

ECUACIONES PREDICTIVAS GASTO ENERGÉTICO TOTAL



EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIO
Semana 12

Lic. Nut. Liliana Garza Lozano



Fórmula Harris-Benedict

Recomendaciones

Usar sólo para estimar el gasto en reposo de adultos con peso normal.

Mujer: kcal/día

$$655 + 9.56 (\text{peso en kg}) + 1.85 (\text{estatura en cm}) - 4.68 (\text{edad en años})$$

Hombre: kcal/día

$$66.5 + 13.75 (\text{peso en kg}) + 5.0 (\text{estatura en cm}) - 6.79 (\text{edad en años})$$

Ejemplo: Mariana es una mujer de 30 años de edad con un peso de 62 kg y estatura de 166 cm con ocupación de secretaria bilingüe, quien no realiza ejercicio físico de manera habitual.

Su requerimiento basal de energía de acuerdo con la fórmula de Harris-Benedict es:

$$655 + 9.56 (62) + 1.85 (166) - 4.68 (30) = 1\,414.42 \text{ kcal/24 horas}$$

Si se divide la energía basal requerida por Mariana, entre su peso actual, se obtiene la energía basal por kg de peso:

$$1\,414.42 \text{ kcal/62 kg} = 22.81 \text{ kcal basales/kg de peso}$$

Actividad	Adicional sobre GEB	Categoría de actividad
Muy sedentaria	30%	Actividades en posición sentada y de pie, sedentaria, p. ej., pintar, manejar, planchar, cocinar, trabajo en oficina
Sedentaria	50%	Actividades de pie, en ambiente cerrado y templado a la intemperie sin mayor desgaste, p. ej., realizar una caminata moderada, trabajos en restaurante, golf, tenis de mesa, cuidado de niños
Moderada	75%	Actividades al aire libre con bastante desgaste, p. ej., caminata intensa, llevar una carga, ciclismo, esquiar, tenis, bailar
Activa	100%	Actividades a la intemperie, con intenso desgaste, p. ej., caminatas en pendiente hacia arriba, básquetbol, fútbol

Para obtener el gasto energético total, se emplean las siguientes categorías de actividad física:

Gasto energético total (kcal/día) = gasto energético basal + factor de actividad física

En el **ejemplo** anterior, Mariana se clasifica en la categoría de actividad física muy sedentaria, al ser secretaria y no realizar actividad deportiva, por lo que se emplea un factor de actividad de 30%, el cual se suma a su gasto energético basal:

$$\begin{array}{rcl} \text{Gasto energético basal} & = & 1\,414.42 \text{ kcal} - 100\% \\ X & - & 30\% \end{array} \quad X = 424.33 \text{ kcal}$$

$$\text{Gasto energético basal} + \text{actividad física} = 1414.42 + 424.33 = 1838.75$$

Se obtendría el mismo resultado si se convierten los valores de porcentajes a decimales, en donde 100% se convierte en 1 y 30% en 0.3; como ambos valores se tienen que sumar para obtener el gasto energético total (100% + 30% = 130%), entonces se multiplica el gasto basal por 1.3.

$$\text{Gasto energético basal} = 1\,414.42 \times 1.3 = 1\,838.75 \text{ kcal/día}$$

$$\text{Si se divide su gasto energético total entre su peso: } 1\,838.75/62 = 29.66 \text{ kcal/kg}$$

La **ecuación de Harris–Benedict** fue desarrollada en **1919** por J.A. Harris y F.G. Benedict.

✓ Para su elaboración estudiaron **239** sujetos:

136 hombres (edad 27 años \pm 9, peso 64 \pm 10 kg)

103 mujeres (edad 31 años \pm 14, peso 56.5 \pm 11.5 kg).

✓ Se desarrollaron a partir del análisis de regresión entre el gasto energético en reposo medido por calorimetría, el peso, talla y edad, de donde surgen dos ecuaciones empíricas que permiten estimar el metabolismo basal en el hombre y la mujer.

✓ En su creación, la ecuación ha sido **tabulada** para valores de **peso de 25 a 125 kg**, para **estaturas de 151 a 200 cm** y para **edades de 21 a 70 años**.

