

### **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

## **EDIFICACIONES. COORDINACION MODULAR. SISTEMA DE NUMEROS PREFERIDOS QUE DEFINEN LOS TAMAÑOS MULTIMODULARES (ISO/TR 8389:1984, IDT)**

Building construction. Modular coordination. System of preferred numbers defining multimodular sizes

---

ICS: 91.010.30

1. Edición

Octubre 2003

**REPRODUCCION PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

## Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

### Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC /CTN 24 de Construcción Industrializada, en el cual están representadas las siguientes instituciones.
  - ◆ Ministerio de la Construcción
    - Normalización
    - Proyectos
    - Prefabricados
    - Desarrollo Tecnológico
    - Arquitectura
    - Centro de Información
  - ◆ TICONS
  - ◆ CTVU
  - ◆ EPROYIV
  - ◆ EMPROY 2
  - ◆ EPP 2
  - ◆ DCH- Ciudad DE la Habana
  - ◆ UCM-MINFAR
  - ◆ Facultad de Arquitectura (ISPJAE)
  - ◆ Oficina Nacional de Normalización
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la norma ISO/TR 8390 - 1984 *Building construction - Modular coordination. System of preferred numbers defining multimodelar sizes*
- Consta del Anexo A, informativo.

## © NC, 2003

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC).**

**Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## Introducción

Desde 1970 se ha estado argumentando la necesidad de desarrollar un sistema de tamaños preferidos en la construcción.

La idea misma del tema ha sido calificada como no realista, ya que casi todos los organismos integrantes de la ISO que participan en las discusiones, tienen su propia teoría sobre los tamaños modulares preferidos.

Cuando se dio inicio a esta tarea hubo un progreso real al tomarse la decisión de elaborar dos proyectos de documentos:

- a) uno que fuera puramente teórico, que se ocupara solamente de números colocados en orden teórico, en un sistema ilimitado (el presente documento)
- b) el proyecto de una Norma Internacional que tuviera un grupo limitado de tamaños multimodulares organizados en una serie, basada en una selección previa de multimódulos.

En la reunión de la ISO/TC 59/SC 1 celebrada en mayo de 1977 se decidió que el sistema se presentará en un reporte técnico.

Las razones para esta decisión fueron:

- a) Algunos de los miembros del comité consideraban que la variante teórica no tenía fin práctico alguno, por lo que ellos deseaban que la variante fuera solamente orientaciones para otras normas.
- b) Algunos miembros del comité consideraban que aún no había madurado la ocasión para presentar un sistema de orientaciones tan avanzado.
- c) Si se veía al sistema como un medio práctico de control sobre el desarrollo descentralizado, algunos miembros cuyos países están altamente industrializados en este campo habrían preferido que se convirtiera en una norma.

El compromiso final ante estos conflictivos puntos de vista fue publicar el documento como un reporte técnico con el fin de informar sobre su contenido a los especialistas interesados.

La racionalidad para la selección de este sistema junto con las razones por las cuales no se basó en el conjunto de números preferidos que se dan en la ISO 3, "*Números preferidos - Serie de números preferidos*", se explican en el anexo.



## **EDIFICACIONES. COORDINACION MODULAR. SISTEMA DE NUMEROS PREFERIDOS QUE DEFINEN LOS TAMAÑOS MULTIMODULARES**

### **1 Objeto**

En este reporte técnico se establece un sistema de preferencia para números a utilizar como el factor numérico en tamaños multimodulares, especialmente para dimensiones horizontales en edificaciones, y las orientaciones para su empleo.

### **2 Campo de aplicación**

Este reporte técnico es aplicable a edificaciones de todo tipo diseñadas de conformidad con los principios y reglas de la coordinación como se establece en la NC 145

Como el sistema se basa en el número 3 y sus múltiplos y como la flexibilidad en la relación con la reducción a la mitad o duplicación de los tamaños es el principio fundamental del sistema, este resulta idóneo principalmente para las dimensiones horizontales.

