



## ANÁLISIS DE LOS PADRONES DE CONSUMO DE ENERGÍA EN RESIDENCIA PARA SU FUTURO ETIQUETADO. EL SECTOR URBANO DE LOS GRANDES CONSUMIDORES DEL AREA METROPOLITANA DE MONTEVIDEO

**María Noel López (1);**

(1) Diploma en Construcción de edificios de Arquitectura — Facultad de Arquitectura— Universidad de la República – e-mail: marialop@farq.edu.uy

### **RESUMEN**

Este artículo aporta datos para el futuro etiquetado de consumo de energía en edificios, a partir del análisis de cuatro bases de datos estadísticas, analizando tipologías de vivienda de altos consumos de energía. Surge en el Diploma en Construcción del vínculo entre la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República y el Ministerio de Energía y Minería del Uruguay. Objetivo: analizar el padrón de consumo de energía real presente en el parque residencial urbano, para aportar información en la futura priorización de etiquetado energético, proponiendo una metodología de superposición de datos de base de datos. Metodología: con las bases de datos existentes se construye una base de datos energético residencial. Se verifica su aplicación en dos barrios de altos ingresos en Montevideo (uno de bajo factor de ocupación del suelo y otro de alto factor de ocupación del suelo) analizando que impacta sobre este consumo. A partir de un análisis estadístico ANOVA se correlacionan aspectos físico espaciales con los sociales y su vínculo con el mayor o menor consumo de energía. Resultados: las características primarias de la tipología de la edificación concentra la gran parte del impacto en el consumo de energía. Existen diferencias en el consumo de energía entre barrios. Por un lado si bien los dos barrios pertenecen a los altos ingresos el consumo medio de energía es divergente, en Pocitos (268 kWh mensual) mientras que en Carrasco es casi cuatro veces más elevados (767 kWh mensual). Se establece el indicador de intensidad energética para permitir un mejor análisis, ya que vincula m<sup>2</sup> con consumo de energía. En función del desarrollo del Proyecto Nacional de Eficiencia Energética y su vínculo con la Facultad de Arquitectura es que se trata de fortalecer la sinergia entre la investigación y los lineamientos políticos y reglamentarios, tratando de responder a los vacíos existentes en la materia.

Palabras claves; confort térmico, visual, edificios públicos.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Uruguay y la energía

Según el Informe Geo Uruguay (PNUD, 2008) las mayores presiones en el sector energético uruguayo provienen del aumento de los consumos residenciales y de servicios de transporte siendo fundamental la utilización de electricidad en el sector residencial. En el caso de los transportes depende en gran medida de los derivados del petróleo. Se debe explicitar que en el caso de transporte es exclusivamente consumo de derivados ya que el transporte presenta cierta rigidez del consumo por falta de sustitutos en los insumos que requiere. Esta situación también se observa en la prensa el Diario El País (12-03-2010) “La demanda de energía eléctrica subió en febrero por segundo mes consecutivo este año por encima de los promedios que se venían registrando en los últimos meses de 2009. Según el informe mensual de la demanda neta que publicó ayer la Administración del Mercado Eléctrico (ADME) en febrero el consumo de energía trepó 5,11% en comparación con igual mes del año pasado. En enero había se ve plasmada en la noticia del Diario El País: “La demanda de energía eléctrica ha subido 5,34%. En total en febrero se consumieron 705.029 megavatios/hora (MW/h), con un récord de potencia diaria de 29.175 MW/h que se registró el pasado viernes 12 (de febrero de 2010). Así en lo que va del año la demanda de electricidad acumula un incremento del 5,23% mientras que el último año móvil cerrado a febrero la suba es del 3,59%”. Según muestra un estudio (Caldes, 2007) que analiza la matriz energética de nuestro país entre los años 1965-2005, se observa en primer término una constante e importante dependencia de los derivados del petróleo y en segundo lugar una dependencia de la generación hidráulica, que básicamente obedece a la ocurrencia de lluvias en el país. En momentos generalmente de sequías, se recurre a la producción de las centrales térmicas o a la importación de electricidad desde Argentina y/o Brasil, que no siempre es posible. Al mismo tiempo, el consumo eléctrico por parte de la población ha sido estimulado hasta mediados del año 2004 ya que se estimuló el aumento del consumo eléctrico a partir del Plan de Usinas de Transmisión Eléctrica, UTE del año 2000-2001; a través de, por ejemplo, la financiación de la compra de electrodomésticos o de las campañas publicitarias que favorecían que el confort fuera eléctrico. Esta acción asociada al crecimiento de la economía han aumentado el consumo energético del país, estimándose un aumento en los últimos 40 años de un 70%, (PNUD, 2008). Recién a partir del 2005 el país ha empezando a dar sus primeros pasos en materia de política de eficiencia energética, a partir del Proyecto de Eficiencia Energética (MIEM, 2005) quién a promovido las recientemente promulgadas leyes de energía solar térmica y de eficiencia energética. A esta línea de trabajo llegamos más tarde que el resto de América y Europa que ya cuentan con un vasto camino recorrido. Por ejemplo en Brasil en una primera etapa han analizado los patrones de consumo del parque residencial para luego avanzar en las normativas de eficiencia energética, existiendo diversidad de dissertaciones de maestría en este sentido (Hansen, 2000) (Carlo, 2007). En nuestro país, el sector residencial es prioritario a la hora de analizar el consumo de energía ya que el 23% la demanda final en el país es consumida por este sector, lo que lo tornan en un sector de interés para el análisis (DNETN, 2008).

