

PERFORMANCE ENERGETICA DE UNA TIPOLOGIA EDILICIA ESCOLAR EN DIFERENTES LOCALIZACIONES GEOGRAFICAS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

C.Filippín[□]

C.C.302, (6300) Santa Rosa, La Pampa
Tel-Fax: 02954-434222 E-mail: cvigli@ssdnet.com.ar

RESUMEN

Se analiza el consumo de energía de una tipología escolar ubicada en distintas localizaciones geográficas de la provincia de La Pampa, y en diferentes entornos adyacentes. Se evalúa la participación de la energía eléctrica y el gas natural en el consumo total de energía, su participación relativa y su variabilidad estacional. La mayor variabilidad estacional en los consumos de energía queda definida por el gas natural consumido. Una variación latitudinal del consumo de energía eléctrica /m² se acentúa en el extremo SW.

INTRODUCCION

El parque educacional de la provincia de La Pampa concentra edificios tipológica y tecnológicamente diferentes, con distintos niveles de enseñanza, y períodos de uso también diferentes. Están caracterizados por factores inherentes a los aspectos tecnológicos, morfológicos, localización, orientación, entornos y espacios adyacentes, y factores humanos que involucran los patrones de uso y ocupación, densidad, periodicidad de las actividades, etc.. Trabajos anteriores analizaron el consumo de energía en un sector del parque educacional de la ciudad de Santa Rosa (Filippín y de Rosa, 1996,1997a, 1997b). Con el fin de extender el análisis al interior de La Pampa, y por razones metodológicas, el presente trabajo evalúa energéticamente un edificio escolar cuya tipología se encuentra ubicada en localizaciones geográficas diferentes, y en entornos diversos, de la provincia. Son objetivos del trabajo: a) analizar la variabilidad estacional y espacial del consumo de energía según sus fuentes, energía eléctrica y gas natural, b) la participación relativa de las fuentes en el total de energía consumida, c) el consumo por alumno y por m².

MATERIALES y METODOS

La tipología edilicia escolar en estudio se localiza en cinco poblaciones de la provincia, cuatro de ellas ubicadas, en la región nororiental y otra, 25 de mayo, en el sur, en el extremo occidental. Las variaciones de la temperatura en la provincia son importantes en sentido N a S, aunque también adquieren valor las que ocurren en el extremo occidental donde tiene marcada influencia la altitud, además de la acción del anticiclón del Pacífico que genera vientos del S-SW, notándose la influencia de vientos semipermanentes del W (INTA, Provincia de La Pampa, UNLPam., 1980). La Tabla 1 muestra la caracterización geográfica y los Grados-día de cada localidad.

Tabla 1: Caracterización geográfica y climática de cada localización

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Grados-día (base 18°C)
Realicó	35°02'	64°16'	165	1200
Luiggi	35°25'	64°29'	200	1250
Castex	35°55'	64°18'	191	1350
Santa Rosa	36°37'	64°17'	183	1500
25 de Mayo	37°47'	67°42'	342	1600

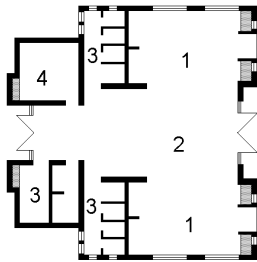
Tabla 2: Indicadores morfológicos y térmicos

Perímetro (m)	Area (m ²)	Volumen (m ³)	Ic	Envolvente (m ²)			K _G (W/m ² °C)	Kadm [^] (W/m ² °C)	G (W/m ³ °C)
				Total	Vertical	Superior			
220 *	1156.5	4592	54.8	3148.4	824.6	1167.2	1.4	1.02	1.5
53.4**	179	548	88.8	512	149.5	182.5	2.03	0.94	2.4

* Nivel I y II de la Educación General Básica (EGB) ** Nivel Inicial K_G: Coeficiente global de transmisión de calor, ^ Kadm según Norma Básica de la Edificación Española, CT-79, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente

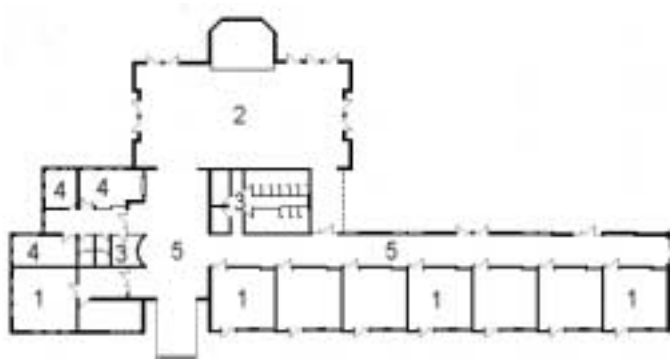
[□] Investigadora de CONICET. Trabajo financiado parcialmente por CONICET

