

# Tema 5.2

Descargar estos apuntes en [pdf](#) o [html](#)

## Índice

1. [Índice](#)
2. [Estructuras de datos básicas](#)
  1. [Tablas Multidimensionales](#)
    1. [Matrices](#)
      1. [Interpretar tablas multidimensionales de 3 dimensiones](#)
      2. [Combinando colecciones homogéneas](#)
      3. [Tablas Dentadas \(Jagged Arrays\)](#)
        1. [Instanciar tablas dentadas](#)
        2. [Recorrer tablas dentadas](#)
    2. [Enumeraciones](#)
      1. [Conversiones con enumeraciones](#)
      2. [Métodos de utilidad para enumeraciones](#)
      3. [Enumeraciones NO excluyentes \(Flags\)](#)

# Estructuras de datos básicas

## Tablas Multidimensionales

### Matrices

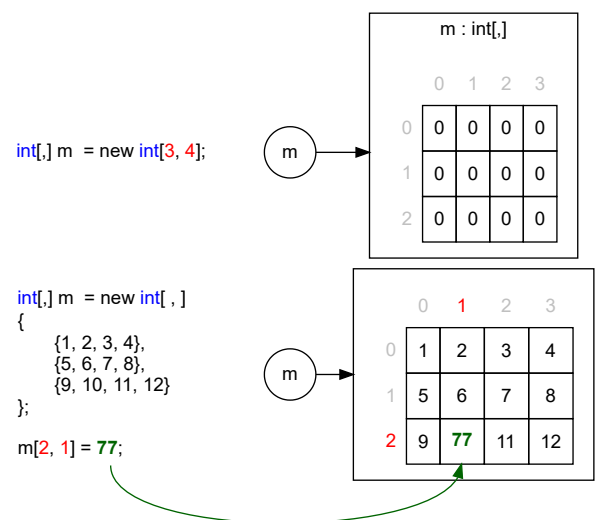
- A las colecciones de 2 dimensiones las denominaremos **matrices**.
- 🖐 Intentaremos **evitar** soluciones con **tipos de datos de más de 2 dimensiones**.  
Pues suelen dar lugar a código ofuscado difícil de mantener 🧠.

### Instanciar objetos de tipo matriz

- Las dimensiones se añaden de **derecha a izquierda** separadas por comas.  
`[..., z, y, x] → [..., matriz/profundidad, fila, columna]`
- Podremos definirlas de varias maneras, inicializando a los valores del usuario.
- Pero ara mayor claridad, es importante que la definición se trate de separar en varias líneas tabuladas.

```
int[,] m = new int[3, 4]
{
    {1, 2, 3, 4},
    {5, 6, 7, 8},
    {9, 10, 11, 12}
};

// Puesto que definimos por extensión el compilador
// deduce que las dimensiones son 4 'columnas' y 3 'filas'
int[,] m =
{
    {1, 2, 3, 4},
    {5, 6, 7, 8},
    {9, 10, 11, 12}
};
```



## Recorrer tablas multidimensionales

- Cada dimensión la recorreremos con un índice.
- Tradicionalmente, desde hace décadas, los programadores han usando la notación índices de la matemática **i**, **j**, **k**. Estos son reconocidos por cualquier programador, ya que es cómo un estándar de facto.
- Por tanto ...
  - Si para los vectores hemos usado **'i'**
  - Para tablas bi-dimensionales (matrices) usaremos **'i'** fila y **'j'** columna
  - Para tablas tri-dimensionales (cubo), si se diera el caso, usaremos **'i'** matriz, **'j'** fila y **'k'** columna
- Por último, el recorrido se realizará usando bucles anidados que recorren cada índice, siendo el más externo el que recorre **'i'**, después **'j'** y por último **'k'** si lo hubiera.

```
static void Main()
{
    int[,] matriz = new int[,]
    {
        {1, 2, 3, 4, 5},
        {6, 7, 8, 9, 10},
        {11, 12, 13, 14, 15}
    };

    // Recorrido obteniendo longitud por dimensión.
    for (int i = 0; i < matriz.GetLength(0); i++) // Dimensión 0. -> [3,] donde i = fila
    {
        for (int j = 0; j < matriz.GetLength(1); j++) // Dimensión 1 -> [,5] donde j = columna
        {
            Console.Write($"{matriz[i, j],-4}");
        }
        Console.WriteLine("\n\n"); // Salto para cambiar de fila
    }
}
```

