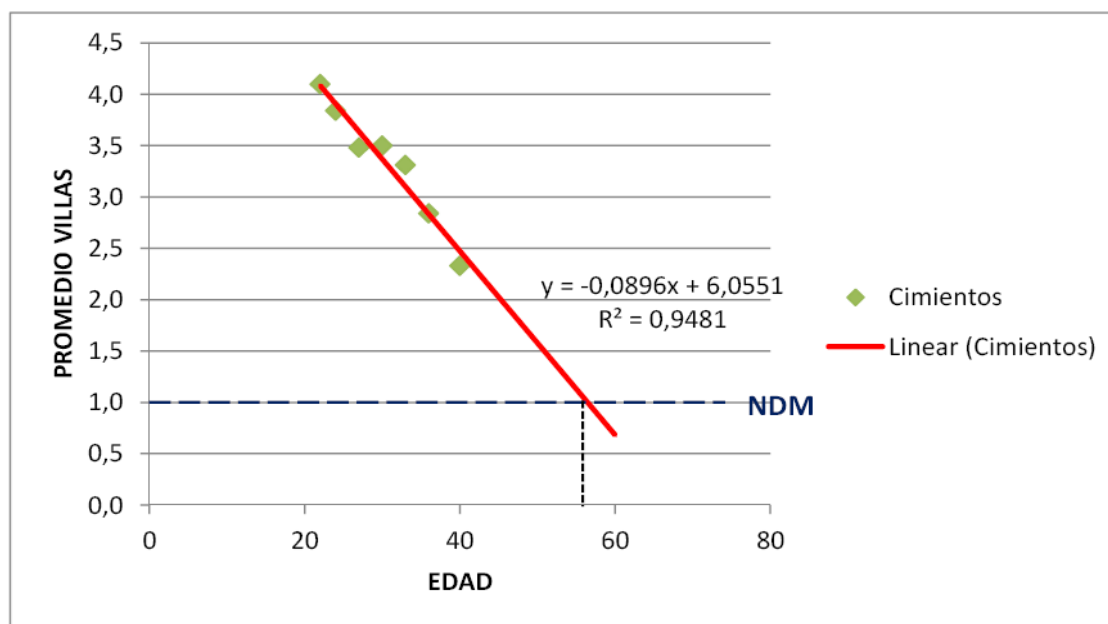


Figura 2. Promedio rubro Cimientos – IPVU

La Figura 2 muestra los puntos promedios de las villas para cada edad considerada. Se observa que la curva es descendente, a menor edad mayor puntaje y viceversa. Se procede de la misma manera para cada rubro y para cada Villa: IPVU (A-G) y CONAVI (I-N).

Utilizando el Nivel Mínimo de Desempeño (NDM; Fuente: Shohet et al., 2003), que corresponde a los criterios mínimos de aceptación para cada rubro de obra, se traza la curva y su intersección con la recta de mínimos cuadrados nos permite obtener la Vida Útil de cada rubro (ver gráfico con la ecuación de la recta de mínimos cuadrados y coeficiente de correlación en la Figura 2)

4.6. Incidencia de rubros.

La incidencia de rubros representa el peso en porcentaje (%) de cada rubro en el presupuesto total de una obra. En este caso, es utilizado para cumplir con uno de los objetivos del trabajo que es ponderar, o sea, cada vida útil de rubros será ponderada de acuerdo a la incidencia de ese rubro. El procedimiento utilizado se puede resumir en los siguientes pasos: 1) Se define el tipo de edificación; 2) Se elabora la planilla de cómputo métrico y presupuesto de la vivienda de similares características a la relevada (área y especificaciones técnicas); 3) Se calcula el porcentaje de incidencia de cada uno de los rubros respecto al costo total. En la Tabla 4 se observa un ejemplo del procedimiento utilizado

