

## FUNCTION TÉRMICA

**José Luis Britos**

Hablar de funcionamiento o funciones de un edificio nos remite a considerar las respuestas que este da a las solicitudes del entorno.

Consideramos, además, las funciones básicas que originaron la **ARQUITECTURA : ABRIGO**

1. Las condiciones del medio natural, no son las apropiadas para el desarrollo de la sociedad humana, ni aun en las condiciones más primarias de organización.

2. Desde su existencia el hombre busca la materialización de un medio diferenciado, el medio cultural, donde las variables del entorno sean favorables a su supervivencia.

3. La **producción de un abrigo**, avanzó desde un proceso de resignificación de ámbitos producidos por la naturaleza, la caverna, hasta las actuales torres. Los objetos son muy diferenciados, pero la razón la misma.

4. Una de las variables ambientales que se trata de modificar para asegurar la calidad requerida es, ha sido y parece ser , los niveles de energía térmica del aire interior. (en lenguaje actual una de las condiciones de la mentada "indoor air quality")

5. Cuando las sociedades produjeron estos "abrigos", los edificios, por su dimensión se transformaron en los productos de mayor importancia física de la cultura. A la **FUNCTION ORIGINAL DE ABRIGO** (en el amplio sentido del término, incluía también evitar que te comieran los leones durante el sueño), se agregó la **FUNCTION SEMIOLÓGICA** , e incorporó a los edificios al sistema de signos que organiza una cultura. Pero en el devenir de la historia, con la crisis que se produjo a partir de la posibilidad de la extinción de los recursos naturales no renovables, sobre todo el petróleo, y también el carbón y sobre todo al evaluar las consecuencias de la contaminación del medio ambiente por el uso indiscriminado y creciente de estas nuevas formas de energía, el mundo (al menos el desarrollado) buscó a los responsables, para exigirles un mejor uso de la escasa energía y de la alta contaminación.

Apareció el principal responsable: la **producción de los materiales de construcción + la construcción de los edificios + el funcionamiento de los edificios** , era el demandante del 50 al 60 % de toda la energía consumida por los países , por tanto también el principal responsable de la contaminación ambiental. En esta situación se funda la aparición de nuevos enfoques teóricos que se concentraron en la **DEMANDA DE ENERGÍA (DE)** , en la eficacia de las instalaciones térmicas, y sobre todo en **EL DISEÑO DEL FUNCIONAMIENTO TÉRMICO DE LA CAJA ARQUITECTÓNICA** .

Recordemos ahora el objeto de estudio de Construcciones 1: un **EDIFICIO DE BAJA COMPLEJIDAD CON TECNOLOGÍAS Y MATERIALES HABITUALES** y que en su desarrollo se pide que se garantice para el usuario la **HABITABILIDAD** , considerada como la satisfacción de los **REQUERIMIENTOS DE CONFORT , SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN** . Entre los factores **QUE DETERMINAN el CONFORT** revisten de gran importancia los **FUNCIONAMIENTO TÉRMICO E HIGROTÉRMICO** .

La **SENSACIÓN DE CONFORT DEPENDE DE MUCHOS FACTORES**, ALGUNOS DE ELLOS CON ALTO GRADO DE SUBJETIVIDAD:

- DIMENSIONES DE UN AMBIENTE
- FUNCIONALIDAD
- COLOR
- LUMINOSIDAD
- RUIDOS
- EQUIPAMIENTO

Todos ellos considerables, pero de alto grado de singularidad para cada proyecto.

El **CONFORT HIGROTÉRMICO** considera, en cambio, la capacidad del Hombre para reaccionar ante los cambios climáticos, reacciones que le hacen consumir energía metabólica.

La sensación de confort surge de la generación de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando gastos de energía, denominada **TERMOREGULACIÓN NATURAL** , en oposición al abrigo que es un fenómeno de **TERMOREGULACIÓN ARTIFICIAL** .

