

# **Análisis Comprensivo de la Incidencia Contributiva del Impuesto sobre la Propiedad Inmueble en Puerto Rico**

José Julián Cao-Alvira<sup>†</sup>

Rosa J. Rodríguez Rodríguez<sup>‡</sup>

## **Reseña**

El análisis contenido en este artículo examina el comportamiento y los factores que afectan la tasa efectiva del impuesto sobre la propiedad a individuos en Puerto Rico, con la intención de establecer su impacto en la equidad del sistema impositivo. Los hallazgos del análisis son generalmente aplicables a aquellas jurisdicciones que no actualizan el proceso por el cual valorizan las propiedades inmuebles para fines contributivos, ni implementan mecanismos de corrección de ineficiencias. Entre los resultados más significativos se encuentra que la tasa efectiva del impuesto sobre la propiedad no es fija entre los inmuebles; específicamente, ésta penaliza a las propiedades con una mayor edad de haber sido construida y muestra un comportamiento regresivo.

## **Palabras Claves**

Impuesto sobre la propiedad, financiamiento municipal, regresividad tributaria

## **Keywords**

Property tax, Municipal Finance, regressive taxation

---

<sup>†</sup> Catedrático auxiliar. Departamento de Finanzas y Escuela Graduada; Facultad de Administración de Empresas, Universidad de Puerto Rico-Río Piedras. PO Box 23332 San Juan, PR 00931-3332, JoseJulian.Cao@UPR.edu +1 (787) 764-0000 X-87126.

<sup>‡</sup> Candidata a MBA. Facultad de Administración de Empresas, Universidad de Puerto Rico-Río Piedras. PO Box 23332 San Juan, PR 00931-3332, Rosemd74@gmail.com +1 (787) 412-6484.

## I. INTRODUCCIÓN

Mientras que las aportaciones al gobierno central del impuesto sobre la propiedad inmueble son triviales, éstas son las principales fuentes de ingresos fiscales para los municipios en Puerto Rico. En el año fiscal del 2005, los recaudos municipales por este motivo sumaron \$753,619,444, el 66.54% del total de sus ingresos. La administración de este impuesto es, sin lugar a duda, de suprema importancia para la asegurar una óptima administración municipal. Sin embargo, su actual método de implantación es considerado por diversos investigadores como ineficiente y falto de equidad y, debido a actuales restricciones legales, esta situación aparenta que tiene muy poca posibilidad de resolverse. Uno de los factores de mayor crítica es la aparente heterogeneidad que existe en la tasa efectiva contributiva para propiedades sujetas a un mismo gravamen.

El análisis contenido en este artículo examina el comportamiento y los factores que afectan la tasa efectiva del impuesto sobre la propiedad a individuos en Puerto Rico, utilizando una muestra de propiedades residenciales en el municipio de Guaynabo que fueron sujetas a una transacción de compra y venta durante el año natural 2005. Entre los resultados más significativos del estudio se encuentra que la tasa efectiva del impuesto sobre la propiedad en efecto no es una fija entre los inmuebles y ésta muestra un comportamiento regresivo.

La organización del resto del artículo se describe a continuación. La próxima sección discute la base teórica del impuesto sobre la propiedad inmueble, donde particular énfasis se le otorga a sus rasgos que respectan equidad y eficiencia. La sección tres y cuatro analizan características del impuesto en los Estados Unidos y en Puerto Rico, respectivamente. La sección cinco contiene un modelo empírico que analiza la incidencia del impuesto en Puerto Rico a partir de una muestra de propiedades residenciales. La última sección presenta un resumen y las conclusiones del artículo.

## II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL IMPUESTO SOBRE LA PROPIEDAD

La responsabilidad contributiva  $T_{Prop,i}$  de un individuo por concepto de un impuesto sobre su propiedad de un bien inmueble  $i$  es igual al producto de la tasa

contributiva del impuesto  $t_{Prop,i}$  por el valor de tasación de la propiedad para fines contributivos  $P_{T,i}$ .

$$T_{Prop,i} = t_{Prop,i} \cdot P_{T,i}$$

El método de tasación para fines contributivos varía con respecto a la jurisdicción en la que se ubique la propiedad. En su mayoría las jurisdicciones utilizan el valor de mercado de una propiedad como su tasación para fines contributivos, pero en aquellas ocasiones que no haya ocurrido una transacción de compra y venta por la propiedad recientemente, este valor se estima. Los estimados están basados, en parte, por los valores de mercado de propiedades comparables que sí hayan transado una compra y venta recientemente.

La tasa efectiva del impuesto a la propiedad inmueble  $i$ ,  $t_{EffProp,i}$ , es igual a la tasa contributiva del impuesto por la razón del valor de tasación y su valor de mercado  $P_{T,i}/P_{M,i}$ . La Ecuación (1) muestra la fórmula para calcular la tasa efectiva del impuesto a la propiedad del inmueble  $i$ .

$$t_{EffProp,i} = t_{Prop,i} \cdot \frac{P_{T,i}}{P_{M,i}} \quad (1)$$

Una metodología de tasación para fines contributivos que sea uniforme y correctamente implantada asegura que la razón del valor de tasación a valor de mercado  $P_{T,i}/P_{M,i}$  sea una constante para todas las propiedades en una jurisdicción. Propiedades valoradas idénticamente por el mercado en una misma jurisdicción, con la misma tasa contributiva gravada sobre ellas, pueden tener tasas efectivas distintas únicamente si su tasación para fines contributivos no es la misma. La ocurrencia de tal fenómeno sería un ejemplo de una falta de equidad horizontal en la implantación del impuesto.