## 1.2 Patrones de consumo de energía

Las crisis energéticas que vivió Uruguay (2004, 2006 y 2009) han puesto a la matriz energética en el debate nacional. La baja hidraulicidad y las restricciones de suministro desde la Argentina, trajeron a la mesa de discusión todo el andamiaje del sector: la dependencia de Argentina, las alternativas para lograr el auto-abastecimiento, el costo de generación de las centrales térmicas, o la alternativa nuclear además del precio histórico que ha alcanzado el petróleo superando la barrera de los 100 dólares. Los edificios consumen un 38% de la energía en calefacción, refrigeración, iluminación y en diversos aparatos eléctricos. Las decisiones proyectuales que toman los técnicos que generan el espacio construido tienen relación directa en el comportamiento energético de los edificios (Mimbacas, et al. 2007). Para detallar los patrones de consumo residencial todavía no se dispone de datos cruzados (consumo de energía relacionado con área expuesta, porcentaje de hueco en fachadas, formas de uso de las viviendas, etc.) sobre la realidad del parque habitacional nacional. Por eso en el año 2006, la Dirección de Energía y Tecnología Nuclear (DNTEN) desarrolló una encuesta sobre el consumo y uso de energía residencial en el sector urbano y rural. En el caso urbano de Montevideo, se dividió en área metropolitana e interior urbano. El área metropolitana de Montevideo comprende todas aquellas

aglomeraciones urbanas que se encuentran próximas a Montevideo, en la encuesta se define como “Gran Montevideo”. Además de estos datos se registran los datos por parte de Instituto Nacional de Estadísticas, INE de la composición de los hogares, paralelamente la UTE registra consumos mensuales de electricidad, pero no existe un cruce de la información energética con las características edilicias de las viviendas. La encuesta de la DNTE fue desarrollada durante el 2007-2008 si bien los datos relevados corresponden al año 2006, estos fueron públicos en julio del año 2009. Según investigaciones internacionales el proceso metodológico ideal para desarrollar el etiquetado de edificios se debería basarse en las informaciones contenidas en un banco nacional de datos de edificaciones y de su consumo específico de energía (Carlo, 2007). Varios organismos estatales realizan sus propias y puntuales indagaciones sobre energía consumida, esta enorme cantidad de información sobre energía en residencia está desvinculada, no se cuenta con un sistema que reúna toda esa información de consumo de padrones de energía para evaluar continuamente a los consumidores.

### **1.3 Etiquetado de edificios en Montevideo**

Desde el año 2005 se desarrolla en Uruguay un programa de alcance nacional denominado Proyecto de Eficiencia Energética (PEE), cuyo responsable es el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) que tiene como objetivo promover el uso eficiente de la energía empleada por los usuarios finales en los diferentes sectores de la actividad nacional

Este proyecto incluye varias líneas de acción entre las cuales se destaca: la formulación de normas a partir de la formación de comités técnicos que estudiarán normativas térmicas para la reducción de la demanda de energía eléctrica y de gas. Dentro de este, el Programa de Normalización y Etiquetado del Proyecto de Eficiencia Energética según expone el propio MIEM: “es un elemento esencial en el conjunto de políticas gubernamentales destinadas a la Eficiencia Energética ya que presenta ventajas tanto para consumidores como para fabricantes e intermediarios, así como para el país en su conjunto”. En Uruguay según la página de UNIT, desde el 2007 se han aprobado normas que refieren a los siguientes temas de eficiencia: en electrodomésticos; colectores solares; edificación; gasodomésticos y en iluminación. En esta área se desarrollaron 35 normas en los últimos años, se clasificaron de acuerdo a tres categorías: eficiencia energética de sistemas de iluminación, equipos y aparatos; eficiencia energética de colectores solares y eficiencia de edificios. También se ha cambiado el marco jurídico existente promulgando leyes de eficiencia energética y promoción de energía solar térmica.