## Interpretar tablas multidimensionales de 3 dimensiones

No es muy común encontrar este tipo de colecciones, pero nos pueden ayudar a entender un poco más las tablas multidimensionales. Supongamos por ejemplo la siguiente definición.

```
// Trataremos de tabular la inicialización para ganar en claridad.
int[,,,] tabla = new int[2, 3, 4]
{
    {
        { 1, 2, 3, 4},
        { 5, 6, 7, 8},
        { 9,10,11,12}
    },
    {
        {13,14,15,16},
        {17,18,19,20},
        {21,22,23,24}
    }
};
```

Si vemos la definición del ejemplo con 3 dimensiones (*'un cubo'*), recordemos que hay que interpretarlas de **derecha a izquierda**.

1. La primera el **4** será: El número de **columnas**.
2. La segunda el **3** será: El número de **filas**.
3. La tercera el **2** será: La profundidad o **el número de matrices de x filas por y columnas**.

### Caso de estudio

El código siguiente define una matriz tri-dimensional de enteros no repetidos y selecciona en la misma un valor al azar. A continuación, le preguntará al usuario los valores de los índices para acceder al mismo. Si falla le indicará el fallo y los valores correctos que debería haber introducido.

El ejemplo es complejo y propone una representación de la '*profundidad*' o tercera dimensión dibujando a las derecha las matrices de mayor índice en la tabla.

**Nota:** Fíjate en los recorridos, la forma de acceder a un elemento, la forma de saber la longitud de cada dimensión, índices usados, la modularización e interfaces propuestos, etc.

```
using System;

namespace Ejemplo
{
    static class Ejemplo
    {
        static void DibujaPosicion(
            in int valor,
            in int i, in int j, in int k,
            in int columnasPorMatriz, in int filasPorMatriz,
            ConsoleColor color)
        {
            Console.ForegroundColor = color;
            const int MAXIMO_DIGITOS_ENTERO = 3;
            int offsetColumna = k * MAXIMO_DIGITOS_ENTERO;
            int offsetMatriz = columnasPorMatriz * (MAXIMO_DIGITOS_ENTERO + 1) * i;
            Console.SetCursorPosition(offsetColumna + offsetMatriz, j);
            Console.Write($"{valor} , MAXIMO_DIGITOS_ENTERO:D}", MAXIMO_DIGITOS_ENTERO);
            Console.ForegroundColor = ConsoleColor.White;
            Console.SetCursorPosition(0, filasPorMatriz + 2);
        }

        static void Dibuja(int[, ,] tabla)
        {
            Console.Clear();
            for (int i = 0; i < tabla.GetLength(0); i++) // matriz
                for (int j = 0; j < tabla.GetLength(1); j++) // fila
                    for (int k = 0; k < tabla.GetLength(2); k++) // columna
                    {
                        DibujaPosicion(
                            tabla[i, j, k], i, j, k,
                            tabla.GetLength(2), tabla.GetLength(1),
                            ConsoleColor.White);
                    }
        }
    }
}
```

```

static void MuestraResultado(
    int[, ,] tabla, in int i, in int j, in int k,
    in int iUsuario, in int jUsuario, in int kUsuario)
{
    string mensaje;
    Dibuja(tabla);
    bool coincidenPosiciones = i == iUsuario
        && j == jUsuario
        && k == kUsuario;
    DibujaPosicion(
        tabla[i, j, k],
        i, j, k, tabla.GetLength(2), tabla.GetLength(1),
        ConsoleColor.Green);
    if (!coincidenPosiciones)
        DibujaPosicion(
            tabla[iUsuario, jUsuario, kUsuario],
            iUsuario, jUsuario, kUsuario,
            tabla.GetLength(2), tabla.GetLength(1),
            ConsoleColor.Red);
    mensaje = coincidenPosiciones
        ? "Enhorabuena has acertado!!"
        : $"Lo siento los indices correctos son [{i}, {j}, {k}]";
    Console.WriteLine(mensaje);
}

static (int p, int f, int c) PosicionAleatoria(
    in int matricesTotales,
    in int filasTotales,
    in int columnasTotales)
{
    Random s = new Random();
    return (s.Next(0, matricesTotales), s.Next(0, filasTotales), s.Next(0, columnasTotales));
}

static int PideIndice(string nombreIndice, in int valorMaximo)
{
    int i;
    bool entradaCorrecta;
    do
    {
        Console.Write($"{nombreIndice}: ");
        entradaCorrecta = int.TryParse(Console.ReadLine(), out i);
        if (entradaCorrecta)
            entradaCorrecta = i >= 0 && i <= valorMaximo;
    } while (!entradaCorrecta);

    return i;
}

static (int i, int j, int k) PosicionUsuario(int[, ,] tabla)
{
    int i = PideIndice("Índice matriz", tabla.GetLength(0) - 1);
    int j = PideIndice("Índice fila", tabla.GetLength(1) - 1);
    int k = PideIndice("Índice columna", tabla.GetLength(2) - 1);
    return (i, j, k);
}