El impuesto sobre la propiedad tiene como atributo particular que se capitaliza en el valor de mercado del inmueble al momento en que es gravado, ocasionando que la totalidad de la responsabilidad contributiva del impuesto incida en el dueño de la propiedad al momento de su implantación. La capitalización de un impuesto al valor del activo ocurre cuando la serie futura descontada del valor del impuesto se incorpora al precio del activo. Los dueños subsiguientes del bien inmueble, a pesar que deben

pagar el impuesto anualmente, sólo están transfiriendo a las autoridades recolectoras el monto que ahorraron en el precio de venta al adquirir el inmueble del dueño anterior. Aaron (1975) y, posteriormente, Rosen (1985) demuestran que, al incidir sobre el propietario original del inmueble la responsabilidad contributiva, no ocurre carga excesiva por el gravado del impuesto, logrando eficiencia, y se garantiza su progresividad, consiguiendo equidad vertical en su imposición. Métodos de implantación del impuesto que sean ineficientes, especialmente aquellos que desvirtúan la tasación para fines contributivos, pueden ocasionar que le otorguen una naturaleza regresiva. La regresividad en un impuesto ocurre en aquellas ocasiones en que la razón de impuestos pagados al ingreso del contribuyente disminuye a medida que aumenta su ingreso. Este es el caso opuesto de un impuesto que es progresivo. En las ocasiones que la implantación ocasione regresividad se deben implementar mecanismos de redistribución que la corrijan; por consiguiente el sistema contributivo de un estado o jurisdicción debe de funcionar como un sistema, donde cada una de sus partes está asociada con las demás.

Si las variaciones en la proporción  $P_{T,i}/P_{M,i}$  dependen o son función de  $P_{M,i}$ , entonces existen dos posibles casos: el Caso 1 es donde  $\partial(P_{T,i}/P_{M,i})/\partial P_{M,i} > 0$  y el Caso 2 es cuando  $\partial(P_{T,i}/P_{M,i})/\partial P_{M,i} < 0$ . En el Caso 1 como el valor de la proporción aumenta a mayor sea el valor de la propiedad, resulta que las personas con mayor riqueza producto de la propiedad del inmueble pagan una tasa efectiva más alta, por lo que aumenta la progresividad del impuesto. Por otra parte, en el Caso 2, resulta que la tasa efectiva para el contribuyente también disminuye a medida que aumenta el valor de la propiedad, por lo que el impuesto se vuelve regresivo, contrario a la equidad.

#### EL IMPUESTO SOBRE LA PROPIEDAD INMUEBLE EN LOS ESTADOS UNIDOS

La tasa efectiva del impuesto sobre la propiedad en las principales ciudades de cada estado en los E.E.U.U. varía significativamente. El rango de la tasa para éstas, más el Distrito de Columbia, según el Negociado del Censo, se encuentra entre 0.36% y 3.55%, con un promedio de ponderado de 1.60%.

Identificadas por un valor de 100% en  $P_T/P_M$ , doce de las 51 jurisdicciones consideradas utilizan el valor de mercado de la propiedad como el valor de tasación para fines contributivos. Para motivos de comparación, basados en los promedios de una muestra de las residencias vendidas en el 2005, el municipio de Guaynabo, PR. grava las propiedades residenciales a una tasa efectiva del 0.69%, con una razón promedio de tasación a valor del mercado de 7.55% y una tasa contributiva nominal del 9.08%. La tasa efectiva promedio calculada posicionaría al municipio puertorriqueño entre la de Birmingham, AL., posición 48 en la lista, y la de New York City, NY., posición 49.

El impuesto sobre la propiedad posee el distintivo de ser un impuesto local y representa una de las fuentes de financiamiento principales para las municipalidades en los E.E.U.U. La Tabla 2 muestra el porcentaje de procedencia del total de los ingresos propios para las municipalidades norteamericanas en el año natural 2005 según en Negociado del Censo. Los ingresos por concepto de impuestos a la propiedad inmueble componen el 37.9% del total de ingresos y el 72.4% de los ingresos provenientes de aportaciones de impuestos. Los recaudos de las municipalidades por concepto del impuesto a la propiedad son lo suficientemente significativas para proveer a los gobiernos municipales algún grado de autonomía fiscal; sin requerir la intervención de un gobierno federal o estatal para su administración.

**TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DEL ORIGEN DE LOS INGRESOS MUNICIPALES PARA LOS E.E.U.U.  
AÑO 2005**

<b>Fuentes de Ingresos Municipales</b>	<b>Porcentaje</b>
Impuestos	52.4%
Propiedad	37.9%
Ingreso Individuos	2.41%
Ingreso Corporaciones	0.52%
Ventas	8.38%
Licencias a vehículos de motos	0.17%
Muertes y concesiones	0.01%
Cargos y misceláneos	30.5%

Ingresos por bebidas alcohólicas	11.7%
Ingresos por fideicomisos de seguros	5.48%

Fuente: Datos del Negociado del Censo de los E.E.U.U.

#### EL IMPUESTO SOBRE LA PROPIEDAD INMUEBLE EN PUERTO RICO

El impuesto sobre la propiedad a individuos en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico está gravado sobre el valor de tasación real o estimado de los bienes inmuebles a precios de 1958. Este impuesto concede una exoneración de \$15,000 a las propiedades que sean habitadas por sus propios dueños y contiene una tasa tributaria máxima del ocho por ciento sobre el valor de tasación de la propiedad y permite la implantación de una contribución especial adicional, a discreción del municipio, para la financiación de deuda que éste haya emitido para el desarrollo de proyectos en la vecindad de las propiedades a las que se le implante esta contribución. Desde 1991, la responsabilidad de administrar la tributación y tasar los bienes inmuebles en Puerto Rico ha estado a cargo del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales, CRIM por sus siglas. Los recaudos del impuesto van dirigidos al municipio donde se ubica la propiedad gravada, excepto aquella parte del impuesto que se recauda para el fondo de redención de deuda del gobierno central. En el año fiscal 2005, las aportaciones al fisco de los municipios procedentes del impuesto a la propiedad inmueble sumó un total de \$753,619,444, el 66.54% del total de sus ingresos tributarios municipales.<sup>3</sup>