### **3 Referencias Normativas**

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas que analicen la conveniencia de usar ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las normas internacionales, regionales y cubanas en vigencia.

NC-ISO 1040: 2002 "Edificaciones - Coordinación modular - Multimódulos para dimensiones de coordinación horizontal".

NC-145:2002 Edificaciones - Coordinación Modular. Vocabulario. Modulo básico. Principios y reglas.

### **4 Definiciones**

A los efectos de este reporte técnico resultan aplicables las definiciones que se dan en la NC-145

## **5 Sistema**

### **5.1 Valores**

El sistema en su totalidad incluye todos los múltiplos de 3 ordenados en series que se duplican. Estas series duplicadas están ordenadas en la forma siguiente:

Serie 1: Números comprendidos en la fórmula  $3 \times 1 \times 2^n$  (n = 0,1,2,3...)

Serie 3: Números comprendidos en la fórmula  $3 \times 3 \times 2^n$  (n = 0,1,2,3...)

Serie 5: Números comprendidos en la fórmula  $3 \times 5 \times 2^n$  (n = 0,1,2,3...)

Serie 7: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 7 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 9: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 9 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 11: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 11 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 13: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 13 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 15: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 15 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 17: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 17 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 19: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 19 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 21: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 21 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 23: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 23 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
Serie 25: Números comprendidos en la fórmula	$3 \times 25 \times 2^n$	(n = 0,1,2,3...)
.....		
Series $2m + 1$ Números de la fórmula	$3 \times (2m + 1) \times 2^n$	(m y n = 0,1,2,3...)

El segundo factor son los números nones que caracterizan la serie:

Los números del sistema se dan en forma esquemáticamente en la tabla.

## 5.2 Características

El sistema se basa solamente en las propiedades matemáticas de los números.

La tabla está ordenada (con series de números en columnas) de forma tal que los números de las series inferiores son más flexibles para dividirlos a la mitad que los números del mismo orden de tamaño de las series superiores.

Esto indica que si lo más importante es la posibilidad de poder reducir a la mitad, la serie 1 debe ser preferida a la serie 3, la serie 3 a la serie 5, etc.

Si embargo, hay otras consideraciones que pueden ser de igual importancia. Las cifras de las series 3,9,15 y 21 contienen factores suplementarios de 3 y por tanto se pueden dividir nuevamente<sup>1</sup> y todavía por 3 dan tamaños multimodulares; los números de las series 5,15 y 25 contienen el factor 5 y pueden ser divididos por 5 en tamaños multimodulares.

Consideraciones de naturaleza técnica o funcional pueden indicar que los números de series mayores deberían tener preferencia.

<sup>1</sup> Como todos los números son múltiplos de 3, todos los tamaños basados en ellos pueden ser divididos en 3 módulos iguales pero no necesariamente como tamaños multimodulares.

## 6 Aplicación

El sistema de números preferidos, (que son todos múltiplos de 3), se desarrolla como una herramienta para hacer un juicio rápido sobre las propiedades matemáticas de los números que se pueden utilizar en los tamaños multimodulares horizontales en las edificaciones.

El sistema también se puede utilizar para el ordenamiento de series de tamaños multimodulares mediante la condensación de un número limitado de series en el sistema.

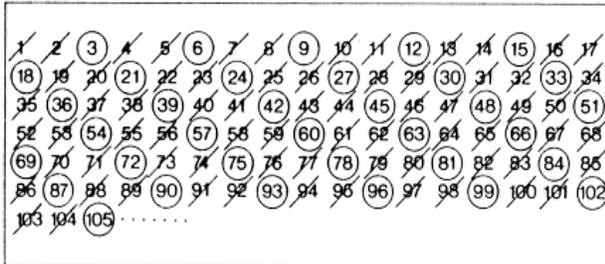
El sistema puede limitarse seleccionando los límites superiores.