✓ El peso debe medirse en kg, la talla en cm y la edad en años cumplidos.

✓ Para calcular necesidades energéticas totales **se debe agregar el gasto por actividad**.

✓ *La ecuación sobreestima de un 7 a 24% el RMB, especialmente en mujeres jóvenes, aun así, se considera la fórmula más conocida y ampliamente utilizada a nivel mundial.*

Ecuación de Schofield (1985)

Nivel de actividad	Promedio para mujeres	Rango
Reposo en cama	1.2	1.1 a 1.3
Muy sedentario	1.3	1.2 a 1.4
Sedentario/ mantenimiento	1.4	1.3 a 1.5
Ligera	1.5	1.4 a 1.6
Ligera a moderada	1.6	1.5 a 1.7
Moderada	1.7	1.6 a 1.8
Intensa	1.8	1.7 a 1.9
Muy intensa	2	1.8 a 2.2

Edad (años)	N	mJ/día	Error estándar	kcal/día	Error estándar
Hombres					
< 3	162	TMB = 0.049 kg + 0.127	0.292	TMB = 59.512 kg + 30.4	70
3 a 10	338	TMB = 0.095 kg + 2.211	0.280	TMB = 22.706 kg + 504.3	67
10 a 18	734	TMB = 0.074 kg + 2.754	0.441	TMB = 17.686 kg + 658.2	105
18 a 30	2 879	TMB = 0.063 kg + 2.896	0.641	TMB = 15.057 kg + 692.2	153
30 a 60	646	TMB = 0.048 kg + 3.653	0.700	TMB = 11.472 kg + 873.1	167
> 60	50	TMB = 0.049 kg + 2.459	0.686	TMB = 11.711 kg + 587.7	164
Mujeres					
< 3	137	TMB = 0.244 kg + 0.130	0.246	TMB = 58.317 kg + 31.1	59
3 a 10	413	TMB = 0.085 kg + 2.033	0.292	TMB = 20.315 kg + 485.9	70
10 a 18	575	TMB = 0.056 kg + 2.898	0.466	TMB = 13.384 kg + 692.6	111
18 a 30	829	TMB = 0.062 kg + 2.036	0.497	TMB = 14.818 kg + 486.6	119
30 a 60	372	TMB = 0.034 kg + 3.538	0.465	TMB = 8.126 kg + 845.6	111
> 60	38	TMB = 0.038 kg + 2.755	0.451	TMB = 9.082 kg + 658.5	108
< 3	137	TMB = 0.244 kg + 0.130	0.246	TMB = 58.317 kg + 31.1	59

Para la conversión se considera 1 mJ = 239 kilocalorías

1 000 kJ / 4.1868 = 238.8 kilocalorías

La **ecuación de Schofield** desarrollado para **estimar el requerimiento de energía a partir de cálculos del gasto energético en adultos y niños de 10 a 18 años**

- Para el cálculo del metabolismo basal es necesario conocer el peso de la persona
- Determinar el nivel aproximado de actividad (expresado como múltiplo del índice metabólico basal [IMB]) del grupo o individuo a partir de estimaciones de la cantidad de tiempo dedicado a diferentes actividades.
- Agregar el requerimiento energético adicional por crecimiento.
- Al final, se determina el nivel aproximado de actividad (expresado como múltiplo del nivel de actividad física) del grupo o individuo a partir de las estimaciones de la cantidad de tiempo dedicado a distintas actividades.