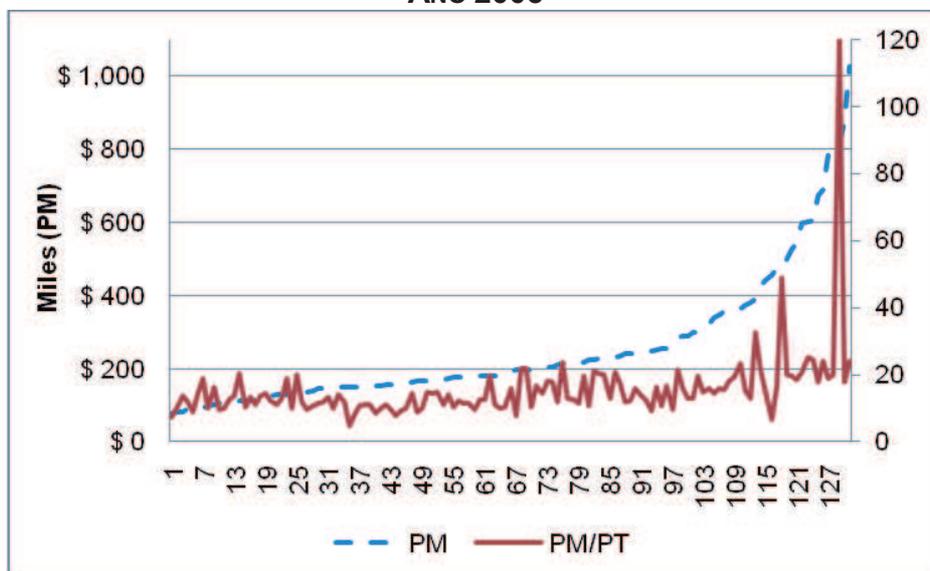
La última tasación del valor de las propiedades en Puerto Rico ocurrió en 1958. Ésta es la tasación por la que la base tributaria del impuesto sobre la propiedad en la Isla se aplica. En el caso que la propiedad haya sido construida posterior a 1958, este valor entonces se estima. El valor de tasación es determinado por el CRIM estableciendo costos unitarios del inmueble basados en el costo de reproducción de los materiales utilizados en su construcción al 1958, menos la depreciación estimada. La Ley de Municipios Autónomos del 1991 permite que las propiedades sean tasadas para motivos tributarios al valor de mercado si y solamente si los 78 alcaldes de todos los municipios en Puerto Rico acuerdan en el método de tasación a implementarse.

<sup>3</sup> Fuente: Puerto Rico Municipal Finance Agency.

### III. METODOLOGÍA

El análisis de regresión se realiza utilizando una muestra representativa de las propiedades residenciales ubicadas en el municipio de Guaynabo que fueron sujetas a una transacción de compra y venta durante el año 2005. La muestra contiene información para cada propiedad que detalla su localización, condición, estructura física, dimensión y la valoración por el mercado al momento de su venta en el 2005 y la tasación realizada por el CRIM para fines tributarios.

**DIAGRAMA 1**  
**PARES ORDENADOS DE  $P_M$  Y  $P_M/P_T$  EN LA MUESTRA<sup>4</sup>**  
**AÑO 2005**



Para el año 2005 la tasa nominal para la contribución sobre la propiedad en el municipio de Guaynabo era 9.08 por ciento, de los cuales seis por ciento corresponden a la partida de contribución básica, 1.03 por ciento a la contribución especial del estado y 2.05 por ciento a la contribución adicional especial municipal. Los impuestos sobre la propiedad contribuyeron al fisco municipal en \$63,415,114 ese año, un 89.4% del total de sus ingresos. El universo de 1,022 propiedades en Guaynabo por las que se tramitó un contrato de compra y venta en el 2005 se redujo a 382, o al 37.4% de su total, por motivo de algún nivel de indisponibilidad de los datos solicitados en las fuentes

<sup>4</sup> Por motivos de exposición, en la representación se eliminó una observación de la muestra con un precio de venta de \$4,000,000 y  $P_M/P_T = 99.11$ .

primarias y secundarias de información. Las fuentes primarias son los datos recopilados del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales, del Servicio Postal de los E.E.U.U., del Negociado del Censo de los E.E.U.U. y la fuente secundaria es el “Puerto Rico Comparable Sales Data System”, el cual es una base de datos locales que recoge las ventas registradas anualmente en los principales bancos hipotecarios en Puerto Rico. De este subconjunto del universo se extrajo una muestra aleatoria que constituye un corte seccional de 132 observaciones.<sup>5</sup>

El Diagrama 1 muestra los pares ordenados para el precio de venta de cada una de las propiedades en la muestra y su proporción con respecto a la valoración para propósitos tributarios. Es preciso notar que la variación en  $P_M/P_T$  aumenta significativamente para aquellos conjuntos de propiedades que poseen un precio de venta mayor.

El objetivo del análisis que contiene este artículo es conocer el comportamiento en la muestra de la proporción del precio de mercado de las propiedades en la muestra con respecto a su valoración para fines contributivos, cual es el inverso de su tasa efectiva de contribución. Para esto se establece un modelo teórico que intenta describir la manera en que se determina el logaritmo natural de esta variable.

$$\ln\left(\frac{P_M}{P_T}\right) = f(\alpha, \vec{x}_{Localizacion}, \vec{x}_{Condicion}, \vec{x}_{Estructura}, \vec{x}_{Dimension}, P_M | \varepsilon) \quad (2)$$

El modelo se basa en la función especificada por la Ecuación (2), donde se supone que el logaritmo de la proporción entre ambas valoraciones dependerá, en adición a una proporción fija  $\alpha$ , a la manera en que ambas metodologías valoran la localización de la propiedad, la condición de la estructura construida, el tipo de estructura física de la propiedad, la dimensión del inmueble y su final valoración por el mercado. Se consideró la inclusión de un intercepto en el modelo teórico para controlar por la presencia de algún componente fijo en la determinación de la tasa efectiva del impuesto.  $\vec{x}_{Localizacion}$  es sin duda un conjunto de regresores que tienen un impacto en la determinación de la valoración de mercado de la propiedad, pero no se supone que lo tenga en la valoración para fines contributivos.  $\vec{x}_{Condicion}, \vec{x}_{Estructura}, \vec{x}_{Dimension}$  son

<sup>5</sup> Para mayor información respecto al proceso de selección de la muestra representativa se refiere al lector a Rodríguez Rodríguez (2009).

regresores que influyen explícitamente en ambos modos de valoración. La inclusión del regresor  $P_M$  provee una indicación del nivel de regresividad o progresividad que pueda tener la tasa efectiva del impuesto sobre la propiedad.

$$\vec{y} = \alpha + X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon}. \quad (3)$$

La Ecuación (3) es el modelo de estimación por mínimos cuadrados de la función general en la Ecuación (2). El vector  $\vec{y}$ , con dimensión  $(n \times 1)$  donde  $n$  es 132 ó la cantidad de propiedades en la muestra, es la variable dependiente  $\ln(P_M/P_T)$ .  $\alpha$  es un componente fijo en la determinación de  $\vec{y}$ .  $X$  es la matriz de regresores, con dimensión  $(n \times k)$  donde  $k$  es la cantidad de regresores en la ecuación.  $\vec{\beta}$  es un vector  $(k \times 1)$  con los coeficientes resultantes de la metodología de mínimos cuadrados y  $\vec{\varepsilon}$  es un vector  $(n \times 1)$  de disturbios aleatorios que se distribuyen normalmente y de media cero.