El desarrollo del sistema y la posterior información sobre la aplicación práctica están incluidos en el Anexo, del cual no se intenta que forme parte integral de ninguna futura norma internacional que pueda tener como base este reporte técnico.

Múltiplos de 3	Series duplicadas														
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	etc.
3	3														
6	6														
9		9													
12	12														
15			15												
18		18													
21				21											
24	24														
27					27										
30			30												
33						33									
36		36													
39							39								
42				42											
45								45							
48	48														
51									51						
54					54										
57										57					
60			60												
63											63				
66						66									
69												69			
72		72													
75													75		
78							78								
81														81	
84				84											
87															
90								90							
93															
96	96														
etc.															

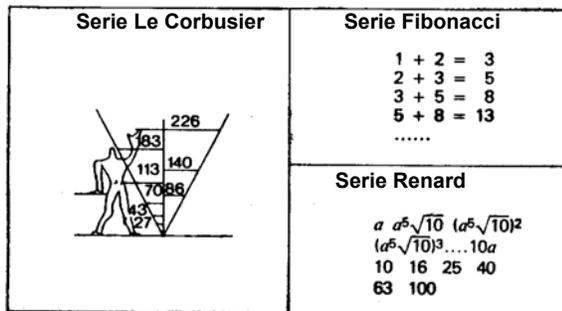
**Anexo A**  
(informativo)

**Organización sistemática de los números seleccionados**  
(Este anexo no forma parte integral del reporte técnico)



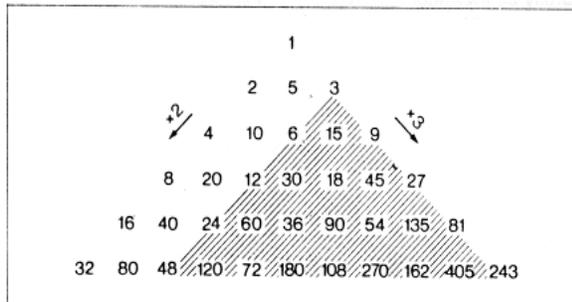
**Figura 1**— El sistema está basado en una versión de la serie normal de números donde todos los números que no son múltiplos del número 3 han sido excluidos.

En la coordinación modular (M - C) en las edificaciones los números que quedan pueden ser especialmente aplicados, a menudo, en conexión con la designación de dimensiones horizontales relacionadas con los subsistemas estructurales, la envolvente de la edificación, etc.



**Figura 2**— El deseo de establecer algún tipo de orden simple en las edificaciones, dimensionalmente, conduce a la necesidad de una organización sistemática de los números y de las dimensiones que deben utilizarse. Algunos de esos sistemas se han conocido con el transcurso del tiempo. Entre los últimos sistemas pueden mencionarse las series "Fibonacci", "Le Corbusier" así como la "Renard", que se utiliza en ingeniería.

**Sistema EPA (1956)**

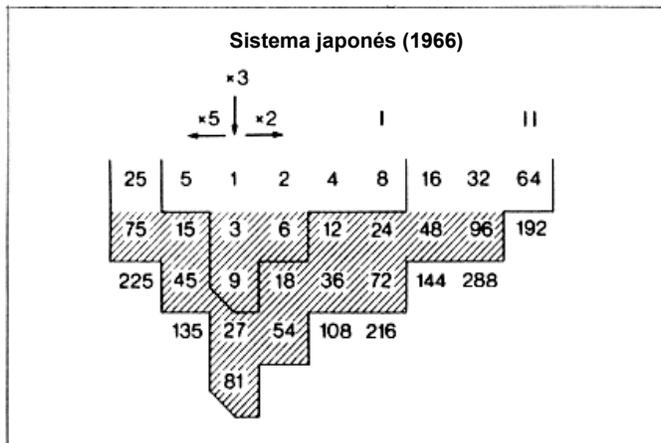


**Figura 3**— Este sistema fue desarrollado por la "Agencia de Productividad Europea" (EPA) a mediados de la década del 50 y constituyó el patrón para muchos sistemas iniciales. Esta basada en los números 2, 3 y 5. Los múltiplos de 3 están sombreados.