Ejemplo: para una mujer de 20 a 25 años de edad, con peso de 57 kg y tasa metabólica basal de 5.60 mJ/día (1 338 kcal/día), el requerimiento de energía alimentaria se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\text{GER} &= 1.76 \times 5.60 = 9.86 \text{ mJ} \\ &= 2\,365 \text{ kcal} \\ &= 173 \text{ kJ/kg peso/día} \\ &= 41 \text{ kcal/kg peso/día}\end{aligned}$$

Luego se agrega el requerimiento energético adicional por crecimiento (para la conversión se considera 4.184 kJ = 1 kcal):

10 a 14 años = 8 kJ/kg de peso
15 años = 4 kJ/kg
16 a 18 años = 2 kJ/kg

Fórmula de Owen

Tasa metabólica basal

Mujeres activas: $50.4 + 21.1 \times \text{peso en kg}$

Mujeres inactivas: $795 + 7.18 \times \text{peso en kg}$

Tasa metabólica en reposo

Hombres: $879 + 10.2 (\text{peso en kg})$

Hombres: $290 + 22.3 (\text{masa libre de grasa por densitometría en kg})$



Esta ecuación subestima con más frecuencia.

Recomendaciones

Puede utilizarse pero con cautela, para estimar el gasto en reposo de adultos tanto con peso normal como con sobrepeso y obesidad.

Para obtener el valor del gasto energético total se agrega el porcentaje estimado de actividad física:

Actividad	Adicional sobre GEB	Categoría de actividad
Muy sedentaria	30%	Actividades en posición sentada y de pie, sedentaria, p.ej., pintar, manejar, planchar, cocinar, trabajo de oficina
Sedentaria	50%	Actividades de pie, en ambiente cerrado y templado a la intemperie sin mayor desgaste, p.ej., caminata moderada, trabajos en restaurante, golf, tenis de mesa, cuidado de niños
Moderada	75%	Actividades al aire libre con bastante desgaste, p.ej., caminata intensa, llevar una carga, ciclismo, esquiar, tenis, bailar
Activa	100%	Actividades a la intemperie, con intenso desgaste, p.ej., caminatas en pendiente hacia arriba, básquetbol, fútbol

La **fórmula de Owen** fue presentada en 1986

- Se estudiaron 44 mujeres delgadas y obesas, inactivas y activas (las últimas eran ocho atletas).
- Edades de 18 a 65 años y peso entre 43 a 143 kg (con peso estable al menos durante un mes).
- Se midió el gasto energético mediante calorimetría indirecta y se determinó la composición corporal.
- Mediante un análisis de regresión múltiple se determinó cuál o cuáles variables, resultaban mejores para predecir la tasa de gasto metabólico en mujeres y surgieron dos ecuaciones: una para las activas y otra para las inactivas.
- La única variable necesaria para utilizar la fórmula es conocer el peso corporal y calcular la tasa de metabolismo basal.
- En el caso de los hombres, se estudiaron 60 varones delgados y obesos con edades entre 18 y 82 años, con peso entre 60 y 171 kg. Se elaboraron ecuaciones de regresión basadas en el peso y en la masa libre de grasa.

Fórmula de Mifflin-St. Jeor

Para adultos de 19 a 78 años de edad:

Mujeres:

$$10 (\text{peso en kg}) + 6.25 (\text{estatura en cm}) - 5 (\text{edad en años}) - 161$$

Hombres:

$$10 (\text{peso en kg}) + 6.25 (\text{estatura en cm}) - 5 (\text{edad en años}) + 5$$



Esta ecuación presenta la mejor capacidad predictiva cuando es comparada contra las ecuaciones de Harris-Benedict, las de la FAO/OMS¹⁰ y las de Owen;^{11,12} esto es tanto en sujetos con peso normal como en sujetos con sobrepeso u obesidad.⁸

Recomendaciones

Es la ecuación de elección en pacientes adultos con sobrepeso u obesidad.

Actividad	Adicional sobre	Categoría de actividad GEB
Muy sedentaria	30%	Actividades en posición sentada y de pie, sedentaria, p. ej., pintar, manejar, planchar, cocinar, trabajo de oficina
Sedentaria	50%	Actividades de pie, en ambiente cerrado y templado a la intemperie sin mayor desgaste, p. ej., caminata moderada, trabajos en restaurante, golf, tenis de mesa, cuidado de niños
Moderada	75%	Actividades al aire libre con bastante desgaste, p. ej., caminata intensa, llevar una carga, ciclismo, esquiar, tenis, bailar
Activa	100%	Actividades a la intemperie, con intenso desgaste, p. ej., caminatas en pendiente hacia arriba, básquetbol, fútbol

