

## **Anexo 1. Estimación de la Demanda**

### **1.1.- Introducción**

Se pretende presentar los elementos que permiten determinar características técnicas y alternativas para orientar el análisis de proyectos de micro centrales hidroeléctricas. Sin embargo, la profundidad y amplitud de los estudios que se considere realizar para cada proyecto en particular, debe estar relacionado con la seguridad que se pretende dar a la inversión, así mismo debe existir un equilibrio entre los costos de estudios y la inversión total en el proyecto.

Para los fines indicados, el análisis de la demanda puede sustentarse en los siguientes aspectos:

- Un análisis socioeconómico basado en información de campo y del que se desprendan perspectivas de desarrollo energético
- Aplicación de indicadores para determinar los requerimientos de capacidad instalada.
- Aplicación de indicadores y tipificación de la demanda energética para evaluar los consumos probables de energía.

### **1.2.- Análisis socioeconómico**

#### **Objetivo**

Determinar información básica sobre requerimientos y demanda energética.

#### **Método**

Encuesta directa (total o muestra suficientemente grande según tamaño de la población). Apreciación sobre perspectivas, proyecciones e identificación de proyectos de actividades productivas consumidoras de energía.

### **Alcances:**

- Población. Número, tamaño de familias, distribución por actividades, niveles de ingreso, nivel cultural, etcétera. Tipificación de posibles niveles de satisfacción de necesidades energéticas. Información histórica sobre crecimiento (o estancamiento); migraciones.
- Previsiones de crecimiento (tasas), previsión de elevación de los índices de requerimientos energéticos (tasas).
- Actividades Económicas. Descripción de actividades productivas y de apoyo existentes; impacto económico. Identificación de proyectos en actividades consumidoras de energía. Requerimientos para el desarrollo de proyectos; plazos.
- Transportes Y Comunicaciones. Sistemas de transporte (personal y carga); carreteras, correo, telecomunicaciones, etc.
- Servicios. Agua potable, desagüe, disponibilidades de energía; comercio.
- Educación. Escuelas y actividades culturales; necesidades educacionales y sus requerimientos energéticos específicos.
- Descripción física de la localidad. Ubicación geográfica, distancia, descripción física (calles, distancias, tipos de construcción, etc.)

Este tipo de análisis demanda mucho tiempo y recursos, es posible cuando se cuenta con suficiente información sobre la población y solo se justifica si la zona afectada al proyecto desarrolla actividades productivas además del uso doméstico.

### **1.3.- Determinación aproximada de la capacidad instalada requerida**

Para evaluaciones preliminares o cuando se tiene limitada información socioeconómica sobre la población, especialmente en cuanto al tamaño promedio de las familias, es conveniente utilizar índices de requerimientos de capacidad instalada por habitante, cuya magnitud depende de:

- Nivel socioeconómico y cultural de la población.
- Existencia de suministro eléctrico.
- Factor de carga; el efecto de cargas de punta elevadas tiende a incrementar los requerimientos de la capacidad instalada. Es importante considerar los niveles de simultaneidad en el consumo, principalmente entre el consumo doméstico y el de actividades productivas.
- Existencia de sistemas y educación para el uso racional de la energía.
- Tamaño promedio de las familias.

Los indicadores de requerimientos de capacidad instalada per cápita en el medio rural pueden variar ampliamente en función del desarrollo socioeconómico. Para el caso particular de poblaciones aisladas con bajos niveles de desarrollo socioeconómico los requerimientos se sitúan entre 30-100 Watt/habitante, pudiéndose asumir un valor de 50 Watt/habitante sin entrar en graves errores.

Cuando se dispone de mayor información socioeconómica es más racional utilizar indicadores por unidad familiar o residencia, ya que las necesidades energéticas a nivel doméstico están más vinculadas al número de viviendas que a la población en general. Un valor mínimo sería del orden de 250 Watt/ vivienda, pudiendo considerarse valores mayores del orden de 500 W/vivienda.

En la determinación de la capacidad instalada merece estudiarse las previsiones de simultaneidad entre el consumo doméstico y el carácter productivo. Frecuentemente en aplicaciones de Micro centrales Hidroeléctricas (menores 50 kW) en poblaciones aisladas es probable una utilización vespertina de la energía eléctrica (6-12 horas) para fines domésticos y de iluminación pública; en este caso la capacidad instalada seleccionada para cubrir esas puntas generalmente deja un amplio margen de disponibilidad de planta para las actividades productivas existentes y nuevas actividades que se desarrollen para operar principalmente durante el día,

#### 1.4.- Metodología analítica para determinar la capacidad instalada requerida y el consumo energético

El sistema consiste en analizar los requerimientos de energía en función de periodos discontinuos en los que se puede dividir un día típico de operación y para cada sector de consumo, determinando la carga de punta y un factor de carga específico para cada periodo y sector, en la forma siguiente:

**Carga de Punta ( $C_p$ )** para cada periodo diario y sector; se establece identificando los requerimientos de capacidad instalada de consumo ( $C_i$ ) que pudiera estar operando corregidos por un factor de simultaneidad ( $f$ ) probable.