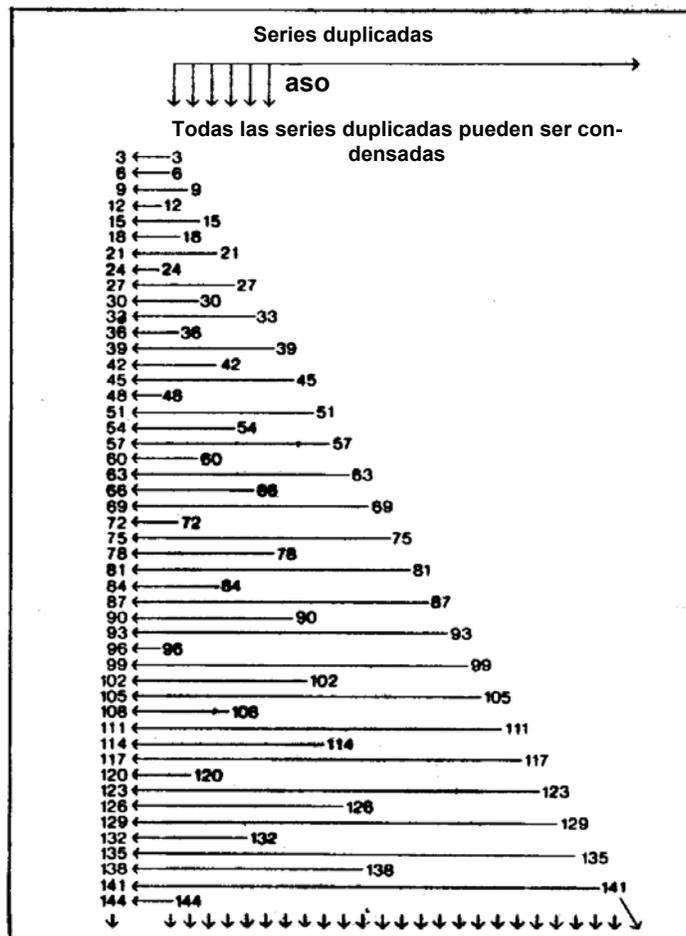
**Sistema Comecon (1960)**

Múltiplo de multimódulos	Con el rango hasta
3	36 /72/
6	72
12	72
15	120
30	180/240/
60	

**Figura 4**— El sistema Comecom de 1960 incluye la progresión aritmética de tamaños que son múltiplos de los multimódulos 3, 6,12,15,30,60 (y en forma correspondiente, con los mismos múltiplos de 2,3 y 5 conforme los tamaños del sistema EPA); teniendo ciertos limites.



**Figura 5**— El sistema japonés es un desarrollo a partir del sistema EPA, pero incorpora una serie más completa de tamaños que se aproxima a 3, 6, 12, 15,30 y 60. Este sistema permite también la multiplicación de todos los tamaños por 10.

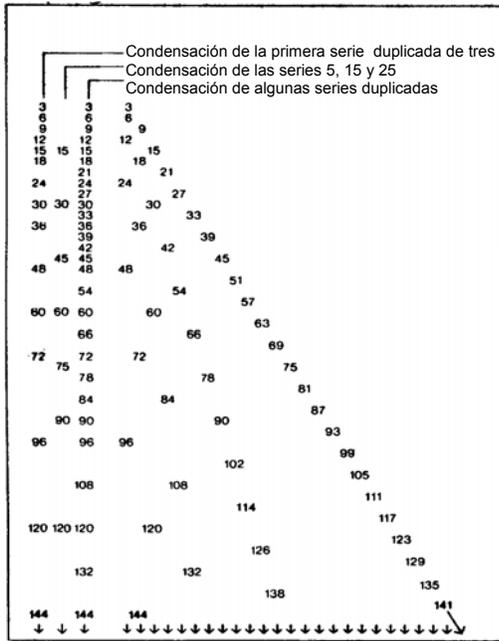


**Figura 6**—Últimamente más de un sistema ha sido propuesto para la organización sistemática de números o dimensiones. La unidad básica es el número 3 que corresponde al tamaño 3 M (1M x 100 mm).