En Montevideo en febrero de este año se comenzó a aplicar la normativa de aislamiento mínimo necesario para viviendas nuevas. Si bien la normativa municipal mencionaba que las viviendas deben cumplir con un aislamiento mínimo necesario, esta norma nunca llegó a reglamentarse, hasta julio de 2009. Un grupo de trabajo con técnicos de diversas instituciones involucradas en la temática, entre ellos el Departamento de Clima y Confort en Arquitectura (DECCA) de la Facultad de Arquitectura, actuando este último como equipo asesor para la elaboración y discusión de los documentos de trabajo, elaboraron los insumo para la redacción final de la reglamentación del aislamiento mínimo. El lunes 20 de julio de 2009 la Intendencia Municipal de Montevideo aprobó la normativa que regula los requisitos mínimos referentes a la aislación térmica de techos y paredes en viviendas. La reglamentación establece coeficientes de transmitancia máximos para muros y techos y porcentaje de área de huecos según la orientación solar de los mismos.

Se están dando diversas acciones para avanzar en el etiquetado pero ¿Por dónde se comenzará el etiquetado?. Priorizar las viviendas nuevas que tienen mayor consumo es la línea de trabajo que los países que han comenzado con el etiquetado (EEUU, Inglaterra) (Carlo, 2007). Por esta razón este artículo genera un aporte para el análisis de los mayores consumidores de energía en residencia.

## **2 OBJETIVO**

La investigación pretendía contribuir en la futura priorización de etiquetado energético por parte del Estado, mediante el análisis del padrón de consumo presente en el parque residencial urbano. Se plantea este objetivo a partir del análisis de los patrones de consumo de energía residencia en el área metropolitana de Montevideo que proporcionan cuatro bases de datos. Se construyen indicadores de consumo de energía para determinar prototipos para el futuro etiquetado, poniéndolos a prueba en dos

sectores de ciudad con altos consumos de energía en el área urbana de Montevideo para aportar al futuro etiquetado de energía de viviendas

El propósito de este artículo es presentar los avances de la investigación, evaluando los resultados para los grandes consumidores del área metropolitana de Montevideo.

### 3 METODOLOGIA

Las metodologías usadas para el desarrollo de aportes a la reglamentación en eficiencia energética requieren recabar datos de la realidad y sistematizarlos (Carlo, y Toccolini, 2005). En su tesis de doctorado Carlo, (2007) expone que la situación ideal sería obtener y sistematizar la información aportada por los servicios de energía. Uno de los abordajes más utilizado es la sistematización de la información estadística tomadas de bases de datos. Según Kinney y Piette (2002), la base de datos de edificios de los Estados Unidos CBECS (Commercial Buildings Energy Consumption Survey) y la RECS (Residential Energy Consumption Survey) han sido muy utilizadas para definir prototipos de edificios representativos de diversos fines relacionados con desempeño térmico o aportes para la eficiencia energética.

Una fuente es una base de datos o registro, donde se acopia información (De los Campos et al., 2008), las cuales pueden ser estadísticas o administrativas. Las primeras son aquellas que aportan información relevada con fines analíticos. Mientras que las segundas, las administrativas, son informativas. En el caso de esta investigación, se tomaron los datos con fines estadísticos desarrollados por DNETN en el año 2006 y para que los datos sean de calidad y con robustez estadística deben ser: verificables, confiables y replicables (De los Campos et al., 2008). Por esta razón es que se toma como base de análisis la encuesta desarrollada en la DNETN. Para la caracterización del consumo de energía del sector Residencial de la República Oriental del Uruguay se procedió, a estratificar el universo de hogares del país de modo que quedaran configurados módulos homogéneos desde el punto de vista del consumo de energía. Se definen grandes consumidores en esta encuesta como aquellos de altos ingresos que consumen más de 5000 kWh año, es decir 416 kWh mensual (este dato solo se toma en la encuesta para el sector de balnearios). Según el informe final de la Encuesta de Energía en Residencia, 2010 “...se pretendía la caracterización del consumo de energía del sector Residencial, con la finalidad de utilizar modelos analíticos de prospectiva de los requerimientos energéticos y el diseño de políticas, implica para cada módulo homogéneo: - conocer qué fuentes energéticas se utilizan y en qué cantidad; - identificar a qué finalidad se destina cada fuente, o sea los usos finales de la energía; - conocer la eficiencia de utilización de cada fuente en cada uso; y, - conocer la relación entre el consumo de energía y la principal variable explicativa, o sea la intensidad energética (kep/hogar)”.