Consideremos que nuestro organismo es muy sensible a los aumentos o descensos de la **TEMPERATURA CORPORAL**.

La temperatura normal es de 37°C. Cuando enfermamos se eleva hasta los 41°C o 42°C ( **HIPERTERMIA** ) donde se hace peligrosa. Toleramos aún menos un descenso de temperatura y a los 35°C ( **HIPOTERMIA** ) comenzamos a sentir somnolencia hasta caer en un profundo letargo.

Sentados en una habitación con ropas livianas y realizando una actividad ligera, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 18°C y 26°C.

Nuestro cuerpo también es muy sensible a los cambios de radiación. Si la temperatura es inferior a los 18°C pero "hay buen sol", sentimos que nuestro confort aumenta.

Debemos recordar que nuestro cuerpo produce calor y lo intercambia con el ambiente. Este flujo permanente de energía se llama **METABOLISMO ENERGÉTICO** y varía según el nivel de actividad de las personas, según la edad, el sexo y el estado psicológico.

# FUNCIÓN TÉRMICA

José Luis Britos Hablar de

funcionamiento o funciones de un edificio nos remite a considerar las respuestas que este da a las solicitudes del entorno. Consideramos, además, las funciones básicas que originaron la ARQUITECTURA : ABRIGO 1. Las condiciones del medio natural, no son las apropiadas para el desarrollo de la sociedad humana, ni aun en las condiciones más primarias de organización. 2. Desde su existencia el hombre busca la materialización de un medio diferenciado, el medio cultural, donde las variables del entorno sean favorables a su supervivencia. 3. La producción de un abrigo , avanzó desde un proceso de resignificación de ámbitos producidos por la naturaleza, la caverna, hasta las actuales torres. Los objetos son muy diferenciados, pero la razón la misma. 4. Una de las variables ambientales que se trata de modificar para asegurar la calidad requerida es, ha sido y parece será , los niveles de energía térmica del aire interior. (en lenguaje actual una de las condiciones de la mentada "indoor air quality") 5. Cuando las sociedades produjeron estos "abrigos", los edificios, por su dimensión se transformaron en los productos de mayor importancia física de la cultura. A la FUNCIÓN ORIGINAL DE ABRIGO (en el amplio sentido del término, incluía también evitar que te comieran los leones durante el sueño), se agregó la FUNCIÓN SEMIOLÓGICA , e incorporó a los edificios al sistema de signos que organiza una cultura. Pero en el devenir de la historia, con la crisis que se produjo a partir de la posibilidad de la extinción de los recursos naturales no renovables, sobre todo el petróleo, y también el carbón y sobre todo al evaluar las consecuencias de la contaminación del medio ambiente por el uso indiscriminado y creciente de estas nuevas formas de energía, el mundo (al menos el desarrollado) buscó a los responsables, para exigirles un mejor uso de la escasa energía y de la alta contaminación. Apareció el principal responsable: la producción de los materiales de construcción + la construcción de los edificios + el funcionamiento de los edificios , era el demandante del 50 al 60 % de toda la energía consumida por los países , por tanto también el principal responsable de la contaminación ambiental. En esta situación se funda la aparición de nuevos enfoques teóricos que se concentraron en la DEMANDA DE ENERGÍA (DE) , en la eficacia de las instalaciones térmicas, y sobre todo en EL DISEÑO DEL FUNCIONAMIENTO TÉRMICO DE LA CAJA ARQUITECTÓNICA . Recordemos ahora el objeto de estudio de Construcciones 1: un EDIFICIO DE BAJA COMPLEJIDAD CON TECNOLOGÍAS Y MATERIALES HABITUALES y que en su desarrollo se pide que se garantice para el usuario la HABITABILIDAD , considerada como la satisfacción de los REQUERIMIENTOS DE CONFORT , SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN . Entre las factores QUE DETERMINAN el CONFORT revisten de gran importancia los FUNCIONAMIENTO TÉRMICO E HIGROTÉRMICO . La SENSACIÓN DE CONFORT DEPENDE DE MUCHOS FACTORES, ALGUNOS DE ELLOS CON ALTO GRADO DE SUBJETIVIDAD:

- DIMENSIONES DE UN AMBIENTE
- FUNCIONALIDAD
- COLOR
- LUMINOSIDAD
- RUIDOS
- EQUIPAMIENTO

Todos ellos considerables, pero de alto grado de singularidad para cada proyecto. El CONFORT HIGROTÉRMICO considera, en cambio, la capacidad del Hombre para reaccionar ante los cambios climáticos, reacciones que le hacen consumir energía metabólica. La sensación de confort surge de la generación de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando gastos de energía, denominada TERMOREGULACIÓN NATURAL , en oposición al abrigo que es un fenómeno de TERMOREGULACIÓN ARTIFICIAL . Consideremos que nuestro organismo es muy sensible a los aumentos o descensos de la TEMPERATURA CORPORAL. La temperatura normal es de 37oC. Cuando enfermamos se eleva hasta los 41oC o 42oC ( HIPERTERMIA ) donde se hace peligrosa. Toleramos aún menos un descenso de temperatura y a los 35oC ( HIPOTERMIA ) comenzamos a sentir somnolencia hasta caer en un profundo letargo. Sentados en una habitación con ropas livianas y realizando una actividad ligera, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 18oC y 26oC. Nuestro cuerpo también es muy sensible a los cambios de radiación. Si la temperatura es inferior a los 18oC pero "hay buen sol", sentimos que nuestro confort aumenta.

Debemos recordar que nuestro cuerpo produce calor y lo intercambia con el ambiente. Este flujo permanente de energía se llama **METABOLISMO ENERGÉTICO** y varía según el nivel de actividad de las personas, según la edad, el sexo y el estado psicológico.

Poseemos mecanismos de evacuación del calor residual que son idénticos a los de los edificios:

**CONVECCIÓN** transmisión del calor de la piel al fluido ambiente o viceversa. (La convección se puede ver reforzada por la velocidad del viento)

**CONDUCCIÓN** transmisión de calor entre la superficie del cuerpo y los elementos de contacto (depende de los coeficientes de conductibilidad térmica)

**RADIACIÓN** transmisión de calor a través del medio ambiente

A estas tres formas debemos agregar

**EVAPORACIÓN** transmisión del calor unidireccional del organismo hacia el aire ambiente

La **SENSACIÓN DE CONFORT** no depende únicamente de la temperatura del aire. Para conseguir este bienestar deberemos considerar:

La **RADIACIÓN** de los materiales circundantes y principalmente de las paredes de la envolvente del edificio

La **HUMEDAD RELATIVA** del ambiente (aún cuando nuestra tolerancia es mucho mayor al cambio: entre 30% y 75%) y la **PRESIÓN DE VAPOR DE AGUA**

La **VELOCIDAD DEL AIRE** (impedir o provocar la ventilación natural o forzada, ya que el movimiento de aire afecta el enfriamiento del cuerpo sin disminuir la temperatura, produce sensación refrescante debido a la pérdida de calor por convección y evaporación)

Ahora bien, el conjunto de factores que determinan el clima:

**TEMPERATURAS**

**HUMEDAD**

**VIENTO**

**HELIOFANÍA** (horas efectivas o relativas de sol brillante o directo promedio de cada mes)

**GRADOS DÍA** (suma de las diferencias horarias de la temperatura media del aire exterior inferior a una temperatura base (de confort 18°C por ej.) con respecto a este valor para todos los días del año. han permitido dividir bioclimáticamente al país en regiones (NORMA IRAM 11603)

Desde una zona muy cálida hasta una zona muy fría, pasando por la correspondiente a nuestra costa atlántica bonaerense:

Mar del Plata se ubica en la **ZONA IV : TEMPLADA FRÍA**, más exactamente dentro de la subzona d que considera la franja costera con mayor incidencia del mar.