El sistema comienza con 3 y tiende al infinito tanto a la derecha como hacia abajo. El sistema consiste en una serie infinita de una simple duplicación de la serie.

Este es el sistema que se refleja en este reporte técnico.

Debido a la forma en que está construido el sistema, las series duplicadas pueden ser condensadas en otras sin necesidad de sobreponer los números. Si todas las series duplicadas se condensan para formar solo una serie, esta, como es natural, será idéntica a la serie original de números, es decir, todos los múltiplos de 3.



**Figura 7**— La condensación sistemática de un grupo limitado de series duplicadas conducirá a nuevas series, pero cualquiera que sean las mismas tendrán las mismas propiedades que las series duplicadas simples.

Se ha reconocido internacionalmente que las siguientes propiedades son deseables.

- a) Todos los números son múltiplos de 3 (aproximadamente 3M)
- b) Todos los números se pueden dividir por la mayor cantidad posible de números menores.
- c) Todos los tamaños están interrelacionados. Los tamaños mayores se pueden obtener bien por la multiplicación o por la adición de tamaños menores.
- d) Todos los tamaños pequeños tiene un espaciamiento menor que los tamaños grandes.

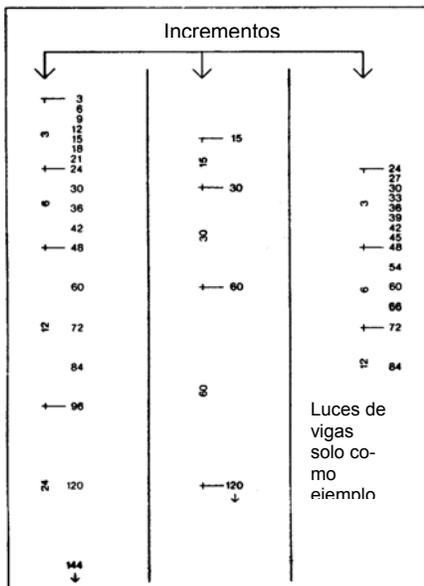
La condensación de las series duplicadas ha sido utilizada como base para Normas Nacionales y para proyectos de Normas Internacionales.

La cantidad de series duplicadas que son condensadas puede variar.

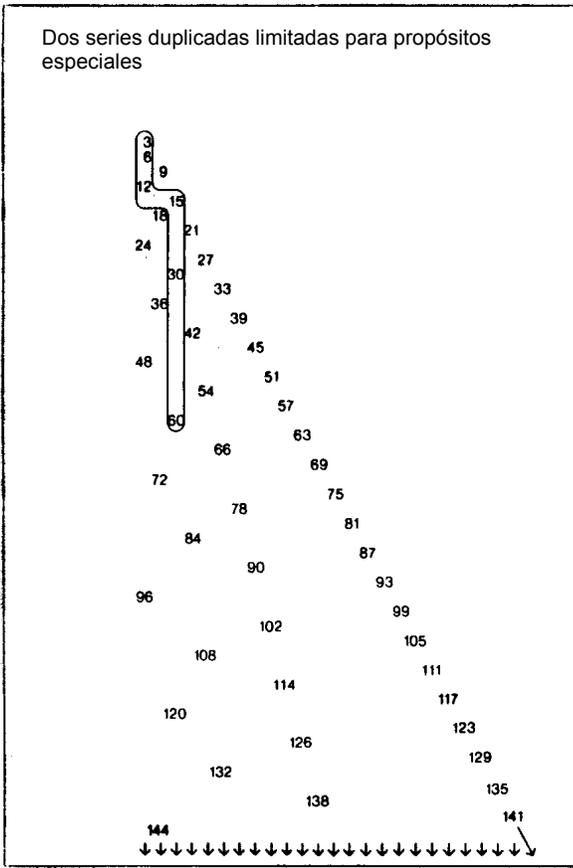
En general, solo unas pocas series son condensadas si se considera que una limitada selección de tamaños es suficiente, es decir, relacionadas con la industrialización de las edificaciones.