La tipología que se evalúa desintegra en dos edificios el nivel inicial y el nivel I y II de la Educación General Básica (EGB I y II). En la Tabla 2 se observan algunos indicadores dimensionales y térmicos de los edificios. La Figura 1 muestra la planta y una imagen de cada edificio. Estadísticamente se calculan los promedios (X), desvíos standard (STD), y el coeficiente de variación (CV) como indicador de la dispersión relativa de los consumos de energía. Todos los edificios analizados, y en función del cálculo del calor auxiliar anual (Q), satisfacen, para el período de uso, los requerimientos de calefacción base 16°C.



Nivel Inicial

Referencias: 1- aulas, 2-Salón de Usos Múltiples, 3-Servicios, 4- Gestión



Nivel I y II de la EGB

Referencias: 1- aulas, 2-Salón de Usos Múltiples, 3- Servicios, 4-Gestión, 5- Circulación



Figura 2: Planta y vista de la tipología en estudio

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis en el nivel I y II de la EGB muestra que existe cierta variación estacional de la energía eléctrica consumida, con una variación entre los edificios con diferentes localizaciones geográficas, del 34.5%. (Tabla 3). La variación espacial del consumo de electricidad en el nivel inicial es superior al registrado por el nivel primario (Tabla 4).

Tabla 3: Variabilidad estacional y espacial del consumo de electricidad en el nivel I y II de la Educación General Básica (STD, desvío standard- CV, coeficiente de variación)

Meses	Escuelas					Indicadores estadísticos		
	254	251	249	248	250	Promedio	STD	CV
1	113.4	205.8	50.0	562.5	810.3	348.4	325.5	93.4
2	90.0	93.5	284.5	1057.5	1155.0	536.1	527.5	98.4
3	527.3	138.0	1175.5	1807.5	1175.5	964.8	646.9	67.1
4	1140.0	269.0	1830.5	2257.5	1792.0	1457.8	775.3	53.2
5	1226.7	924.0	2122.8	2895.0	2122.8	1858.3	788.4	42.4
6	1233.3	1208.5	2433.8	2970.0	2247.3	2018.6	775.1	38.4
7	866.7	2244.0	2350.0	2527.5	2059.8	2009.6	661.0	32.9
8	1153.3	1939.3	2388.8	2518.8	2417.5	2083.5	565.8	27.2
9	1200.0	1958.3	2271.0	2565.0	2271.0	2053.1	522.9	25.5
10	893.3	1397.3	1925.3	2017.5	1294.0	1505.5	466.3	31.0
11	826.7	1041.3	1624.0	1700.0	1624.3	1363.3	400.3	29.4
12	293.3	945.7	1004.0	950.0	1102.3	859.1	322.5	37.5
Total	9564.0	12364.7	19460.2	23828.8	20071.8	17057.9	5892.5	34.5
Promedio	1471.4	1902.3	2993.9	3666.0	3088.0			
STD	436.0	755.5	821.6	789.5	551.0			
CV	29.6	39.7	27.4	21.5	17.8			

Tabla 4: Variabilidad estacional y espacial del consumo de electricidad en el nivel inicial (STD, desvío standard- CV, coeficiente de variación)

Bimestre	Escuela				Indicadores estadísticos		
	251	249	248	250	Promedio	STD	CV
1	100.0	62.0	303.6	214.0	169.9	110.1	64.8
2	126.7	270.3	952.7	348.5	424.6	363.9	85.7
3	177.0	344.0	1088.0	500.3	527.3	396.4	75.2
4	236.3	331.5	1172.3	569.3	577.4	420.6	72.9
5	203.0	258.8	880.7	384.0	431.6	308.8	71.5
6	258.5	110.0	558.0	366.0	323.1	188.5	58.3
Total	1101.5	1376.6	4956.3	2382.1	2454.1	1756.6	71.6
Promedio	183.6	229.4	825.9	397.0			
STD	61.7	116.9	332.4	124.4			
CV	33.6	51.0	40.2	31.3			