La presencia de grandes masas de agua generan un efecto amortiguador de las temperaturas debido a la alta inercia térmica de estas masas y al aumento de la presión de vapor atmosférica. Las diferencias de presión que se dan entre el continente y el agua se invierte del día a la noche. Durante el día la tierra aumenta su temperatura más rápidamente que el agua por su menor capacidad térmica generando una menor presión sobre la tierra que favorece la aparición de una corriente de aire desde el agua hacia la costa, denominado brisa marina o costera.

Durante la noche se invierte la situación ya que la tierra se enfriá más rápidamente provocando un aumento en la presión del aire que favorece la aparición de una corriente de aire desde el continente hacia el agua.

En las zonas templadas húmedas puede aprovecharse este tipo de corrientes de aire de baja velocidad para refrescar el interior de los edificios.

Se caracteriza por un período estival no riguroso, temperaturas máximas promedio que no superan los 30°C inviernos fríos, con valores medios entre 4°C y 8°C y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores inferiores a 0°C.

Las presiones de vapor alcanzan en verano sus valores máximos, no superando los valores medios los 1333Pa (10 mm Hg)

Las recomendaciones de diseño son:

**AISLACIÓN TÉRMICA** : se recomienda una muy buena aislación térmica en toda la envolvente, que la relación superficie vidriada - superficie opaca no supere el 15% y se verifique el riesgo de condensación, controlando los puentes térmicos.

**ORIENTACIONES** : Para latitudes superiores a 30° (Mar del Plata se ubica a los 38°) la orientación favorable es la NO - N - NE - E

**VENTILACIÓN** : Deberá controlarse la infiltración en período invernal y favorecer la ventilación cruzada en verano.

Hasta aquí, un estudio cualitativo de la región bioclimática que orienta decisiones proyectuales a tomar. Al momento de cuantificar, partimos de los conocimientos del fenómeno físico de la energía térmica, sus formas de transmisión, el coeficiente de conductibilidad térmica, el cálculo de la transmitancia térmica K, temas que han sido estudiados en Introducción a las Construcciones.

El **COEFICIENTE DE GLOBALIDAD "G"** expresa el comportamiento cuantitativo global de un edificio de acuerdo con sus relaciones de forma, la materialidad de los paramentos en contacto con el exterior y las renovaciones del aire, para condiciones **INVERNALES**.

La fórmula incluye dos variables cuyo funcionamiento mantiene una relación diferenciada con el proceso del **DISEÑO DEL FUNCIONAMIENTO TÉRMICO** del **EDIFICIO**, pero en el Nivel 1 sólo consideramos: el flujo de energía térmica por conducción a través de los paramentos que limitan el edificio con el exterior, que dependerá de la relación de forma **S/V** y la materialidad de las partes **K**. Términos de diseño.<

---

Poseemos mecanismos de evacuación del calor residual que son idénticos a los de los edificios: **CONVECCIÓN** transmisión del calor de la piel al fluido ambiente o viceversa. (La convección se puede ver reforzada por la velocidad