Tabla 4. Porcentaje de cada rubro en el presupuesto total de obra

Nº	Rubro	Unidad	P. total	Incidencia
1	Cimientos	gl	4.867.922	6,5%
2	Paredes	gl	13.978.537	18,7%
3	Revoques	gl	5.495.161	7,4%
4	Contrapisos	gl	2.139.227	2,9%
5	Pisos	gl	5.399.148	7,2%
6	Revestimeintos	gl	1.068.408	1,4%
7	Techo	gl	11.041.070	14,8%
8	Maderamen	gl	10.608.087	14,2%
9	Desague cloacal	gl	5.046.137	6,7%
10	Instalaciones de agua	gl	955.611	1,3%
11	Instalaciones electricas	gl	4.822.853	6,5%
12	Camara Septica	gl	1.095.728	1,5%
13	Pozo Absorbente	gl	1.738.975	2,3%
14	Carpinteria metalica	gl	782.849	1,0%
15	Carpinteria de madera	gl	5.721.593	7,7%
Total			74.761.306	100%
Costo unitario (Gs/m2)			679.648	

Referencias: gl: global; P. total: Precio Total

4.7. Vida útil ponderada de las viviendas de interés social.

Una vez determinado la incidencia de cada rubro en el presupuesto total de obra se procede, a: 1) asignar la vida útil estimada a c/u de los rubros; 2) multiplicar la incidencia por la vida estimada de c/ rubro y 3) la sumatoria de todos ellos nos da la Vida Útil Ponderada (ejemplo: si las paredes de mampostería tienen una vida estimada de 50,6 años y su incidencia en el costo total de la obra es 18,9%, la contribución de las paredes a la vida de la edificación es: $50,6 \times 0,189 = 9,5$; ver Tabla 5); la sustentabilidad del método estriba en la elaboración de planillas de obra confiables y ajustadas a la tipología de la vivienda analizada.

Tabla 5. Vida Útil Ponderada de la Vivienda de Interés Social

Nº	Rubro	Vida útil estimada (años)	Incidencia (%)	Vida útil ponderada (años)
1	Cimientos	50,8	6,6%	3,4
2	Paredes	50,6	18,9%	9,5
3	Revoques	38,2	7,5%	2,9
4	Contrapisos	37,2	2,9%	1,1
5	Pisos	40,1	7,2%	2,9
6	Revestimeintos	38,5	1,4%	0,5
7	Techo	29,0	14,6%	4,2
8	Maderamen	41,2	14,0%	5,8
9	Desague cloacal	34,7	6,7%	2,3
10	Instalaciones de agua	35,8	1,3%	0,5
11	Instalaciones electricas	29,4	6,4%	1,9
12	Camara Septica	41,8	1,5%	0,6
13	Pozo Absorbente	40,7	2,4%	1,0
14	Carpinteria metalica	36,6	1,1%	0,4
15	Carpinteria de madera	32,5	7,7%	2,5
VIDA UTIL PONDERADA VIVIENDA SOCIAL				39,4

5. VIVIENDAS DE CALIDAD MEDIA

5.1. Vida útil ponderada de las viviendas de calidad media.

El Objetivo y Metodología utilizada es similar a las Viviendas de Interés Social. Se han relevado 42 viviendas; las diferencias encontradas estriban en los rubros de Hormigón Armado y Pinturas, de incidencias importantes en los costos totales de obra, lo que motivó la utilización de otros Trabajos Finales de Grado (TFG) ya realizados con anterioridad. Por ejemplo para el Hormigón Armado se utilizó un TFG que determinó la vida útil de una Edificación del año 1955, de seis niveles, determinando: 1) la constante de carbonatación (k_c); 2) el tiempo de inicio de la corrosión (t_i); 3) el tiempo de propagación de la corrosión (t_p); 4) la vida útil del elemento ($t_L = t_i + t_p$) y 5) la vida útil considerada es el menor de estos valores por c/ nivel y luego el menor de los valores será el definitivo (Fuente: k. Tuutti. Corrosion of Steel in Concrete, 1992; EHE A.9.5.). En la Tabla 6 se observa un ejemplo de los valores de vida útil obtenidos.