La disponibilidad de datos, por edificios desintegrados por nivel de enseñanza, condicionó, para el gas natural consumido, la magnitud de la muestra. Los edificios se ubican en la región nor-oriental de la provincia, con diferentes períodos de uso, y sus sectores de aulas, con orientaciones distintas. La variación espacial del gas natural consumido por el nivel I y II de la EGB es del 52% , superior a la variabilidad espacial del 24.1% del nivel inicial. La variación estacional es superior al 100%, valor similar al obtenido para otras tipologías edilicias escolares analizadas (Filippín y de Rosa, 1998, Filippín, 1999). Es posible que la variación espacial más acentuada en el consumo de gas natural del nivel I y II de la EGB, en una región climática similar, esté fuertemente condicionada, además del posible efecto de la orientación del área funcional aula, por un fuerte efecto de los hábitos y costumbres respecto al apagado y encendido de los sistemas de calefacción. La escuela 251, con menor período de uso, muestra un consumo de gas natural muy superior a un edificio en una localización geográfica próxima con mayor período de uso (Tabla 4 y 5).

Tabla 5: Variabilidad estacional y espacial del consumo de gas natural en el nivel I y II de la Educación General Básica e inicial.

Bimestres	Nivel primario			Indicadores estadísticos			Nivel inicial			Indicadores estadísticos		
	251	254	249	Promedio	STD	CV	251	249	250	Promedio	STD	CV
1	1	40	5	15.3	21.5	139.9	4	0.5	0	1.5	2.2	145.3
2	222	87	52	120.3	89.8	74.6	29.5	18.5	0	16.0	14.9	93.2
3	6191	4667.5	849	3902.5	2751.9	70.5	329.5	525.5	323.7	392.0	114.9	29.2
4	9894	6418	3708	6673.3	3100.9	46.5	805.5	934.0	476.7	738.7	235.8	31.9
5	6005.5	2797	2673	3825.2	1889.2	49.4	248.5	594.5	489.3	444.1	177.4	39.9
6	671.5	126	38	278.5	343.2	123.2	26	38.0	112.3	58.8	46.7	79.5
Total	23266.0	14389.5	7574.0	15066.5	7852.9	52.1	1443.0	2111.0	1402.0	1652.0	398.0	24.1
Promedio	3830.8	2355.9	1220.8				240.5	351.8	233.7			
STD	4116.7	2739.4	1592.3				307.8	390.1	226.5			
CV	107.5	116.3	130.4				128.0	110.9	96.9			

Tabla 6: Consumo de energía eléctrica en función del área y del número de alumnos en el nivel I y II de la EGB

Escuela		Densidad de ocupación *	Horas de Uso	Consumo de Energía Eléctrica (kWh)		
Localidad	Número			Anual	/m ²	/alumno
Realicó	249	3.7	15	19460.2	16.8	61.8
Luiggi	250	4.7	9.3	20071.8	17.3	82.6
Castex	251	8.2	4	12364.7	10.7	87.7
Santa Rosa	254	2.6	13.3	9564.0	8.3	21.4
25 de Mayo	248	3.1	15	23828.8	20.6	64.9

* Número de m²/ alumno

Tabla 7: Consumo de energía eléctrica en función del área y del número de alumnos en el nivel inicial

Escuela		Densidad de ocupación *	Horas de Uso	Consumo de Energía Eléctrica (kWh)		
Localidad	Número			Anual	/m ²	/alumno
Realicó	249	3.1	8	1377	7.7	24
Luiggi	250	7.2	4	2382	13.3	95
Castex	251	7.2	4	1101	6.1	44
25 de Mayo	248	3.8	8	4956	27.8	105

Evaluado, para el nivel inicial, y I y II de la EGB, el consumo de electricidad por metro cuadrado construido, se observa cierta variación latitudinal de N a S, que se acentúa en el extremo SW, en la localidad de 25 de Mayo. No se observa correlación entre el consumo/m² y período de uso. Es posible que la orientación del sector aulas, además del uso indiscriminado de elementos de control solar fijos, esté condicionando más fuertemente el consumo, que el período de uso definido por la actividad enseñanza-aprendizaje (Tabla 6 y 7). Para el consumo de gas natural, y para el nivel inicial, si se observa un acople entre período de uso y consumo/m². Es factible, que en menores superficies útiles, el control térmico sea más riguroso, los calefactores se apagan y prenden en coincidencia con las horas que los espacios están ocupados (Tabla 8).