del viento) CONDUCCIÓN transmisión de calor entre la superficie del cuerpo y los elementos de contacto (depende de los coeficientes de conductibilidad térmica) RADIACIÓN transmisión de calor a través del medio ambiente A estas tres formas debemos agregar EVAPORACIÓN transmisión del calor unidireccional del organismo hacia el aire ambiente La SENSACIÓN DE CONFORT no depende únicamente de la temperatura del aire. Para conseguir este bienestar deberemos considerar: La RADIACIÓN de los materiales circundantes y principalmente de las paredes de la envolvente del edificio La HUMEDAD RELATIVA del ambiente (aún cuando nuestra tolerancia es mucho mayor al cambio: entre 30% y 75%) y la PRESIÓN DE VAPOR DE AGUA La VELOCIDAD DEL AIRE (impedir o provocar la ventilación natural o forzada, ya que el movimiento de aire afecta el enfriamiento del cuerpo sin disminuir la temperatura, produce sensación refrescante debido a la pérdida de calor por convección y evaporación) Ahora bien, el conjunto de factores que determinan el clima: TEMPERATURAS HUMEDAD VIENTO HELIOFANÍA (horas efectivas o relativas de sol brillante o directo promedio de cada mes) GRADOS DÍA (suma de las diferencias horarias de la temperatura media del aire exterior inferior a una temperatura base (de confort 18oC por ej.) con respecto a este valor para todos los días del año. han permitido dividir bioclimáticamente al país en regiones (NORMA IRAM 11603) Desde una zona muy cálida hasta una zona muy fría, pasando por la correspondiente a nuestra costa atlántica bonaerense: Mar del Plata se ubica en la ZONA IV : TEMPLADA FRÍA , más exactamente dentro de la subzona d que considera la franja costera con mayor incidencia del mar. La presencia de grandes masas de agua generan un efecto amortiguador de las temperaturas debido a la alta inercia térmica de estas masas y al aumento de la presión de vapor atmosférica. Las diferencias de presión que se dan entre el continente y el agua se invierte del día a la noche. Durante el día la tierra aumenta su temperatura más rápidamente que el agua por su menor capacidad térmica generando una menor presión sobre la tierra que favorece la aparición de una corriente de aire desde el agua hacia la costa, denominado brisa marina o costera. Durante la noche se invierte la situación ya que la tierra se enfriá más rápidamente provocando un aumento en la presión del aire que favorece la aparición de una corriente de aire desde el continente hacia el agua. En las zonas templadas húmedas puede aprovecharse este tipo de corrientes de aire de baja velocidad para refrescar el interior de los edificios. Se caracteriza por un período estival no riguroso, temperaturas máximas promedio que no superan los 30oC inviernos fríos, con valores medios entre 4oC y 8oC y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores inferiores a 0oC. Las presiones de vapor alcanzan en verano sus valores máximos, no superando los valores medios los 1333Pa (10 mm Hg) Las recomendaciones de diseño son: AISLACIÓN TÉRMICA : se recomienda una muy buena aislación térmica en toda la envolvente, que la relación superficie vidriada - superficie opaca no supere el 15% y se verifique el riesgo de condensación, controlando los puentes térmicos. ORIENTACIONES : Para latitudes superiores a 30o (Mar del Plata se ubica a los 38o) la orientación favorable es la NO - N - NE - E VENTILACIÓN : Deberá controlarse la infiltración en período invernal y favorecer la ventilación cruzada en verano. Hasta aquí, un estudio cualitativo de la región bioclimática que orienta decisiones proyectuales a tomar. Al momento de cuantificar, partimos de los conocimientos del fenómeno físico de la energía térmica, sus formas de transmisión, el coeficiente de conductibilidad térmica, el cálculo de la transmitancia térmica K, temas que han sido estudiados en Introducción a las Construcciones. El COEFICIENTE DE GLOBALIDAD "G" expresa el comportamiento cuantitativo global de un edificio de acuerdo con sus relaciones de forma, la materialidad de los paramentos en contacto con el exterior y las renovaciones del aire, para condiciones INVERNALES . La fórmula incluye dos variables cuyo funcionamiento mantiene una relación diferenciada con el proceso del DISEÑO DEL FUNCIONAMIENTO TÉRMICO del EDIFICIO , pero en el Nivel 1 sólo consideramos: el flujo de energía térmica por conducción a través de los paramentos que limitan el edificio con el exterior, que dependerá de la relación de forma S/V y la materialidad de las partes K . Términos de diseño.<

Este parámetro junto con la renovación de aire (que se abordará en Construcciones 2) determinan un requerimiento de energía térmica supletoria, para obtener un nivel térmico diferenciado entre el interior y el exterior. El nivel interior es un tema biológico-cultural, determinado por normas y hábitos. Por lo tanto, nuestra actividad de diseño, forma y materia, actuarán como variables para obtener resultados diversos ante un edificio de similar magnitud y función.