Reconociendo los múltiples criterios que pudieron haber sido considerados en la generación de las series  $P_M$  y  $P_T$ , existen preocupaciones razonables para sospechar la existencia de heteroscedasticidad en los errores de estimación de la variable dependiente. La representación gráfica del Diagrama 1 sustenta esta hipótesis, ya que hace evidente que el valor de  $y_i$  aumenta en variación a medida que aumenta  $P_{M,i}$ .<sup>6</sup> Para garantizar un manejo eficiente heteroscedasticidad en los errores de estimación, se desarrolla y se estima una generalización del método de mínimos cuadrados en la estimación del modelo en la Ecuación (2), [ver, por ejemplo, Greene (2008)].

Para el método de mínimo cuadrados generalizados se consideró la matriz de instrumentos,  $P$  con dimensión  $(n \times n)$ .  $P$  es el producto de un vector  $\vec{\omega}$  con  $n$  instrumentos y una matriz identidad  $(n \times n)$ . El elemento  $ii$  de  $P$  es  $1/\sqrt{w_i}$ , y  $w_i$  es la varianza de  $y_i$  en la quintilla a la que pertenece la observación  $i$ . La Ecuación (4) representa a la matriz  $P$ .

---

<sup>6</sup> La implementación de la prueba general de heteroscedasticidad, encontrada en White (1980), rechaza la hipótesis nula de homoscedasticidad en la matriz de correlación de los errores con un nivel de significación de uno por ciento.

$$P = \vec{\omega} \cdot I = \begin{bmatrix} 1/\sqrt{w_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1/\sqrt{w_2} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ 0 & & & 1/\sqrt{w_n} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Implementando una metodología de mínimos cuadrados generalizados, utilizando la matriz de instrumentos  $P$ , la Ecuación (3) se tornó:

$$P\vec{y} = P\alpha + PX\vec{\beta} + P\vec{\varepsilon}. \quad (5)$$

Los regresores contenidos en  $X$  están determinados por las variables independientes incluidas en la Ecuación (2). Dado que una cantidad significativa de los datos descritos en la sección anterior es de una naturaleza cualitativa, un gran número de los regresores en  $X$  son variables binarias, o del tipo “dummy”. Estos regresores asumen un valor de uno cuando la observación cumple con la cualidad especificada y un valor de cero cuando no. La utilización de variables binarias impone la necesidad de establecer un grupo de control o tipo de propiedad de base en la muestra, cuyas características y efectos sobre  $\vec{y}$  están contenidas en el intercepto  $\alpha$ . El grupo de control escogido inicialmente para el análisis de regresión es aquel que contiene los valores medianos de las características de las variables binarias; entiéndase, aquellas que están localizadas en el código postal 00969, tienen una condición en estado “promedio”, son de construcción terrera y de un nivel y poseen cuatro cuartos, tres dormitorios y dos baños.

El vector de regresores que describe la localización del inmueble  $i$  está representado en la Ecuación (6). Éste incluye cuatro variables binarias correspondientes a los cuatro códigos postales incluidos en la municipalidad, adicionales al caso base.

$$\vec{x}_{Localizacion,i} = [x_{00965,i} \ x_{00971,i} \ x_{00968,i} \ x_{00966,i}]. \quad (6)$$

La Ecuación (7) incluye al vector de regresores que describe la condición del inmueble  $i$ . Éste contiene una variable continua indicando la edad en años de la estructura, tres variables binarias indicando si la propiedad, según el informe de tasación del banco, se encuentra en un estado “bueno”, “bueno/promedio”, “promedio/aceptable” o “aceptable”

y una variable continua que denota la edad aparente o efectiva de la propiedad, según el informe del tasador del banco.

$$\vec{x}_{Condicion,i} = [x_{Edad,i} \ x_{Bueno,i} \ x_{Bueno/Prom,i} \ x_{Prom/Acept,i} \ x_{Aceptable,i} \ x_{EdadEf,i}]. \quad (7)$$

Los regresores que describen la estructura física del bien inmueble forman parte del vector incluido en la Ecuación (8). Ésta incluye tres variables binarias para referirse a los tres tipos estructurales de construcción no incluidos en la propiedad control: el dúplex o townhouse, el apartamento incluido en un condominio y la propiedad incluida en un complejo de walkups.

$$\vec{x}_{Estructura,i} = [x_{Duplex,i} \ x_{Condo,i} \ x_{Walkup,i}]. \quad (8)$$

El vector de regresores que describe la dimensión de la propiedad  $i$  contiene una variable continua con el valor, en pies cuadrados, de la dimensión de la estructura física en la propiedad, i.e.  $x_{Pietaje,i}$ , una variable continua con el valor, en metros cuadrados, de la extensión de terreno que abarca el solar que contiene la propiedad, i.e.  $x_{Solar,i}$ , dos variable binarias que indican si la propiedad contiene dos o tres niveles, i.e.  $x_{2Nivel,i}$  y  $x_{3Nivel,i}$ , respectivamente, catorce variables binarias que, en combinación con el intercepto, indican si la propiedad posee una cantidad entre uno ó quince cuartos, cinco variable binarias que al considerar el intercepto indican la cantidad de dormitorios, entre uno y seis, que tiene la propiedad y ocho variables binarias que, junto con el intercepto, indican si la propiedad tiene uno, uno y medio, dos, dos y medio, tres, tres y medio, cuatro, cuatro y medio o cinco baños. Para evitar un evento de colinearidad perfecta en  $\mathbf{X}$ , un número regresores con variables binarias incluidos en el vector de dimensión fueron agrupados. Porque sólo una propiedad en la muestra contiene una estructura con tres niveles y cinco baños, el regresor indicando la estructura con tres niveles se agrupa con el que indica dos niveles, formando un nuevo regresor binario para  $i$ , e.g.  $x_{>1Nivel,i}$ , cual asume un valor de uno cuando la propiedad  $i$  contiene una estructura con más de un nivel, y cero cuando no, y el regresor cual indica que la propiedad posee cuatro baños se agrupa con el que indica cinco, formando el nuevo regresor binario  $x_{4o5 Baños,i}$ . No ocurrió en la muestra alguna propiedad inmueble con cuatro y medio baños ni doce cuartos, por tanto los regresores correspondientes a