La **ecuación de Mifflin-St. Jeor** fue presentada en 1990

- Se obtuvo al utilizar una muestra de 498 personas: 247 hombres y 251 mujeres.
- **Su objetivo fue corregir la sobre estimación de la ecuación de Harris-Benedict.**
- Abarcó personas de 19 a 78 años de edad, 264 con peso normal y 234 obesas.
- El gasto energético en reposo se midió por calorimetría indirecta y las fórmulas se obtuvieron a partir de un análisis de regresión múltiple.
- Posee variabilidad de hasta 30% entre individuos de similares características.
- Calcula la tasa metabólica en reposo, por lo que es necesario agregar la energía de la actividad para obtener el valor del gasto energético total (GET).
- Esta fórmula también considera cuatro variables para establecer el gasto energético basal de adultos.

Ejemplo:
edad:

Mariana de 62 kg, estatura de 166 cm y 30 años de

$$\text{Gasto energético basal} = (10 \times 62) + (6.25 \times 166) - (5 \times 30) - 161 = 1\,346.5 \text{ kcal/24 horas}$$

Si se divide la energía basal requerida por Mariana entre su peso actual, se obtiene la energía por kg de peso:

$$1\,346.5 \text{ kcal}/62 = 21.72 \text{ kcal/kg}$$

Para obtener el gasto energético total, es necesario sumar la categoría de actividad correspondiente:

$$\text{Gasto energético total} = \text{GEB} + \text{actividad física (30\% o 0.3)}$$

$$1\,346.5 \text{ kcal} \times 1.3 = 1\,750.45 \text{ kcal}$$

Fórmula FAO/OMS simplificada

Intervalo de edad	Hombres	Mujeres
0 a 3	$60.9 P - 54$	$61.0 P - 51$
3 a 10	$60.9 P - 54$	$61.0 P - 51$
10 a 18	$17.5 P + 651$	$12.2 P + 74$
18 a 30	$15.3 P + 679$	$14.7 P + 496$
30 a 60	$11.6 P + 879$	$12.7 P + 829$
> 60	$13.5 P + 487$	$10.5 P + 596$

P = peso en kg



Recomendaciones

Es la ecuación de elección en sujetos de 0 a 18 años de edad.

Factores para estimar las necesidades energéticas diarias totales en diversos niveles de actividad general para hombres y mujeres (de 19 a 50 años)

Nivel general de actividad	Factor de actividad (x GER)
Muy leve	
Hombres	1.3
Mujeres	1.3
Leve	
Hombres	1.6
Mujeres	1.5
Moderado	
Hombres	1.7
Mujeres	1.6
Intenso	
Hombres	2.1
Mujeres	1.9
Excepcional	
Hombres	2.4
Mujeres	2.2

Fuente: Food and Nutrition Board, National Research Council. Recommended Dietary Allowances. 1989.

*En este método ya está incluido el ETA.

Actividades relacionadas con cada nivel de actividad:

- Actividad muy leve: Actividades en posición sentada y de pie: pintar, manejar, trabajo de laboratorio, computación, coser, planchar, cocinar, jugar cartas, tocar un instrumento musical.
- Actividad leve: Caminar, trabajos eléctricos, trabajo en restaurante, limpieza de casa, cuidado de los niños, golf, tenis de mesa.
- Actividad moderada: Caminar vigorosamente, cortar el pasto, bailar, ciclismo en superficie plana, esquiar, tenis, llevar una carga.
- Actividad intensa: Caminar con carga con pendiente hacia arriba, tala de árboles, excavación manual intensa, básquetbol, escalar, fútbol, correr, natación, ciclismo con pendiente, aerobics.
- Excepcional: Atletas de alto rendimiento.