Muchas series están condensadas usualmente cuando se desea tener una mayor cantidad de tamaños entre los que hay que hacer la selección, es decir, relacionados con la vivienda tradicional.

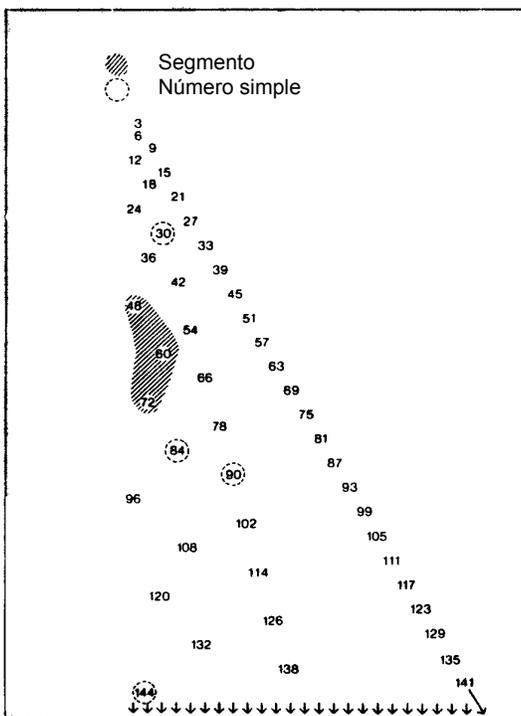
No solo las series consecutivas podrían ser condensadas. Como ejemplo de esto se ofrece la columna condensada 5, 15 y 25.



**Figura 8**— Sin embargo, las series están seleccionadas o creadas mediante la condensación e independientemente de cuantas sean las series que se presentan, ellas siempre están caracterizadas por una cierta agrupación de pasos de incremento. Algunas series condensadas, como por ejemplo las series de dimensiones para luces, no contienen los tamaños, mas pequeños y no son infinitas. Naturalmente, por la sencilla razón de que existen límites en cuanto a cuán razonablemente pequeña puede construirse una viga y hasta cuanto puede ser la luz.

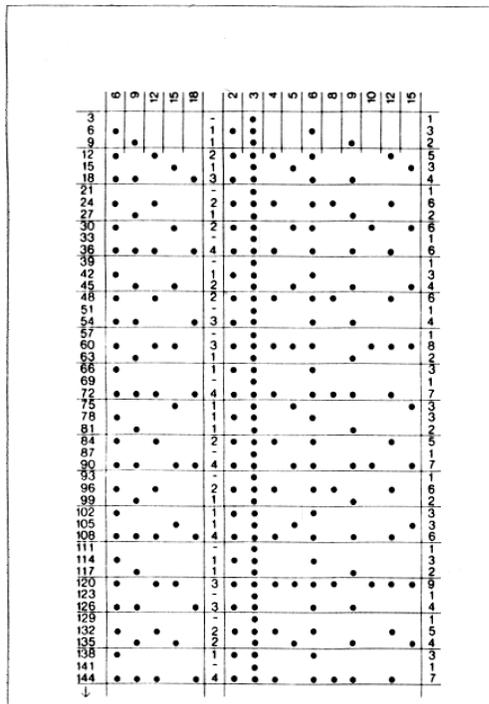


**Figura 9**— Los multimódulos que se recomiendan en la NC ISO 1040 también representan una selección de una serie corta de números contenidos en el sistema, que aquí se presenta.