estas características no se incluyeron en  $\mathbf{X}$ . La Ecuación (9) contiene el vector de regresores que describe la dimensión del bien inmueble  $i$ , donde  $\vec{x}_{Cuartos,i}$  es un vector  $(1 \times 13)$  cual agrupa las variable binarias que describen la cantidad de cuartos en la propiedad  $i$ ,  $\vec{x}_{Dormitorios,i}$  es un vector  $(1 \times 5)$  cual indica la cantidad de dormitorios en  $i$ , y  $\vec{x}_{Baños,i}$  es un vector  $(1 \times 6)$  cual agrupa información la cantidad de baños en la propiedad  $i$ .

$$\vec{x}_{Dimension,i} = [x_{Pista,je,i} \ x_{Solar,i} \ x_{>1Nivel,i} \ \vec{x}_{Cuartos,i} \ \vec{x}_{Dormitorios,i} \ \vec{x}_{Baños,i}]. \quad (9)$$

El regresor que contiene el logaritmo natural del valor de mercado de la propiedad  $i$ ,  $\ln P_{M,i}$ , es una variable continua que asume el logaritmo del valor de venta correspondiente al 2005 para cada propiedad en la muestra. La Ecuación (10) representa el vector fila  $i$  de la matriz de regresores  $\mathbf{X}$ , de dimensión  $(1 \times 40)$ .

$$\vec{x}_i = [\vec{x}_{Localizacion,i} \ \vec{x}_{Condicion,i} \ \vec{x}_{Estructura,i} \ \vec{x}_{Dimension,i} \ \ln P_{M,i}]. \quad (10)$$

#### IV. ANÁLISIS DE DATOS

La Tabla 6 contiene los resultados del análisis de regresión realizado sobre la Ecuación (10), utilizando un método de mínimos cuadrados generalizados; éste también puede ser considerado el modelo irrestricto.

**TABLA 6. ANÁLISIS POR MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS AL MODELO IRRESTRICTO**

Variable Dependiente: $\ln(P_M/P_T)/\sqrt{w_i}$			
Método de Estimación: Mínimos Cuadrados Generalizados			
			$n = 132$
Regresor	Coefficiente	Error Estánd.	Estadístico-t
$P\alpha$	0.031672	1.292725	0.024501
$Px_{00965}$	0.073567	0.119933	0.613405
$Px_{00971}$	-0.063801	0.068453	-0.932050
$Px_{00968}$	-0.009026	0.101088	-0.089285
$Px_{00966}$	-0.022749	0.068320	-0.332976
$Px_{Edad}$	-0.009399	0.004266	-2.202936***
$Px_{Bueno}$	0.050135	0.060249	0.832125
$Px_{Bueno/Prom}$	0.124647	0.130485	0.955261
$Px_{Prom/Acept}$	-0.490398	0.255588	-1.918704*

$P^{X_{Aceptable}}$	-0.015334	0.154764	-0.099081
$P^{X_{EdadEf}}$	-0.004961	0.009495	-0.522502
$P^{X_{Duplex}}$	0.047207	0.221928	0.212713
$P^{X_{Condo}}$	-0.270975	0.124846	-2.170479
$P^{X_{Walkup}}$	-0.402647	0.127971	-3.146381***
$P \ln(x_{PistaJs})$	-0.318951	0.174041	-1.832616*
$P^{X_{Solar}}$	7.14E-05	0.000124	0.577642
$P^{X_{>1Nivel}}$	-0.063939	0.168942	-0.378469
$P^{X_{1Cuarto}}$	0.457237	0.247921	1.844282*
$P^{X_{2Cuarto}}$	0.023521	0.116785	0.201401
$x_{3Cuarto}$	0.028925	0.063615	0.454691
$x_{5Cuarto}$	0.034785	0.095412	0.364573
$x_{6Cuarto}$	-0.062123	0.152519	-0.407313
$x_{7Cuarto}$	0.102248	0.166917	0.612569
$x_{8Cuarto}$	-0.313000	0.446535	-0.700953
$x_{9Cuarto}$	0.319500	0.566063	0.564424
$x_{10Cuarto}$	-0.669867	0.622129	-1.076733
$x_{11Cuarto}$	-0.118008	0.503314	-0.234462
$x_{13Cuarto}$	0.602086	0.991979	0.606954
$x_{1Dormitorio}$	-0.197822	0.196685	-1.005782
$x_{2Dormitorio}$	-0.014423	0.075381	-0.191335
$x_{4Dormitorio}$	0.203064	0.151615	1.339340
$x_{5Dormitorio}$	0.543821	0.563170	0.965643
$x_{6Dormitorio}$	-0.070686	0.527004	-0.134128
$x_{1Bano}$	0.155727	0.096564	1.612685
$x_{1.5Bano}$	0.059220	0.200525	0.295324
$x_{2.5Bano}$	0.089448	0.182764	0.489421
$x_{3Bano}$	-0.234110	0.163905	-1.428327
$x_{3.5Bano}$	-0.224572	0.162910	-1.378499
$x_{4o5Bano}$	-0.007317	0.505153	-0.014484
$\ln P_M$	0.430843	0.108051	3.987390***
$R^2 = 0.933432$		E.S. de la Regr. = 0.842754	
ajustada $R^2 = 0.904586$		Suma Resid.al Cuad. = 63.92115	

Coefficiente con significancia estadística al 1%: \*\*\*, al 5%: \*\* y al 1%: \*.

Al realizar la prueba estadística descrita en White (1980) a los resultados informados en la Tabla 6, no es posible rechazar la hipótesis nula de homoscedasticidad a un nivel de significación razonable; por consiguiente se concluye que los instrumentos en  $P$  corrigieron la incidencia de heteroscedasticidad. La

especificación de la variable dependiente utilizando una transformación logarítmica se justifica al aplicar la prueba estadística desarrollada en McKinnon, et. al (1983), cual concluye que no posee significancia estadística la variación adicional que explicaría una representación en niveles de la variable dependiente.