Tabla 6. Vida Útil Ponderada de la Vivienda de Calidad Media

Nº	Rubro	Vida útil estimada (años)	Incidencia (%)	Vida útil ponderada (años)
1	Cimientos	62,1	7,2%	4,5
2	Hormigon Armado	84,0	17,9%	15,0
3	Paredes	62,1	13,3%	8,3
4	Revoques	48,4	6,6%	3,2
5	Contrapisos	48,8	1,7%	0,8
6	Pisos	44,5	10,4%	4,6
7	Revestimientos	42,2	1,9%	0,8
8	Techo	38,6	3,0%	1,1
9	Maderamen	46,3	3,6%	1,7
10	Desague cloacal	38,9	3,9%	1,5
11	Instalaciones de agua	38,7	4,8%	1,9
12	Instalaciones electricas	36,9	10,8%	4,0
13	Carpinteria metalica	37,2	4,5%	1,7
14	Carpinteria de madera	36,1	5,2%	1,9
15	Pinturas	10,0	4,9%	0,5
VIDA UTIL PONDERADA VIVIENDA 2 NIVELES 400m2				51,6

6. VIVIENDAS DE CALIDAD ALTA

6.1. Vida útil ponderada de las viviendas de calidad alta.

El objetivo es hallar la vida útil de cada rubro de obra y la vida útil ponderada de las viviendas de Calidad Alta. La Metodología utilizada fue el Método de los Factores (Fuente: ISO 15686, parte 1, 2000), muy utilizado a partir del año 2000, y que se ajusta mejor a las tipologías y especificaciones de las viviendas de calidad alta. La Vida de Servicio Estimada (*VSE*) de un material o componente se calcula basándose en la Vida de Servicio de Referencia (*VSR*) y una serie de factores, *A-G*, combinándolos de la siguiente forma: $VSE = VSR \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$ (1), donde los factores representan la calidad de los materiales (*A*), el nivel de diseño (*B*), la mano de obra (*C*), el ambiente interior (*D*), el ambiente exterior (*E*), las condiciones de uso (*F*) y el nivel de mantenimiento (*G*)

Para nuestro trabajo hemos adoptado los Factores *A*, *C* y *G*, por ser los factores que más se ajustan a las tipologías encontradas en el Paraguay. Los factores aplicados oscilan entre 0,80 y 1,20. En la Tabla 7, observamos los valores encontrados, partiendo de los valores obtenidos en las Viviendas de Calidad Media. En la Tabla 8, observamos un ejemplo de la Vida Útil Ponderada de las Viviendas de Calidad Alta.

Tabla 7. Vida Útil de cada rubro de la Vivienda de Calidad Alta

Nº	Rubro	Vida útil clase media (años)	Factor A: Calidad material / control	Factor C: Calidad Mano Obra	Factor G: Nivel mantenimiento	Vida útil clase Alta (años)
1	Cimientos	62,1	1,05	1,05	1,00	68,4
2	Hormigon Armado	84,0	1,06	1,06	1,04	98,2
3	Paredes	62,1	1,05	1,03	1,03	69,2
4	Revoques	48,4	1,00	1,03	1,03	51,3
5	Contrapisos	48,8	1,00	1,00	1,03	51,8
6	Pisos	44,5	1,05	1,00	1,05	49,0
7	Revestimientos	42,2	1,05	1,05	1,05	46,5
8	Techo	38,6	1,05	1,05	1,05	44,7
9	Maderamen	46,3	1,00	1,05	1,03	50,1
10	Desague cloacal	38,9	1,05	1,05	1,06	45,4
11	Instalaciones de agua	38,7	1,05	1,05	1,06	45,2
12	Instalaciones electricas	36,9	1,10	1,05	1,10	46,9
13	Carpinteria metalica	37,2	1,03	1,10	1,03	43,5
14	Carpinteria de madera	36,1	1,05	1,10	1,03	42,9
15	Pinturas	10,0	1,05	1,05	1,05	11,6