```

```

static void Main()
{
    int[, ,] tabla = new int[, ,]
    {
        {
            {1,2,3,4},
            {5,6,7,8},
            {9,10,11,12}
        },
        {
            {13,14,15,16},
            {17,18,19,20},
            {21,22,23,24}
        }
    };

    do
    {
        Dibuja(tabla);
        (int i, int j, int k) = PosicionAleatoria(
            tabla.GetLength(0),
            tabla.GetLength(1),
            tabla.GetLength(2));

        Console.WriteLine($"Introduce los índices [iMatriz, iFila, iColumna]" +
            $" para acceder al valor {tabla[i, j, k]}...");
        (int iUsuario, int jUsuario, int kUsuario) = PosicionUsuario(tabla);

        MuestraResultado(
            tabla,
            i, j, k,
            iUsuario, jUsuario, kUsuario);

        Console.WriteLine("\nPulsa una tecla para otro intento o ESC para salir.");
    } while (Console.ReadKey().Key != ConsoleKey.Escape);
}
}
}

```

## Combinando colecciones homogéneas

- Podemos hacer que el contenido de una colección homogénea sea otra colección homogénea.
- Deberemos analizar la declaración de **izquierda a derecha** siendo el tipo homogéneo a guardar lo último en tener en cuenta.

```
3 1 2      1      2      3
int [ ] [ , ] id; // Array de matrices de enteros.
```

- `char [ ] [ ] coleccion;` → **Matriz** de **arrays** de **caracteres**.
- `string [ ] [ ] coleccion;` → **Array** de **arrays** de **cadenas**.
- `int [ ] [ ] [ , ] coleccion;` → **Array** de **arrays** de **matrices** de **enteros**.
- El caso más común y único que vamos a tratar aquí, son las **tablas dentadas**.

## Tablas Dentadas (Jagged Arrays)

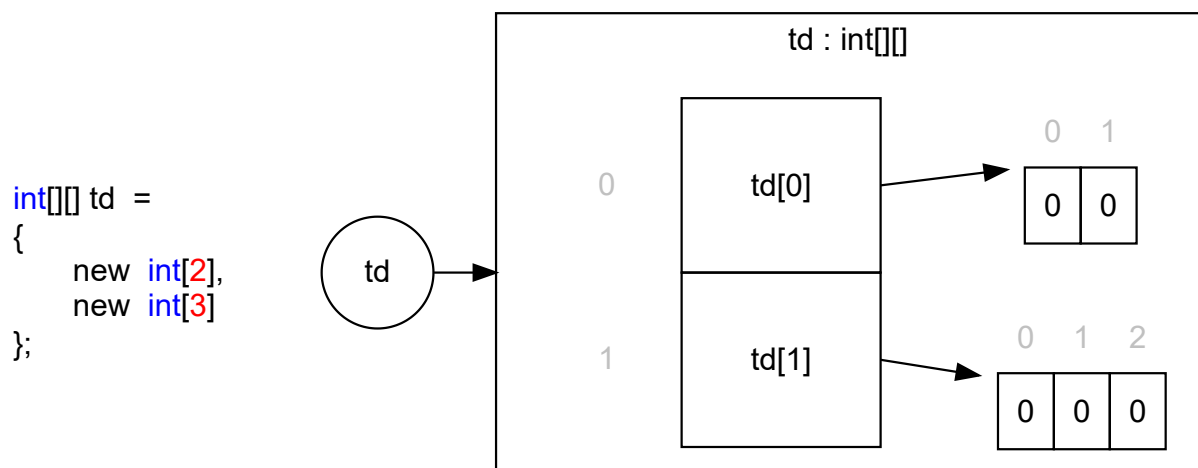
- Es una tabla de tablas o **array de arrays**
- Son estructuras utilizadas cuando necesitamos una matriz, donde la longitud de las filas no va a ser la misma.  
(De ahí lo de '*dentadas*').