Medido utilizando el coeficiente de bondad de ajuste  $R^2$ , el ajuste de la regresión es significativamente alto, indicando que el 93.3% de la variabilidad en  $P\vec{y}$  es explicada por la variabilidad en  $P\mathbf{X}$ . Los regresores con significación estadística, hasta un cinco por ciento, son los correspondientes, a la edad de construcción de la propiedad, a los que indican que la propiedad es un condominio o un walkup y al que indica el precio de venta de la propiedad.

Con frecuencia, en un análisis de regresión, un elevado coeficiente de bondad de ajuste junto con una reducida cantidad de regresores con significancia estadística es indicativo de la presencia de multicolinealidad en  $\mathbf{X}$ , [ver, por ejemplo, Gujarati (2003)]. Para atender esta posibilidad un ciclo de pruebas que envuelven la utilización del estadístico  $F$  y el estadístico  $\chi^2$  se efectuó sobre la ecuación de regresión para medir la contribución marginal de cada categoría de regresores en  $P\mathbf{X}$ . La secuencia de pruebas  $F$  y  $\chi^2$  siguió el siguiente criterio: inicialmente se analizó si la aportación incremental de todos los regresores incluidos en cada una de las cinco categorías de estimación,  $\vec{x}_{Localizacion}$ ,  $\vec{x}_{Condicion}$ ,  $\vec{x}_{Estructura}$ ,  $\vec{x}_{Dimension}$ ,  $P_M$ , posee significancia estadística considerando las pérdidas en grados libertad por incluir tal categoría en la ecuación de regresión. Si el resultado es que sí, a un nivel de significación de 5% o menor en ambos estimadores, se conservan todos los regresores en la categoría. Si la respuesta es que no, a un nivel de significación de 5% o menor en ambos estimadores, se eliminan todos los regresores en esa categoría. Si la combinación del análisis a los estimadores  $F$  y  $\chi^2$  no fuese concluyente, se prosigue a hacer el mismo ciclo de pruebas con cada subconjunto de regresores en cada categoría.

El orden de implementación del ciclo de pruebas fue el siguiente: primero se consideró la categoría de  $\vec{x}_{Condicion}$ , por motivo que ésta es la única cual posee regresores del tipo subjetivo, luego se consideró la categoría de  $\vec{x}_{Dimension}$ , porque ésta impone el mayor costo en grados de libertad a la ecuación de regresión, luego se

considera  $\vec{x}_{Localizacion}$ , continuando con  $\vec{x}_{Estructura}$  y finalmente con  $P_M$ . Los resultados del ciclo de prueba se describen a continuación. La contribución marginal del conjunto de regresores incluidos en  $\vec{x}_{Condicion}$  no resultó concluyente, por tanto se prosiguió a medir la aportación de la categoría por cada subconjunto de regresores en ésta. La aportación marginal de  $x_{Edad}$  resultó significativa, mientras que la del subconjunto de regresores  $x_{Bueno}, x_{Bueno/Prom}, x_{Prom/Acept}, x_{Aceptable}$  y de  $x_{EdadEf}$  no. Estos resultados son bienvenidos, ya que científicamente se logra eliminar del análisis de regresión los únicos regresores de la muestra con una naturaleza subjetiva. La combinación de los resultados de las pruebas estadísticas de la contribución marginal de  $\vec{x}_{Dimension}$  tampoco resultó concluyente. Al realizar pruebas individuales a los subconjuntos de regresores se encontró que  $x_{Pistaje}$  es el único regresor que concluyentemente posee una contribución marginal con significación estadística. La significancia estadística de la contribución marginal del conjunto de regresores incluidos en  $\vec{x}_{Banos,i}$ , medida por ambos estadísticos, no fue concluyente y por tanto se consideró una especificación del conjunto de regresores que es más compacta y posee un costo en grados de libertad que es menor. La especificación final  $\vec{x}_{Banos,i}^r$  de los regresores contiene cuatro variables, que indican si la propiedad  $i$  posee medio baño más o menos del promedio en la muestra o una cantidad estrictamente mayor o menor que ésta. La contribución marginal de esta especificación de los regresores contiene

$$X_{Banos}^r = [\vec{x}_{1Baño}, \vec{x}_{1.5Baño}, \vec{x}_{2.5Baño}, \vec{x}_{>2.5Baño}]$$

La contribución marginal de la categoría de regresores  $\vec{x}_{Localizacion}$  resultó que no era estadísticamente significativa. Las aportaciones marginales de las categorías  $\vec{x}_{Estructura}$  y  $P_M$  sí resultaron con significación estadística.

La Ecuación (11) es la ecuación de regresión final o el modelo restringido de análisis, en ésta se incorporan los resultados de las pruebas de aportación marginal de los regresores a la Ecuación (10). La Tabla 7 muestra los resultados de su análisis utilizando mínimos cuadrados generalizados. Es preciso notar que la propiedad control en la ecuación de regresión, representada por el valor de  $\alpha$ , ahora son las propiedades de construcción terrera con dos baños.

$$P\vec{y} = P\alpha + P[\vec{x}_{Edad} \ \vec{x}_{Duplex} \ \vec{x}_{Condo} \ \vec{x}_{Walkup} \ \ln\vec{x}_{Pistaje} \ X_{Banos}^r \ \ln\vec{P}_M] \cdot \vec{\beta} + P\vec{\varepsilon}. \quad (11)$$

TABLA 7. ANÁLISIS POR MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS AL MODELO RESTRICTO

Variable Dependiente: $\ln(P_M/P_T)/\sqrt{w_i}$			
Método de Estimación: Mínimos Cuadrados Generalizados			$n = 132$
Regresor	Coefficiente	Error Estánd.	Estadístico-t
$P\alpha$	-0.474898	0.803750	-0.590853
$Px_{Edad}$	-0.008757	0.002400	-3.648678***
$Px_{Duplex}$	0.059997	0.172076	0.348667
$Px_{Condo}$	-0.313390	0.066976	-4.679142***
$Px_{Walkup}$	-0.428617	0.075337	-5.689358***
$P\ln(x_{Pistaje})$	-0.446316	0.119999	-3.719321***
$Px_{1Bano}$	0.125043	0.073024	1.712349*
$Px_{1.5Bano}$	0.011532	0.093188	0.123751
$Px_{2.5Bano}$	0.003088	0.088083	0.035058
$Px_{>3Bano}$	-0.149132	0.082546	-1.806668*
$P\ln P_M$	0.549301	0.072298	7.597770***
$R^2 = 0.915297$		E.S. de la Regr. = 0.820259	
ajustada $R^2 = 0.908296$		Suma Resid.al Cuad. = 81.41180	

Al medir la aportación marginal de los 29 regresores que están incluidos en el análisis de regresión que reporta la Tabla 6 y no en el análisis reportado en la Tabla 7, es posible concluir que ésta no posee significancia estadística a un nivel porcentual razonable. Por tanto, el modelo restringido en la ecuación de regresión en (11) se consideró el modelo de estimación final de  $\ln(P_M/P_T)$  en la muestra.