Para obtener los consumos de energía neta y útil por fuentes y usos se recurre a la realización de encuestas, ya que dicha información no se registra estadísticamente por otro organismo. Para ello se relevó, los consumos anuales de cada una de las fuentes energéticas y la dotación de la totalidad de los artefactos o equipos consumidores de energía que utiliza la unidad encuestada. De cada artefacto se releva su capacidad o potencia y la modalidad de uso; lo que permite luego asignar los consumos de las fuentes a cada artefacto, y por lo tanto los consumos por usos. Según los resultados de la encuesta de uso y consumo existe una diferencia de 10 veces en el consumo de energía en residencia en una vivienda del sector de bajos ingresos con respecto al de altos ingresos (Presentación de resultados, 2009, DNETN). Meier et al. (2002) y Chung et al. (2006) mostraron que la característica del tamaño de la edificación es determinante ya que concentra la gran parte del impacto en el consumo de energía. Es por este motivo que esta investigación a punta a esta primera aproximación el indicador de **intensidad energética** como consumo de energía por el área del piso, no define por sí sólo si una edificación es eficiente. Pero esta intensidad energética es usada para comparar eficiencias de diferentes edificaciones pertenecientes a una misma agrupación, o sea, contiendo las mismas características primarias. Esta restricción llevo a que, en una evaluación de la eficiencia o del desempeño térmico de una edificación de mayor precisión, Pedrini y Lamberts (2003) consideren imprescindible considerar: la forma y dimensiones de la edificación para determinar el consumo de energía. La investigación se propuso desarrollar las siguientes etapas: 1- Construcción teórica de la

metodología a desarrollar: análisis de las cuatro bases de datos; 2-Prueba piloto: Aplicación de la metodología al análisis de Montevideo y sistematización las bases de datos; 3-Determinación de los barrios con alto consumo final de la energía en la edificación; de 4- Identificación de las tipologías de edificación de uso residencial con mayor consumo de energía.

## 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis de las bases de datos

En la exposición de motivos para la **Encuesta de Uso de Energía y Consumo Residencial (EUCER)** la DNETN (2009) expone: “Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional” es un estudio de alcance nacional, sobre consumos de energía neta y útil de todas las fuentes energéticas y sus diversos usos para el año 2006. Se discrimina la información de consumo de energía medido en energía útil, y en energía neta. La energía neta es aquella que se encuentra a disposición de los sectores de consumo final. La energía útil es la que permite la satisfacción de necesidades, teniendo en cuenta los usos que se da a la energía así como los rendimientos en la utilización del equipamiento o artefactos utilizados.

El estudio se basó en la realización de encuestas de consumo de energía en términos de energía neta y útil, por fuente y uso, equipamiento disponible y modalidad de uso, con cobertura nacional. En total se realizaron 3243 encuestas. El número de variables registradas fue de 122. De acuerdo a la metodología de la encuesta los datos residenciales se agruparon en módulos homogéneos. Uno de esos módulos es la estratificación socioeconómica, medida por el nivel de ingresos, en este sentido se clasificó los hogares en Altos, Medios y Bajos. De todos los datos aportados por la encuesta nos centraremos en los que refieren a residencia. De acuerdo a los datos del INE (2006) para el año de la encuesta el límite superior del 20% más pobre de la población (primer quintil) es 6500 pesos uruguayos, mientras que este ingreso casi se quintuplica para el último quintil, es decir que serán altos ingresos los que disponen de más de 23000 pesos o los que ganan más 1180 dólares mensuales. Los resultados de la encuesta muestran como conclusiones que a mayor ingreso se tiene un mayor consumo, si los altos ingresos consumen 100, los de bajos ingresos consumen 20 es decir que también se quintuplica. La base de datos nacional procesada esta compuesta de 1449 respuestas, aunque el “área metropolitana” responde al 45% (36% Montevideo más el 9% de las zonas satélites a la capital) de los hogares que tienen participación en el consumo neto de energía del país. Si trabajamos entonces en esa área obtendremos **582 respuestas**.

De acuerdo a Bertoni et al. (2006) el comportamiento en el consumo de energía eléctrica es un indicador más sobre la evolución de la calidad de vida, por lo que al igual que lo que expresa las conclusiones preliminares de Fundación Bariloche sobre esta encuesta de consumo y uso de energía en residencia, los altos consumos se encuentran en los altos ingresos. Si analizamos preliminarmente el consumo de energía mensual eléctrica por hogar, **el promedio mensual del país es de 247 kWh, mientras que en Montevideo es de 222 kWh (debe aclararse que en este valor se incluye con valor 0 a los colgados, o sin datos)**.