Actividad	Factores de ajuste Mujeres	Factores de ajuste Hombres	Descripción de la actividad
Sedentaria	1.2	1.2	No realiza actividad física
Liviana	1.56	1.55	Tres horas semanales de actividad física
Moderada	1.64	1.78	Seis horas semanales de actividad física
Intensa	1.82	2.10	4 a 5 horas diarias de actividad física

FAO-OMS-UNU

La **fórmula FAO/OMS** fue desarrollada en 1985, 2004

- **Toma en cuenta edad y sexo, pero no la talla**, ya que se considera que este indicador no tiene un valor predictivo al aplicarse en comunidades o poblaciones.
- Los resultados se estiman en gasto energético en reposo.
- **Se agrega un porcentaje en función del nivel de actividad de la persona, sin hacer el cálculo detallado de cada trabajo.**
- A esa necesidad diaria de energía también se conoce como nivel de actividad física (NAF).
- Las necesidades diarias de energía o NAF de niños y adolescentes fueron estimadas a partir de las actividades habituales, el tiempo dedicado a ellas y el esfuerzo físico que requieren.
- Para ello se analizaron alrededor de 80 estudios. La información provista por 42 de éstos involucraron alrededor de 4 000 varones y mujeres de 5 a 19 años de edad en países industrializados y 2 400 en sociedades urbanas o rurales con distintos grados de desarrollo y modernización.

Ejemplo del cálculo del GET:

Se necesita hacer una dieta para una mujer de 20 años, cuyo peso es de 55 kg y su estatura es de 1.62 m, por lo tanto, su IMC es de 21, lo que se considera adecuado. Su ocupación es ser estudiante, sus actividades diarias son: Camina alrededor de 20 minutos para ir a la Universidad, donde asiste a sus clases, tiene trabajo de laboratorio y utiliza la computadora. Por las tardes, de regreso camina otros 20 minutos a su casa, donde estudia y ve la televisión.

Datos:

Sexo: femenino; edad: 20 años; peso: 55 kg; estatura: 1.62 m; IMC: 21; Nivel de actividad: leve.

Gasto energético en reposo (GER):

$$\begin{aligned}\text{GER} &= 14.7 \times \text{kg} + 496 \\ &= 14.7 \times 55 + 496 \\ &= 1304 \text{ kcal}\end{aligned}$$

GER X actividad física:

$$\begin{aligned}\text{GER x factor de actividad física leve} \\ 1304 \times 1.5 &= 1956 \text{ kcal}\end{aligned}$$

$$\text{Gasto energético total (GET)} = 1950 \text{ kcal/día}$$

Fórmula de Valencia 2008

- Específicas para la población mexicana.
- Obtenidas de 393 mediciones de gasto energético basal y peso corporal en mexicanos de áreas urbanas y rurales.
- Los sujetos incluidos realizaban diferentes tipos de actividad laboral y física.
- ★ • Se recomienda emplear esta fórmula para calcular el gasto de energía basal en sujetos mexicanos.

Hombres	GEB (kcal/día)
18 a 30 años	$13.37 \text{ kg} + 747$
30 a 60 años	$13.08 \text{ kg} + 693$
Más de 60 años	$14.21 \text{ kg} + 429$
Mujeres	
18 a 30 años	$11.02 \text{ kg} + 679$
30 a 60 años	$10.92 \text{ kg} + 677$
Más de 60 años	$10.98 \text{ kg} + 520$

- Agregar factor de actividad física.

Fórmula IOM

- Para varones:

$$\text{GET (kcal/día)} = 662 - [9.53 \cdot \text{edad}] + \{\text{PAC} \cdot [(15.91 \cdot \text{peso}) + (539.6 \cdot \text{talla})]\}$$

- Para mujeres:

$$\text{GET (kcal/día)} = 354 - [6.91 \cdot \text{edad}] + \{\text{PAC} \cdot [(9.36 \cdot \text{peso}) + (726 \cdot \text{talla})]\}$$

El PAC es equivalente al PAL,



coeficiente de actividad física

● Cuadro 6-13. Equivalencias entre el PAL y el PAC (IOM).¹

Categoría	Rango de PAL	PAC	
		Varones	Mujeres
Sedentario	≥ 1.0 y < 1.4	1.00	1.00
Poco activo	≥ 1.4 y < 1.6	1.11	1.12
Activo	≥ 1.6 y < 1.9	1.25	1.27
Muy activo	≥ 1.9 y < 2.5	1.48	1.45

Cuadro 1-5. Gasto energético estimado (GEE).