## V. RESULTADOS

El resultado principal del análisis a la muestra es la demostración científica que el impuesto sobre la propiedad que maneja el CRIM no está directamente gravado sobre la riqueza o valor de mercado del bien inmueble tributado. Esta aseveración se sustenta al analizar los resultados de una prueba de significancia global de la regresión cual concluye que no resulta consistente en el análisis fijar a una constante las proporciones que existen entre el valor de venta de las propiedades en la muestra y su valoración por el CRIM para fines tributarios. El análisis de regresión demuestra que

existen factores con significación estadística que influyen en la magnitud de esta proporción.

Una prueba de significación global hace una medición de la aportación de todos los regresores en una ecuación de regresión, considerando la pérdida en grados de libertad, y la compara con la aportación que tendría sencillamente utilizar el promedio de la serie para conceptos de estimación. En la práctica académica o profesional, para poder demostrar la significación global de la ecuación de regresión habría que rechazar la hipótesis nula que todos los coeficientes de los regresores son iguales a cero con un nivel de significación igual o menor que el cinco por ciento. La hipótesis nula de la prueba es la siguiente:

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k.$$

Al realizar la prueba de significación estadística a la ecuación de regresión (11) de la muestra de 132 propiedades residencias en el municipio de Guaynabo es posible rechazar la hipótesis nula con un nivel de significación menor que el uno por ciento. Demostrando así, científicamente, que en los casos incluidos en la muestra del municipio de Guaynabo el impuesto a la propiedad manejado por el CRIM de Puerto Rico no está gravado directamente sobre la riqueza del bien inmueble, sino que otros factores afectan su determinación.

Habiendo demostrado que una proporción fija no es un estimador razonable para describir la relación entre el valor de mercado de las propiedades en la muestra y su valoración para conceptos tributarios, se procede a identificar los coeficientes que resultaron con significación estadística en el análisis de regresión, para así discernir el origen de las variaciones en las discrepancias entre ambas valoraciones. Estos coeficientes son los correspondientes al logaritmo del pietaje de la propiedad, al que indica si la propiedad es un condominio o un walkup, al que contiene la edad de construcción de la propiedad, al de aquellos que indican si la propiedad tiene un baño completo más o menos que el del promedio de la muestra y al del logaritmo del precio de venta de la propiedad en el 2005. La Ecuación (12) es una versión resumida de la ecuación de regresión, donde el estimado de la razón entre el precio de mercado de la propiedad y su valoración para fines contributivos se calcula utilizando los regresores

cuyos coeficientes poseen significación estadística a un nivel del cinco por ciento más el intercepto.

$$E[y_i | base, X] = -0.47 - 0.01 \cdot x_{Edad,i} - 0.44 \cdot \ln x_{Pietaje,i} + 0.55 \cdot \ln P_{M,i} \quad (12)$$

Los factores de estimación anteriormente mencionados, salvo el precio de la propiedad, tienen el efecto de disminuir la proporción entre ambas valoraciones que indica el intercepto de la ecuación. El estimado del valor promedio de  $P_M/P_T$  para la propiedad base o control en el análisis es 15.79, calculado según la Ecuación (12) y utilizando el valor promedio del pietaje, la edad y el precio de venta de las propiedades en la muestra de construcción terrera y dos baños.

Según la Tabla 7, el incremento de un año en la edad de la propiedad causa en promedio una disminución del 0.88% en  $P_M/P_T$ . Otra interpretación es que, en promedio, el hecho que una propiedad sea de reciente construcción tiende a causar una mayor disparidad entre el precio de venta de la propiedad y su valor para conceptos tributarios; por consiguiente, el proceso de tasación vigente contiene una penalización a las residencias de más años de construcción. Esto puede ser consecuencia de estimar a precios del 1958 el valor de reproducción del unitario.

Los resultados en la Tabla 7 indican que un aumento porcentual en la estructura de la propiedad inmueble resulta, en promedio, en una disminución de 0.44% en el valor de la proporción del precio de venta del mercado y el valor tributario de la propiedad. La significancia de este coeficiente resulta interesante, especialmente si se combina con otro resultado del análisis de regresión que indica la insignificancia estadística del regresor que contiene la extensión de la totalidad del solar contenido en la propiedad inmueble. Esta combinación de resultados parece indicar que una causa principal de la disparidad entre ambas valoraciones del bien inmueble se encuentra en las adjudicaciones de valor a las estructuras construidas y no a la valoración de su solar. Mayor análisis, cual no se contiene en este escrito, es necesario para demostrar esta conjetura.

Se observa también del análisis de regresión que la discrepancia entre el valor de mercado y el de tasación del CRIM es mayor en promedio para aquellas propiedades de construcción terrera que para aquellas que forman parte de un condominio o de un complejo de walkups. En promedio, el valor mediano de  $P_M/P_T$

disminuye en 26.9% si el bien inmueble se encuentra en un condominio y en 34.9% si es un walkup.<sup>7</sup> La metodología de valoración del CRIM para apartamentos pertenecientes a condominios o walkups es similar al de aquellas propiedades de construcción terrera excepto que, al no tener solar propio, a estas propiedades se le adjudica el porcentaje correspondiente a su participación en el valor total tasado del terreno total del complejo de viviendas. La valoración de la estructura construida dependerá de su dimensión y del valor asignado al pie cuadrado en ese complejo de viviendas.