Como observamos del análisis estadístico de los consumos de energía eléctrica en los altos ingresos no es un grupo homogéneo, presentando una desviación elevada, tanto es así que el rango de valores va desde el valor 0 hasta 2106. Si sacáramos de esos datos los valores 0 de consumo (que son un total de 13 en 162 encuestas) igual observamos que el conjunto de valores es muy heterogéneo. Por este motivo solo sabiendo que pertenece a los altos ingresos no se puede inferir un alto consumo de energía, es decir que no explicaría por sí solo la variabilidad en los consumos (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Análisis consumo de energía de altos ingresos, promedio mensual de energía en kWh, considerando el consumo anual. Fuente: elaboración personal

Análisis estadísticos de los altos ingresos			
Sacando los consumos 0		Solo consumos	
Media	354.754967	Media	322.310559
Error típico	22.9832859	Error típico	22.2601087
Mediana	269	Mediana	246
Moda	245	Moda	0
Desviación estándar	282.423346	Desviación estándar	282.449116
Varianza de la muestra	79762.9462	Varianza de la muestra	79777.503
Curto	10.6401218	Curto	10.8479713
Coeficiente de asimetría	2.61740208	Coeficiente de asimetría	2.55770124
Rango	2046	Rango	2106
Mínimo	60	Mínimo	0
Máximo	2106	Máximo	2106
Suma	53568	Suma	51892
Cuenta	151	Cuenta	161
Nivel de confianza(95.0%)	45.4127964	Nivel de confianza(95.0%)	43.9615227

La segunda base es la **Encuesta Continua de Hogares Ampliada (ENCHA,2006)** que cubren todas las zonas censales del territorio, clasificadas, a su vez, en estratos socioeconómicos. En cada departamento, las unidades primarias de muestreo son las zonas censales (manzanas o territorio identificable), seleccionadas con probabilidad proporcional al tamaño medido en número de viviendas particulares. La ENCHA permite obtener datos de calidad y con robustez estadística, es una herramienta que trimestralmente recoge datos. Los mismos hogares que trimestralmente son encuestados por el INE, son lo que se seleccionaron para la encuesta de uso y consumo de energía por lo que se puede actualizar rápidamente. Se evalúan 172 variables. Los micro datos disponibles en la base de datos no permiten llegar a la identificación de la unidad hogar pero si admite llegar a la sección censal. Los datos deben convertirse para poder utilizar el mismo formato.

La tercera base de datos informa sobre patrones de consumo es: la **Base de datos de la Usinas de Transmisión Eléctrica (UTE)**. Según datos de la Memoria UTE, 2008 cuenta con 1.123.234 de medidores. A cada cliente se le asigna un número (nis). De acuerdo a la entrevista realizada al Ing. Bentancur (Secretaría del Director Ing. F. Boions de UTE), en cuanto al valor de consumo mensual promedio para los clientes residenciales de Montevideo es de 227 kWh/mes. Esta cifra concuerda con la que se tenía en la base de datos del MIEM. Expresaba que podríamos considerar un alto consumo de energía: “En general se considera un consumo superior a 500 kWh como elevado”. Si bien la base de datos no permite la localización territorial del consumidor, a partir de los datos del n° de cobro, es posible vincularlos con las otras dos bases de datos. La ventaja de esta base es que nos da el consumo en el tiempo, es decir como es que se produce el mismo para el período frío y el período caluroso y no simplemente en un mes particular. Por último se utiliza la base datos del sector de la IMM de **información geográfica**. Para la gestión territorial y el proceso de toma de decisiones de políticas que se vinculan al territorio se necesitan mapas donde visualizar espacialmente distintos fenómenos, incluso las políticas energéticas. Se constituyen en herramientas de diagnóstico indispensables a la hora de evaluar como impacta las variaciones en el consumo de energía en la residencia, evaluando su etiquetado. En la actualidad es imprescindible contar con esa información energética georeferenciada ya que el ritmo de cambio, la magnitud, cantidad y complejidad de los problemas y datos que producen las ciudades ya no pueden ser comprendidos y administrados sin el análisis computarizado del espacio geográfico y de la información relacionada a él, por eso es fundamental contar con esta información para el observatorio de energía en residencia. Las variables analizadas en las cuatro bases de datos son las siguientes (ver tabla 2).

**Tabla 2.** Variables sistematizadas

Variable estudiada	Bases de datos			
	EUCER	ENCHA	UTE	INFORMACION GEOGRAFICA (IMM)
CONSUMO DE ENERGIA TOTAL POR HOGAR	X (consumo neto y bruto)			
USOS Y CONSUMO DE LOS APARTOS DEL HOGAR	X	X (solo usos equipos de confort)		
SECCIÓN CENSAL	X	X	X	X
TIPO EDIFICATORIO	X			X
CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA			X	
CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN EL PICO			X	
CANTIDAD DE HABITANTES POR HOGAR				
MATERIALIDAD EN PAREDES EXTERNAS Y TECHO		X		
M <sup>2</sup> CONSTRUIDOS	X			X