Edad	Percentil peso/estatura	IMC	Gasto energético estimado
0 a 3 meses	3 a 97		$(89 \times \text{peso en kg}) - 100 + 175$
4 a 6	3 a 97		$(89 \times \text{peso en kg}) - 100 + 56$
7 a 12	3 a 97		$(89 \times \text{peso en kg}) - 100 + 22$
13 a 35	3 a 97		$(89 \times \text{peso en kg}) - 100 + 20$
Hombres			
3 a 8 años	5 a 85		$88.5 - (61.9 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (26.7 \times \text{peso en kg} + 903 \times \text{estatura en m}) + 20$
9 a 18			$88.5 - (61.9 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (26.7 \times \text{peso en kg} + 903 \times \text{estatura en m}) + 25$
3 a 18	5 a 85		$114 - (50.9 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (19.5 \times \text{peso en kg} + 1161.4 \times \text{estatura en m})$
> 19		18.5 a 25	$662 - (9.53 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (15.91 \times \text{peso en kg} + 539.6 \times \text{estatura en m})$
> 19	> 85	> 25.1	$1\,086 - (10.1 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (13.7 \times \text{peso en kg} + 416 \times \text{estatura en m})$
Mujeres			
3 a 8 años	5 a 85		$135.3 - (30.8 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (10 \times \text{peso en kg} + 934 \times \text{estatura en m}) + 20$
9 a 18	5 a 85		$135.3 - (30.8 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (10 \times \text{peso en kg} + 934 \times \text{estatura en m}) + 25$
> 19		18.5 a 25	$354 - (6.91 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (9.36 \times \text{peso en kg} + 726 \times \text{estatura en m})$
> 19		> 25.1	$448 - (7.95 \times \text{edad en años}) + \text{AF} \times (11.4 \times \text{peso en kg} + 619 \times \text{estatura en m})$
14 a 18	Embarazo	2º trimestre	GEE adolescente + 160 + 180
14 a 18	Embarazo	3º trimestre	GEE adolescente + 272 + 180
19 a 50	Embarazo	2º trimestre	GEE adulto + 160 + 180
19 a 50	Embarazo	3º trimestre	GEE adulto + 272 + 180
14 a 18	Lactancia	6 meses	GEE adolescente + 500 - 170
14 a 18	Lactancia	6 a 12 meses	GEE adolescente + 400
19 a 50	Lactancia	6 meses	GEE adulto + 500 - 170
19 a 50	Lactancia	6 a 12 meses	GEE adulto + 400

Abreviaturas: AF, actividad física; 1.0 = sedentario; 1.11 = moderado; 1.25 = activo; 1.48 muy activo.

Institute of Medicine. Food and Nutrition Board: Dietary reference intake for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acid, (cholesterol, protein & amino acids, Washington DC, 2002, The National Academies Press, www.nap.edu

Cuadro 1-6. Nivel de actividad física.

Categoría de actividad	Valor AF	Equivalencia en caminata km/día a una velocidad de 4.8 a 6.4 km/h	Proporción en % del GEB en el cálculo clásico
Sedentaria	1 a 1.39		10%
Moderada	1.4 a 1.59	3.52 km	20%
Activa	1.6 a 1.89	7.04 km para AF = 1.60 15.7 km para AF = 1.89	30%
Muy activa	1.9 a 2.5	16.96 km para AF = 1.9 27.50 km para AF = 2.2 37.90 km para AF = 2.5	40%

Abreviaturas: GEB, gasto energético basal.

Referencias

- Suveza, A. & Haua, K.(2010). *El ABCD de la Evaluación del Estado Nutrición* (1 ed.) Mc Graw-Hill.
- Ascencio Claudia (2017). *Elementos fundamentales en el cálculo de las dietas* (2ª ed.) Manual Moderno.
- Pérez-Lizaur, A, et.al (2014). *Dietas normales y terapéuticas* (6ª ed.) Mc Graw-Hill