Tabla 8: Consumo de gas natural en función del área y del número de alumnos en el nivel I y II de la EGB (*) e inicial (**)

Escuela		Densidad de Ocupación *	Horas de Uso	Consumo de Gas Natural (m ³)		
Localidad	Número			Anual	/m ²	/alumno
Realicó *	249	3.7	9.3	7574	6.5	24
Castex *	251	8.2	4	23236	20.1	165
Santa Rosa *	254	2.6	15	14389.5	12.4	32.3
Realicó **	249	3.0	9.3	2111	11.8	36.4
Luiggi **	250	7.2	4	1402	7.8	56
Castex **	251	4.0	4	1443	8.0	32.8
25deMayo ***	248	3.2	15	16148.8	12.1	39.0

Tabla 9: Consumo total de energía en MJ por m² y por alumno para el nivel I y II de la EGB (*) e inicial (**)

Escuela	Gas Natural		Energía Eléctrica		Consumo total anual (MJ)		
	m ³	MJ (1)	kWh	MJ (2)	1 + 2	/m ²	/alumnos
251 (*)	23236	866703	12364	44513	911216	788	6462
249 (*)	7574	282510	19460	70057	352567	305	1119
251 (**)	1413	53824	1101	3965	57789	323	1313
249 (**)	2111	78740	1377	4956	83695	468	1443
250 (**)	1402	52295	2382	8575	60870	340	2435

Con el fin de determinar la participación relativa de cada fuente en el consumo total de energía se transforman las unidades a MJ y se agrupa el gas natural y la energía eléctrica consumida. El gas natural participa, en promedio, con un 86.9% en el consumo total (Tabla 9). La mayor participación del consumo de gas natural, en el total anual de energía consumida, coincide con los resultados obtenidos en el análisis energético de otras tipologías escolares (Filippin y de Rosa, 1998 y Filippin, 1999). Asumiendo que las condiciones climáticas del Reino Unido son diferentes a la región en estudio, se comparan los consumos por m² con la Tabla de Valoración producida por la Oficina del Ambiente y Eficiencia Energética (BRECSU, 1996). En cuanto al consumo de gas natural, sólo la escuela 251, para el nivel I y II de la EGB se podría considerar de pobre performance, situación que se contradice con el menor período de uso del edificio.

CONCLUSIONES

- Al igual que en otras tipologías, La mayor variabilidad estacional de la energía consumida quedó definida por el gas natural (Filippin y de Rosa, 1997, 1998, 1999) En el nivel I y II de la EGB se observa una variación latitudinal del consumo de energía eléctrica /m², se acentúa en el extremo SW
- Es del 90% la participación del gas natural consumido en el consumo total de energía, siendo el uso final la calefacción de los espacios. Los resultados del análisis energético de esta tipología coincide con otros edificios estudiados (Filippin y de Rosa, 1997, 1998, 1999). Los edificios analizados, del nivel I y II de la EGB, corresponden al grupo de buena performance energética según el reporte del programa para la Eficiencia Energética del Reino Unido (BRECSU, 1996). La performance energética es pobre para el nivel inicial. Un edificio compacto pero sin acondicionamiento térmico adecuado en su envolvente, y quizás otros requerimientos de confort del niño del nivel inicial, se traduce en un empobrecimiento de la performance energética.

REFERENCIAS

- BRECSU, 1996. General Information Report 47. Controlling energy use in buildings.
- FILIPPIN, C. y de ROSA, C., 1996. Análisis Morfológico, Tecnológico y Energético del Parque Educacional del Nivel Secundario de la Ciudad de Santa Rosa. Actas de la XVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. Mar del Plata, Argentina. 1: 02.25-02.28.
- FILIPPIN, C. y de ROSA, C., 1997a. Análisis Morfológico, Tecnológico y Energético del Parque Educacional del Nivel Inicial y Primario de la Ciudad de Santa Rosa. Actas de la XVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Vol.1 N°2, 93-96
- FILIPPIN, C. y de ROSA, C., 1997b. Modelo de Regresión Lineal Simple para predecir el Consumo de Energía en el Parque Educacional de la Ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Actas de la XVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Vol.1 N°2, 89-92
- FILIPPÍN C. y de ROSA, C., 1998. Una tipología edilicia escolar en localizaciones geográficas diferentes en la provincia de La Pampa, Análisis de su consumo energético. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 2, N°1, 03.51-03.54.
- FILIPPIN C., 1999. Análisis energético de una tipología edilicia escolar en localizaciones geográficas diferentes en la provincia de La Pampa, Análisis de su consumo energético. XXII Reunión de Trabajo de ASADES.
- INTA, Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa, 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Pampa.