#### 4.2 Identificación de las zonas morfológicas estudiadas y justificación

Según varios estudios existe una correlación entre altos ingresos y altos consumos de energía. Complementariamente, otros estudios (Retamoso, 1999; Katzman, 1999) muestran un incremento significativo de la homogeneidad en la composición social de los barrios, reflejado en el índice de disimilitud de Duncan para hogares clasificados por distintas variables de estatus social y condiciones de vida. Las zonas morfológicas semejantes según Turkienicz (1994) son sectores urbanos que presentan características de configuración homogéneas en cuanto al parcelamiento y tipologías de edificación. Estos datos cuando son relacionados con patrones de ingresos y densidad habitacional, pueden determinar un cuadro de cómo se comportan las diversas áreas del tejido urbano en cuanto a estos aspectos agregados. Estas áreas morfológicas homogéneas poseen los siguientes atributos: tipo de parcelamiento del suelo similar, tipología de edificación análoga así como intensidad de uso del suelo y su altura. Según el estudio desarrollo por Katzman (1999) sobre activos sociales de los barrios de Montevideo el que cuenta con mayor capital social, físico y financiero es **Carrasco**, siguiéndole **Punta Gorda, Punta Carretas y Pocitos**. Estos barrios son los cinco primeros, si a este componente se le agrega los datos aportados por la Encuesta Continua de Hogares de 2006, el barrio con mayores ingreso por hogar siendo este de 37654 es **Carrasco**, le sigue **Punta Gorda, Punta Carretas y Pocitos** todos pertenecen al quintil de mayores ingresos. Si a este criterio se le incorpora el de sectores urbanos que **presentan características de configuración homogéneas en cuanto al parcelamiento y tipologías de edificación** podemos obtener barrios homogéneos. Finalmente el último criterio de selección es la densidad de población mientras que Pocitos presenta un promedio de 355 hab/ha (información geográfica, IMM, 2009), llegando a 1000 hab/ha en las manzanas de la Rambla en el otro extremo Carrasco presenta una densidad de 20 hab/ha, estas densidades determinan tipología y morfologías muy distintas por lo que es de gran interés su estudio. Pocitos según INE, 2004 cuenta con una población de 69636 personas siendo el barrio de mayor población, mientras que Carrasco tiene 16386. Por este motivo es que se seleccionaron estos dos barrios: Pocitos y Carrasco. Para el análisis de los datos del piloto se determinaron secciones censales los criterios utilizados fueron: homogeneidad predial barrial, densidad de población representativa del barrio y homogeneidad tipológicas (figura 1). Las secciones elegidas como muestra son: sección censal 10.2 en Carrasco y 24 en Pocitos existen un total de 20 casos que se encuentran en estas secciones del total de 1449

encuestas para residencia. De acuerdo a Carlo (2007) citando a Toledo (2004) cuando tenemos una muestra de 20 casos podríamos llegar a una inferencia estadística de una población aproximada de 30 o 20 edificios con un 10% o 5% de error.

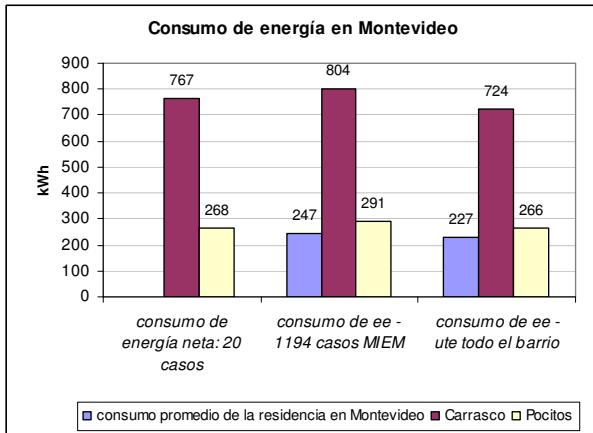


**Figura 1.** Localización de los barrios, a la izquierda Carrasco y a la derecha Pocitos. Fuente: Google Map

De los 20 casos de estudio, un 60% corresponde a una vivienda aislada, el resto corresponde a tipología de vivienda en altura (apartamentos). El promedio de ancho de los terrenos es de 10 m, variando en su profundidad. El área promedio de las viviendas es de 179 m<sup>2</sup>, pero en Carrasco la media es de 239 m<sup>2</sup>, mientras que en Pocitos es 88 aproximadamente.

#### 4.3 Patrones de consumo de energía

Como se observa en la figura 2 existen diferencias en el consumo de energía tanto neta (es decir la cantidad de energía que obtenemos por la cantidad de energía que hemos utilizado), como en el consumo de energía eléctrica entre Pocitos y Carrasco. Los dos barrios pertenecen a los altos ingresos el consumo de energía es divergente en los dos casos, mientras que los consumos de Pocitos (268 kWh mensual) se parecen a la media de Montevideo, los de Carrasco son casi cuatro veces más elevados (767 kWh mensual).