**Coeficiente de carga específico ( $f_c$ )** para cada periodo diario y sector, definido como la relación entre la carga media ( $C_m$ ) en kW y la carga de punta ( $C_p$ ).

Los periodos diarios son grupos de horas de un mismo día en que se espera que la central funcione continuamente, dependiendo de las características de la demanda prevista durante el día, por ejemplo en una central destinada exclusivamente a iluminación nocturna puede considerarse un periodo único de 6 p.m. hasta las 11 p.m.

A su vez es necesario definir los sectores de consumo, que para fines del análisis de la demanda propuesta, se sugiere reducir a un mínimo desagregado en la forma siguiente:

**Iluminación Pública.** Su factor de carga específico sería cercano a la unidad, reducido sólo por la incidencia de puntos de iluminación dañados pudiendo asumirse un valor de  $f_c=0.95$ .

**Consumo doméstico.** Se deben establecer las características de consumo según grupos típicos de la población, estableciendo la familia y residencia tipo para cada grupo. En el caso de las poblaciones aisladas del medio rural, su consumo doméstico estará dado principalmente por los requerimientos de iluminación.

**Consumo productivo y de servicios.** Dado que no es de esperarse un gran número de unidades productivas y de servicios atendidos por una Micro central, los requerimientos de capacidad instalada y consumos se pueden aproximar analizando los procesos productivos y requerimientos energéticos en cada caso. Los requerimientos de energía para las actividades productivas y de servicios deben estudiarse considerando lo siguiente:

- Posibilidad de utilización de la disponibilidad de planta existente para fines productivos durante el día, perspectivas de expansión de la actividad productiva, excedentes diurnos de disponibilidad para eventual utilización doméstica.
- Limitaciones en el uso del agua durante el día debido a otras prioridades.
- El arranque de motores eléctricos puede duplicar transitoriamente los requerimientos de potencia de cada unidad. Un adecuado control para secuencias de arranque de motores en pequeñas poblaciones es viable.
- Posibilidades de utilización directa de energía mecánica.

El consumo de energía (c) para cada periodo y sector está dado por el producto de la carga media (Cm) y el número de horas (h) correspondiente al periodo:

$$c = C_m \cdot h$$

Donde la carga media (Cm) es el producto de la carga de punta por el coeficiente de carga específico:  $C_m = f_c \cdot C_p$

La suma de los consumos de cada periodo del día nos da el consumo diario de energía y la suma de los consumos de cada sector durante el día nos da el consumo diario del sector.

### **Determinación de la capacidad instalada**

Luego, de sumar las cargas de punta de todos los sectores para cada periodo, se selecciona aquel periodo que requiere la mayor carga de punta como referencia para determinar los requerimientos de capacidad instalada.

La definición de la capacidad instalada debe tomar en cuenta tanto las pérdidas energéticas en la transmisión y distribución como por otra parte, una apreciación cualitativa sobre las posibilidades de coincidencia de las cargas de punta de los sectores en un mismo periodo, así como las limitaciones en cuanto a continuidad del servicio y cortes eléctricos.

Por otra parte debe considerarse también la proyección de la demanda futura tanto en función de crecimiento poblacional como de incremento de los índices unitarios de demanda, evaluando las ventajas y desventajas comparativas de contar con excedentes de capacidad instalada o requerir eventuales incrementos de capacidad instalada. Por otro lado, puede no ser necesario considerar índices de crecimiento en la población rural debido a intensos procesos de migración hacia los centros urbanos, lo cual sólo parcialmente sería atenuado con la disponibilidad de energía eléctrica.