Tabla 8. Vida Útil Ponderada de la Vivienda de Calidad Alta

Nº	Rubro	Vida útil estimada (años)	Incidencia (%)	Vida útil ponderada (años)
1	Cimientos	68,4	8,0%	5,5
2	Hormigon Armado	98,2	17,7%	17,4
3	Paredes	69,2	6,1%	4,2
4	Revoques	51,3	7,0%	3,6
5	Contrapisos	51,8	1,3%	0,7
6	Pisos	49,0	9,8%	4,8
7	Revestimientos	46,5	2,9%	1,4
8	Techo	44,7	4,6%	2,0
9	Maderamen	50,1	5,5%	2,8
10	Desague cloacal	45,4	4,4%	2,0
11	Instalaciones de agua	45,2	4,7%	2,1
12	Instalaciones electricas	46,9	9,0%	4,2
13	Carpinteria metalica	43,5	6,1%	2,6
14	Carpinteria de madera	42,9	6,7%	2,9
15	Pinturas	11,6	6,3%	0,7
VIDA UTIL PONDERADA VIVIENDA CALIDAD ALTA 800m2				56,9

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados que se han obtenido en el análisis de los diferentes tipos de viviendas en el Paraguay, demuestran que existen algunos rubros de obra que influyen más que otros en la apreciación de la vida útil de edificaciones. A través del método expuesto, los profesionales serán capaces de aplicar la ponderación de vida útil, desde el inicio de un anteproyecto, de manera a conocer de antemano los factores que afectan en mayor medida a la predicción de la vida útil. Se ve claramente que los rubros de Cimientos (5 a 7%), Hormigón Armado (16 a 17%) y Paredes (15 a 18%) con vidas útiles altas, influyen de manera sensible en el total, y con ello se puede deducir que deben ser tomados con especial atención en el concepto de calidad de obra, de manera a proporcionar el mayor tiempo posible de vida bajo un cierto estado de uso y conservación preventivo.

El presente trabajo permite demostrar que las vidas útiles de las viviendas de interés social se sitúan entre 35 y 43 años. Las Viviendas de Calidad Media, que son las de mayor cantidad existente en el país se sitúan entre 45 y 52 años; este incremento es debido principalmente al tipo de mantenimiento utilizado. En tanto que en las Viviendas de Calidad Alta los valores hallados se encuentran alrededor de los 57 años; estos resultados son muy indicativos, puesto que los materiales utilizados son de primera calidad, los controles de obras y los mantenimientos son de un nivel elevado.

8. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a todas las personas que han permitido nuestra presencia en este Congreso CONPAT 2013, fundamentalmente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abunahman S. A. (2005), *Curso Básico de Ingeniería Legal y de Tasaciones*. 1ª Edición en Castellano. pp: 316. ISBN 980-12-1079-6
- CONPAT 2005. Volúmenes I y II.
- Da Silva T. J. (2002), *Predicción de la Vida Útil y Residual de las Construcciones*. Universidad Federativa de Uberlândia.
- Garrido M. A. J. (2010), *Previsión de la Vida útil de Pinturas de Fachadas de Edificios Antiguos*. Universidad Técnica de Lisboa.
- González Mora R. (2006), *Vida Útil Ponderada de Edificaciones*. Costa Rica.
- Hovde P. J. (2005), *The Factor Method – a simple tool to service life estimation*. Norwegian University of Science and Technology.
- Normas Internacionales de Valuación. Octava Edición. 2007. Asociación Profesional de Sociedades de Valoración de España (ATASA), Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación (UPAV). pp: 405. ISBN 978-84-613-5685-0
- Núñez Scarpellini J. A. (2009), *Manual Técnico Orientativo*. Paraguay.
- Pérez L. (2010), *Vida Útil Residual de Estructuras de Hormigón Armado afectadas por corrosión*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.