**Figura 2.** Consumo de energía en la muestra del piloto. Fuente: elaboración personal, en base a datos de MIEM y UTE

Al realizar la estadística descriptiva de los consumos totales observamos que hay variabilidad en los datos sobretodo en Carrasco, pero a pesar de esto se observan diferencias entre los dos barrios. Si en cambio analizamos intensidad energética es decir kWh/m<sup>2</sup> ahí los consumos de los dos barrios comienzan a parecerse. Las viviendas de Carrasco presentan una intensidad energética de 3.4 kWh/m<sup>2</sup> y las de Pocitos 3.2 kWh/m<sup>2</sup>. Pero todavía existen diferencias dentro de los barrios en los consumos es decir que hay otros factores que explican los altos consumos. Esto debería estudiarse en profundidad ya que las opciones de diseño podrían explicar estas diferencias (ver tabla 3). Los resultados muestran que la probabilidad "P" tiene un valor menor a 0.05, y el valor de la "F" necesita ser al menos 4.098 (o

sea, el valor crítico para F), entonces como el valor de nuestra "F" es de 29.5 y es mucho mayor que el valor crítico para F estamos seguros que los resultados de nuestras pruebas son significativas.

**Tabla 3.** ANOVA de las tipologías y el consumo

Análisis de varianza de un factor

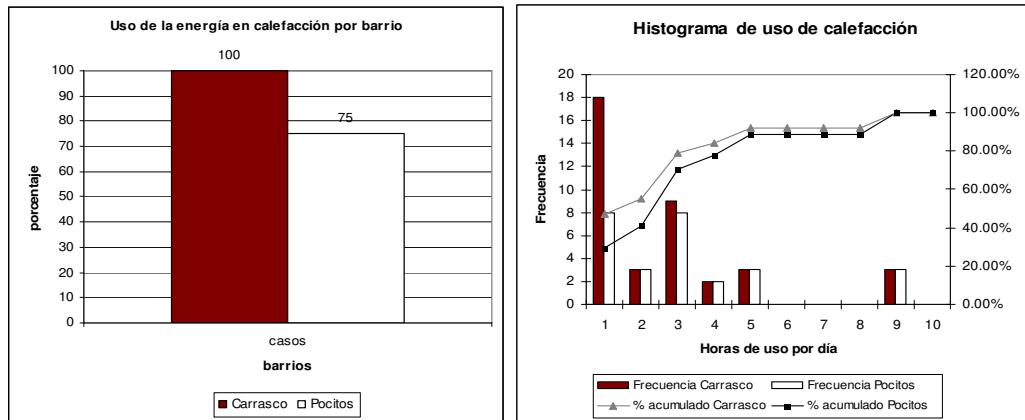
**RESUMEN**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
consumo de energía	20	142892	7144.6	34540176.3
tipología	20	28	1.4	0.25263158

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen de las variaciones	ma de cuadrados de libertad	medio de los cuadros	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	510253062	1	510253062.4	29.5454809	3.38275E-06
Dentro de los grupos	656263354	38	17270088.25		
Total	1166516416	39			

Si analizamos los usos de la energía en cada uno de los barrios, podremos observar que el 100% de los casos en Carrasco presenta como uno de los usos finales de su energía la calefacción, mientras que en el barrio de Pocitos este porcentaje es 75% (ver figura 4). La frecuencia de horas de uso en calefacción en uno u otro barrio (ver figura 4), se observa que tenemos más casos en Carrasco y que casi el 80% de los datos presentan un consumo horario de entre 1 y 3 horas diarias en calefacción. Por el otro lado en Pocitos, un 70% de las residencias que consumen energía en calefacción lo hacen entre 1y 3 horas diarias. Se podría inferir que se consume más en calefacción en las viviendas aisladas de Carrasco, probablemente esto se explica por la mayor área expuesta sea la responsable (otra característica física).



**Figura 4.** Uso de la calefacción por barrios estudiados. Fuente: elaboración personal

## 5 CONCLUSIONES

Los consumos promedio de Pocitos son un poco mayor al promedio de Montevideo, sin embargo los de Carrasco son sensiblemente superiores. Si vinculamos estos consumos a los m<sup>2</sup> estos comienzan a parecerse siendo superiores a los de la media de Montevideo. En el caso de las tipologías de apartamentos es comprensible debido al menor volumen así como la menor área expuesta que las viviendas aisladas. Se constata y comparte lo expresado por Hansen (2002) que expresa que los consumos de apartamentos son menores que los de las viviendas aisladas, por lo que las primeras medidas de etiquetado deben apuntar a las viviendas aisladas. La validez de estas afirmaciones debe relativizarse para los casos de estudio, pero son un primer aporte para la futura implementación del etiquetado. El empleo del indicador intensidad energética es decir kWh/m<sup>2</sup> hace que los consumos de los dos barrios estudiados comiencen a parecerse por lo que sería una primera aproximación a la detección de los grandes consumidores. Las viviendas de Carrasco presentan una intensidad energética de 3.4 kWh/m<sup>2</sup> y las de Pocitos 3.2 kWh/m<sup>2</sup>, aunque es necesario precisar el diseño y tomar una