## 1.5.- Ejemplo

### Consumo domiciliario

Teniendo en cuenta el consumo típico de algunos artefactos y definiendo el equipamiento de una vivienda típica, se puede tener una idea de la cantidad de viviendas que el aprovechamiento abastecería con energía eléctrica. En las siguientes tablas se exponen los valores considerados

<b>Potencia de artefactos y equipos eléctricos más usuales</b>	
<i>Elemento</i>	<i>Potencia (W)</i>
Lampara incandescente	100
Lampara bajo consumo	20
Radio	10
Heladera	270
Computadora	200
Ventilador	50

Plancha	1000
Lavarropas semiautomatico	500
Televisor 20"	100

Artefactos eléctricos	Potencia eléctrica		Cantidad de artefactos	Horas de consumo diarios	Días de consumo en un mes	Consumo mensual (kWh)
	Watts	kW				
Lampara bajo consumo	20	0.02	6	5	30	18.00
Radio	10	0.01	1	6	30	1.80
Plancha	1000	1	1	1	4	4.00
Heladera	270	0.27	1	8	30	64.80
Televisor 20"	100	0.1	1	4	30	12.00
<b>Total consumo mensual (kWh)</b>						<b>100.60</b>

Para obtener el valor de la demanda total de consumo domiciliario, se debe multiplicar el valor estimado de demanda unitaria por el número de usuarios proyectados y por un factor menor a uno que considera la no simultaneidad de las demandas colectivas. Un valor de 0.80 para el factor de simultaneidad es razonable para una primera aproximación en el cálculo de la demanda.

Considerando que el aprovechamiento abastecería a un número hipotético de 10 usuarios, la demanda de este grupo seria de:

$$\text{Demanda} = 0.80 \cdot 10 \cdot 106.6 \text{ kWh}$$

$$\text{Demanda} = 804.80 \text{ kWh}$$

### Consumo alumbrado publico

Como definición de alumbrado público, se puede adoptar la siguiente "servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación...". Para poder cubrir con este servicio de manera efectiva y

confiable en la localidad de Lutti, adecuándose a las posibilidades de generación de una micro central hidroeléctrica, las lámparas más adecuadas son:

- **Sodio:** es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio. El tiempo de vida de estas lámparas es muy largo, ya que está por encima de las 24000 horas
- **LED:** se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta usos viales. Presentando ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético y su mayor vida útil, pero poseen un elevado costo inicial

Se propone dotar de alumbrado a la calle de acceso de a Lutti, es decir, una longitud de aproximadamente 500 m. La iluminación contara con las siguientes características:

Altura postes: 6-7 m.

Distribución: unilateral

Separación: 35 m.

Lámparas: Vapor sodio 150 w o LED 70 w

Cantidad de puntos de iluminación: 15

Para el cálculo de la energía demandada para abastecer al sistema de iluminación, se supone un tiempo de funcionamiento de 8 hs

	<b>Sodio</b>	<b>LED</b>
--	--------------	------------



Nº lámparas	15	
Potencia	150 W	70 W
Horas de funcionamiento	8	
Días	30	
Potencia total consumida	18 kW	8.4 kW
Energía total (mensual)	540 kWh	252 kWh

El ahorro energético al seleccionar lámparas LED es significativo, pero debe considerarse que requieren mayor inversión y el tiempo de amortización de la misma puede ser extenso.

Sin distinción del tipo de lámpara a usar, es necesario considerar la ubicación de los puntos de iluminación buscando una distribución que garantice iluminar la mayor zona posible, realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a las lámparas y elementos de conexiones, prever el uso de sistema de apagado automático para fomentar el ahorro energético durante las horas diurnas, etc.

Se considera como caso más desfavorable aquel donde el consumo resulta mayor, por lo tanto se selecciona a las lámparas de vapor de sodio para iluminación pública.

### Consumo Total

La energía necesaria para atender a la demanda de este proyecto se obtiene de sumar al consumo domiciliario el consumo del alumbrado público, considerando además las pérdidas en la conversión y transmisión de la energía, pérdidas que se pueden aproximar al 10%

Consumo total = 1.10. (949.5 kWh + 540 kWh)

Consumo total = 1638.4 kWh

A partir del consumo total requerido, se obtiene la potencia requerida para el sistema diseñado, aplicando el factor de carga que en aprovechamientos eléctricos rurales oscila entre el 20% y el 40%.

Capacidad Total Requerida = 0.40. 1638.4 kWh

Capacidad Total Requerida = 655.4 kWh

La potencia bruta generada por la turbina es de aproximadamente 10.80 kW, considerando las pérdidas en el sistema, y como primera aproximación, la potencia generada se toma como el 50% de la bruta, es decir, que la potencia generada rondará los 5.40 kW. Operando la turbina durante 8 horas diarias a lo largo de un mes, la energía mensual será:

Generación = 5.40 kW. 8 hs. 30 = 1296 kWh

Del valor estimado de consumo mensual, se puede decir que la micro central hidroeléctrica propuesta podría cubrir los requerimientos energéticos de 12 viviendas con equipamiento básico.