Es sin lugar a duda que las renovaciones realizadas al exterior y al interior de una propiedad se reflejarán en su valoración por el mercado. Éstas sólo se verán reflejadas en su valoración para fines contributivos si el CRIM ejecutó una tasación a la propiedad posterior a la realización de las renovaciones y, como se discutió anteriormente, este escenario no ocurre con suficiente frecuencia. El hecho que este tipo de estructura esté regida por un código legal de propiedad horizontal que limita las renovaciones posibles al interior y, especialmente, al exterior del inmueble puede ser un factor que explique la razón de por qué es negativo el impacto marginal promedio en  $P_M/P_T$  de que la propiedad sea parte de un condominio o un complejo de walkups. La consecuencia es que poseer una propiedad con este tipo de estructura física de construcción tiende a incrementar la tasa efectiva a pagar por el impuesto sobre la propiedad inmueble.

El valor mediano de  $P_M/P_T$  aumentaría en 13.3% si la propiedad en consideración poseyera menos de medio baño que el de la propiedad base y disminuiría en 13.9% poseyera más de medio baño que ésta. Este resultado indica que la tasación para fines contributivos le provee mayor peso a la incidencia de baños en una propiedad inmueble que lo que lo hace el mercado. Una plomería compleja y numerosa disminuye la disparidad entre ambas valoraciones. Es posible explicar este suceso al notar la tarjeta o guía del tasador del CRIM. Ésta le dedica un porcentaje considerable de su totalidad a la especificación de la tubería que contiene la estructura de la propiedad inmueble y a una minuciosa descripción de los baños que contiene.

---

<sup>7</sup> El cambio porcentual mediano en la variable dependiente de una variable dicótoma se calcula multiplicando por cien el valor del antilogaritmo del coeficiente del regresor menos uno.

El último regresor cuyo impacto posee significación estadística en la determinación de la proporción entre la valoración de mercado y la de fines contributivos  $P_M/P_T$  es el precio de venta en el 2005 de la propiedad. Los resultados del análisis de regresión indican que un aumento porcentual en el valor de mercado de la propiedad resulta, en promedio, en un incremento de 0.55% en  $P_M/P_T$ . Este hallazgo demuestra la naturaleza regresiva del impuesto sobre la propiedad y confirma las aseveraciones contenidas en Alm (2006) y Cao-García (2004). A medida que aumenta el precio en el mercado del bien inmueble su tasa tributaria efectiva disminuye.

## **VI. CONCLUSIONES**

El resultado principal del análisis a la muestra es la demostración científica que el impuesto sobre la propiedad que maneja el CRIM no está directamente gravado sobre la riqueza o valor de mercado del bien inmueble tributado. Las principales variables que afectan las diferencias entre las propiedades con respecto la relación entre el precio tasado para propósitos contributivos y el precio del mercado son: tipo de estructura, pietaje de la estructura, edad del inmueble y precio del mercado. Un hallazgo principal es que a mayor sea el precio del mercado, menor tiende a ser la tasa efectiva del impuesto, lo que resulta en que el impuesto sea regresivo y que no promueva la eficiencia. Por ello es importante se proceda a una reforma profunda del impuesto sobre la propiedad, no solamente para promover mayor equidad en el sistema impositivo, sino para generar condiciones que propicien un uso eficiente de los recursos productivos y un mayor crecimiento en la economía. Aumentar proporcionalmente todos los valores tasados de las propiedades para propósitos contributivos y reducir proporcionalmente la tasa nominal del impuesto no resolvería la situación actual con el impuesto. Por otra parte, la alternativa de una retasación general de las propiedades a sus valores de mercado y una reducción proporcional en las tasas impositivas, crearía una redistribución de ingresos fiscales, beneficiando al fisco de los municipios más ricos y perjudicando al de los más pobres; por lo que una retasación debe ir acompañada de un mecanismo de compensación o equiparación de ingresos fiscales entre los municipios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron, Henry J. (1975). "Who pays the property tax? A New View". Washington, D.C.: Brookings Institution.
- Alm, James, *Assessing Puerto Rico's Fiscal Policies*, capítulo 7 del libro Restoring Growth in Puerto Rico, Brookings Institution y Centro para la Nueva Economía, San Juan, 2006.
- Cao García, Ramón, *Impuestos en Puerto Rico: Treinta años de experiencias y estudios*, Grupo Editorial Akron, 2004, contraportada
- Ingresos Netos al Fondo General, Años Fiscales 1998-2009. Departamento de Hacienda de Puerto Rico.  
Disponible en: [http://www.hacienda.gobierno.pr/estadisticas/ingreso\\_neto.html](http://www.hacienda.gobierno.pr/estadisticas/ingreso_neto.html)
- Greene, William H. (2008). "Econometric Analysis". Sixth Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall, págs. 167-169.
- Gujarati, Damodar N. (2003). "Econometría". Cuarta Edición. México: Distrito Federal, MX: McGraw-Hill/Irwin, pág. 336.
- MacKinnon J., H. White y R. Davidson (1983). "Tests for Model Specification in the Presence of Alternative Hypothesis: Some Further Results", *J. of Econometrics*, vol. 21, pp. 53-70.
- New Issue 2008 Series A Bonds. \$240,000,000. Puerto Rico Municipal Finance Agency. Preliminary Official Statement - November 11, 2008, Subject to completion and amendment. Banco Gubernamental de Fomento de Puerto Rico. Disponible en: <http://www.gdb-pur.com/spa/pdfs/affiliates/2008-11-11-PR-MFAgency-240MM-PreliminaryOS.pdf>
- Rodríguez Rodríguez, Rosa (2009). "Valoración e Incidencia Contributiva de Propiedades Residenciales: Estudio sobre la valoración de mercado y contributiva en el Municipio de Guaynabo". Tesis de Maestría de Administración de Empresas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Rosen, Harvey S. (1985). "Public Finance" Homewood, IL: Richard D. Irwin, Inc. pp. 483-492.

Table 430. Residential Property Tax Rates for Largest City in Each State: 2006. Statistical Abstract of the United States: 2009. U.S. Census Bureau. Disponible en: <http://www.census.gov/compendia/statab/tables/09s0430.pdf>

Table 418. State and Local Governments – Revenue and Expenditures by Function. Statistical Abstract of the United States: 2009. U.S. Census Bureau. Disponible en: <http://www.census.gov/compendia/statab/tables/09s0418.pdf>