Resumiendo:

Consideramos que la fórmula del G, en la parte correspondiente al flujo térmico por conducción a través de los paramentos es una VARIABLE DE DISEÑO.

Cálculo del G con la fórmula simplificada, sin considerar el caso de locales contiguos, ni la renovación del aire.

$$G = (Km \cdot Sm + Kv \cdot Sv + a \cdot Kp \cdot P \cdot \Delta)/V$$

- El valor del G como determinación del flujo unitario por unidad de volumen a través de la envolvente, actúa como un cuantificador de la calidad de funcionamiento térmico del proyecto. Su valoración (cuanto menor, mejor), es el producto de la forma (Superficie / volumen) por la materialidad (K).
- El Q, flujo térmico a través de la envolvente, obtenido por el producto del valor de G, por el volumen, y por la diferencia térmica.

a. Informa sobre la magnitud del consumo de energía, en un período dado. Los grados / días (diferencia entre la temperatura media del período y el nivel de confort térmico deseado), por el número de horas del período, nos da esa cuantía.

b. Su utilidad es tanto el conocer las consecuencias en la microeconomía (la factura del combustible), y de su impacto ambiental.

En este proceso estamos considerando un conjunto de valores que guían el diseño de la caja, la habitabilidad ambiental del edificio, los costos de energía, y su relación con el diseño y los materiales seleccionados, y también en su dimensión macro: el impacto ambiental de esta demanda.

La inclusión del Gadm es sólo a título orientador de cumplimiento de ciertos parámetros, pero que debe ser entendido como modificable a través del diseño:

Se obtiene de la tabla prevista en la Norma N°11604, ingresando los datos del volumen del edificio y los grados dia correspondiente (Para Mar del Plata base 18°C= 1440).



---

Este parámetro junto con la renovación de aire (que se abordará en Construcciones 2) determinan un requerimiento de energía térmica supletoria, para obtener un nivel térmico diferenciado entre el interior y el exterior. El nivel interior

es un tema biológico-cultural, determinado por normas y hábitos. Por lo tanto, nuestra actividad de diseño, forma y materia, actuarán como variables para obtener resultados diversos ante un edificio de similar magnitud y función. Resumiendo: Consideramos que la fórmula del G, en la parte correspondiente al flujo térmico por conducción a través de los paramentos es una VARIABLE DE DISEÑO. Cálculo del G con la fórmula simplificada, sin considerar el caso de locales contiguos, ni la renovación del aire.

$$G = (Km \cdot Sm + Kv \cdot Sv + a \cdot Kp \cdot P \cdot \beta) / V$$

- El valor del G como determinación del flujo unitario por unidad de volumen a través de la envolvente, actúa como un cuantificador de la calidad de funcionamiento térmico del proyecto. Su valoración (cuanto menor, mejor), es el producto de la forma (Superficie / volumen) por la materialidad (K).

- El Q, flujo térmico a través de la envolvente, obtenido por el producto del valor de G, por el volumen, y por la diferencia térmica.

a. Informa sobre la magnitud del consumo de energía, en un período dado. Los grados / días (diferencia entre la temperatura media del período y el nivel de confort térmico deseado), por el número de horas del período, nos da esa cuantía. b. Su utilidad es tanto el conocer las consecuencias en la microeconomía (la factura del combustible), y de su impacto ambiental. En este proceso estamos considerando un conjunto de valores que guían el diseño de la caja, la habitabilidad ambiental del edificio, los costos de energía, y su relación con el diseño y los materiales seleccionados, y también en su dimensión macro: el impacto ambiental de esta demanda. La inclusión del Gadm es sólo a título orientador de cumplimiento de ciertos parámetros, pero que debe ser entendido como modificable a través del diseño: Se obtiene de la tabla prevista en la Norma No11604, ingresando los datos del volumen del edificio y los grados día correspondiente (Para Mar del Plata base 18oC= 1440).