muestra mayor. Este análisis se pudo obtener a partir de cruzar datos de cuatro bases estadísticas: ENCHA, IMM, EUCER y UTE, obteniendo los siguientes datos: Dimensiones aproximadas; forma de la edificación; cantidad de viviendas; área edificación; morfología; número de pisos aproximado; cantidad de hogares; cantidad de personas; densidad; consumo de energía eléctrica anual; consumo de energía eléctrica mensual; consumo de energía neta; intensidad energética; Cerramiento vertical – paredes; Cerramiento horizontal – techo y padrón de uso de los equipos. Para hacer un seguimiento en el tiempo y apoyar al Proyecto de Eficiencia Energética aplicando medidas de eficiencia energética habría que continuamente obtener datos para poder evaluar constantemente las medidas, por este motivo se propone agregar a la ENCHA datos sobre: tipología de las viviendas, m<sup>2</sup> construidos, así como características de los cerramientos verticales y horizontales. Se observa la alta relación entre altos consumos de energía y tipología edificatoria. No solamente los altos ingresos explican los altos consumos, el diseño arquitectónico es fundamental para el análisis energético en la residencia. Se sugiere analizar cuales de los aspectos de la tipología inciden más significativamente en los consumos de energía en residencia, aplicando los estudios de Carlo (2007) en nuestro país o continuando los trabajos de Hidalgo (2009).

## 6 REFERENCIAS

- Bertoni et al, (2006).** El consumo de energía eléctrica residencial en Uruguay en el siglo XX: una aproximación a la calidad de vida, Udelar
- Caldes, L. (2007).** Matriz energética y evolución económica del Uruguay (1965 - 2005). Disponible en: [www.fcs.edu.uy/investigacion/Jornadas2007/Documentos/Caldes.pdf](http://www.fcs.edu.uy/investigacion/Jornadas2007/Documentos/Caldes.pdf). Acceso: mayo 2009
- CBEDS, Residential Buildings Energy Consumption Survey (2003).** Information on the residential building Sector. Disponible en: <http://www.eia.doe.gov/emeu/recs/contents.html>. Acceso en: mayo 2009
- Carlo, J y Toccolini, G. (2005)** Levantamento de dados visando a definicao de prototipos de edificacoes brasileras. Coordinador: Lamberts, R. Florianopolis, 56 pp.
- Carlo, J (2007)** Desenvolvimento de metodologia para avaliação da eficiência de uma edificação. Tesis de doctorado- Programa de Pos graduacao em Engeharia civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis, 215pp.
- De los Campos, et al, (2008).** Observatorio Habitacional Nacional. Informe de avance, 62 pp.
- Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN), Balance energético, 2007.** Disponible en: [www.dnetn.gub.uy](http://www.dnetn.gub.uy), Acceso en mayo 2009.
- Fundación Bariloche y Programa de Estudios e Investigaciones de energía (2010),** Informe final . disponible en: <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/doc/estadisticas/Informe%20Sector%20Residencial%20T1.pdf>, Acceso en marzo 2010.
- Hansen, A. (2000).** Padroes de consumo de energia eléctrica em diferentes tipologias de edificacoes residenciais, em Porto alegre. Disertación de maestria, UFRGDS.146pp.
- Hidalgo, P (2009)** Monografía curso de estadística. Montevideo.
- INE, (2007).** Encuesta Continua de Hogares Ampliada
- Katzman, R., (Coord.) (1999) Activos y Estructuras de Oportunidades.** Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad en Uruguay, PNUD-CEPAL, Montevideo
- Lamberts, R (2006).** Reglamentación para Etiquetado Voluntario de Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales y Públicos. Ley de Eficiencia Energética. LABEEE, UFSC, Brasil.
- Conferencia como panelista en la XXIX Reunión de Trabajo de ASADES, Buenos Aires.**
- Meier, A et al (2002).** What is an Energy-Efficient Building? In: Anais/IX Encontro Nacional de Tecnologia do ambiente construído. Foz do Iguaçu, PR, 07 a 10 de mayo de 2002.
- Mimbacas, et al (2007);** Eficiencia energética en edificaciones. Un nuevo desafío. Informe Técnico. Revista SAU N°X. Uruguay. Marzo 2007.
- PNUMA, (2008).** Geo Uruguay. Informe del Estado del Ambiente. Uruguay . Ed. Mosca. Uruguay, 348pp.
- Turkienicz, B. (1984).** A forma da cidade. Agenda para um debate', in Projeto Editores Associados LTDA I Seminário sobre Desenho Urbano no Brasil (Projeto, São Paulo) 9-27.