**Figura10**—También es posible seleccionar un denominado "grupo" de tamaños en el sistema. Como ejemplo, puede tomarse equipamiento productivo que pueden fabricar vigas en forma económicamente dentro de ciertos límites de longitud. En este caso, podría seleccionarse un importante grupo de tamaños para luces, en el sistema.

También puede seleccionarse números sencillos en el sistema. En esta relación, los números mayores ofrecerán ocasionalmente el mayor interés para ser utilizados en las dimensiones generales de las edificaciones.



**Figura 11**— En un procedimiento normal de diseño, no está fuera de lo común que primeramente se trace el plan general de la edificación a partir de la decisión de las luces o de espaciamientos de las columnas o paredes.

Después, estas luces se "rellenan" con componentes, tales como son las ventanas, puertas, tabiques, etc.

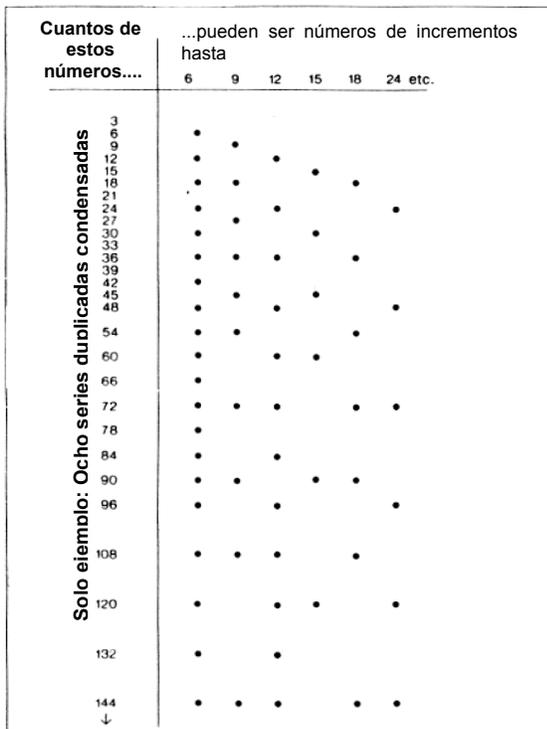
Mientras mayor sea el tamaño de las luces seleccionadas mayor sea la posibilidad de rellenar con componentes modulares de forma diferente. Los distintos números del sistema tienen diferentes propiedades en este sentido. Algunos pueden rellenarse en formas muy diferentes, otros pueden rellenarse sólo con un componente o con componentes **3M**.

El criterio sobre la flexibilidad de un número depende del número de divisores, es decir, las dimensiones de los componentes con los cuales pueden rellenarse.

Ejemplos de dos juegos de divisores: están dados en el esquema

- 6, 9, 12, 15, 18 y
- 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15

y los números de posibilidades para cada ejemplo. Otro tipo de flexibilidad esta relacionado con la posible adición de componentes de diferentes tamaños, pero no es posible dar una indicación simple sobre esto.



**Figura 12**— En la misma forma en que los tamaños mayores tienen diferentes propiedades de subdivisión, los tamaños pequeños son diferentes cuando se controlan cuántos son los tamaños mayores que ellos pueden rellenar cuando se utilizan en forma aditiva.

Tamaños de componentes muy pequeños, como por ejemplo **6M**, son naturalmente muy flexibles para su empleo. Pero cuando se evalúa la posibilidad de series condensadas muy flexibles de tamaños en el sistema, resulta sorprendente que el resultado sea que un tamaño como **12M** no solo sea más flexible para su empleo que tamaños mayores como **15M** y **18M** y así sucesivamente, sino que también es más flexible que un tamaño menor como es el **9M**.

Este hecho matemático es sólo una prueba del por qué tantos fabricantes hayan seleccionado como la variante adecuada el **12M** y no otras de las dimensiones aledañas .