### Instanciar tablas dentadas

La sintaxis es la misma que para los arrays solo que los elementos serán objetos array.

- Por ejemplo, para crear una array de array de enteros a los valores por defecto.

```
// Podemos obviar el new int[][] que será deducido por el compilador.
// Se puede interpretar como una matriz donde la primer fila tiene 2 columna y la segunda 3.
int[][] td = new int[][]
{
    new int[2], // [0][0]
    new int[3]  // [0][0][0]
};
```



- Si quisiéramos definir por extensión el contenido de la tabla dentada, seguiríamos la sintaxis de definición por extensión de los arrays interiores.

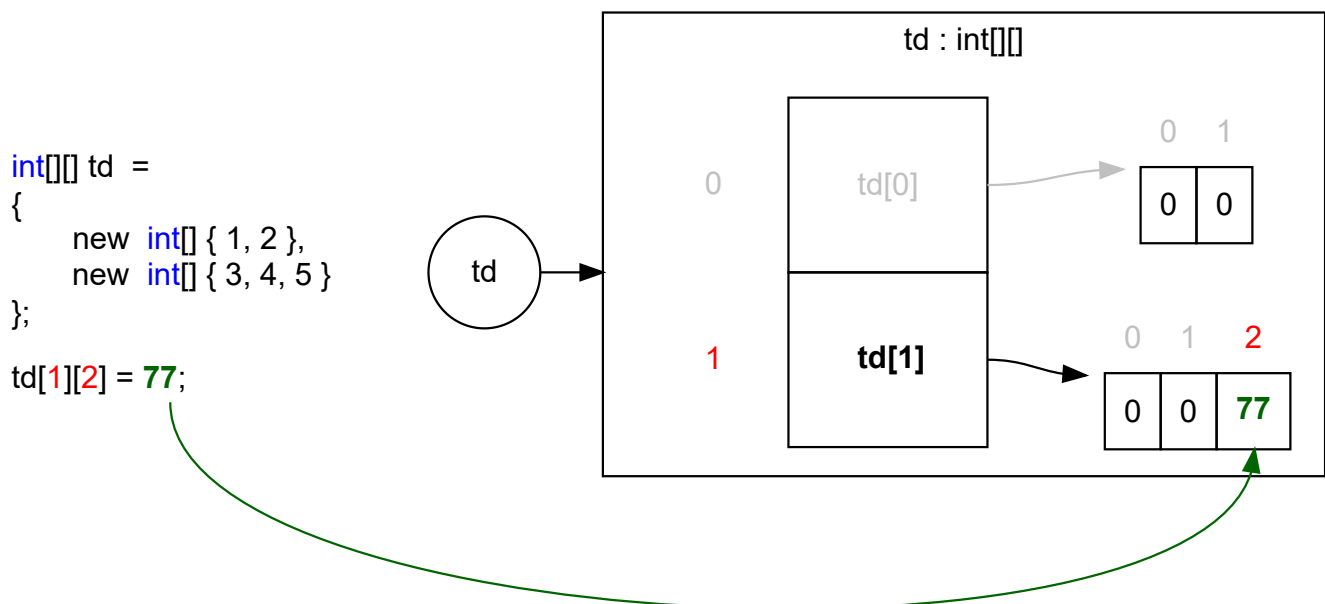
```
int[][] td =
{
    new int[] {1, 2}, // [1][2]
    new int[] {3, 4, 5}, // [3][4][5]
};
```

- Para acceder a uno de los datos, primero accederemos a la fila indizando el objeto array que lo contiene. Por ejemplo, si quisieramos cambiar el valor **5** por un **77** accederíamos al array que contiene el 5 a través de **td[1]** (referencia al objeto array que simboliza la segunda fila) y una vez lo tenemos podríamos indizar ya el lugar que ocupa el 5 con **td[1][2]**

```
td[1][2] = 77;

// Sería equivalente ha hacer...

int[] fila2 = td[1];
fila2[2] = 77;
```

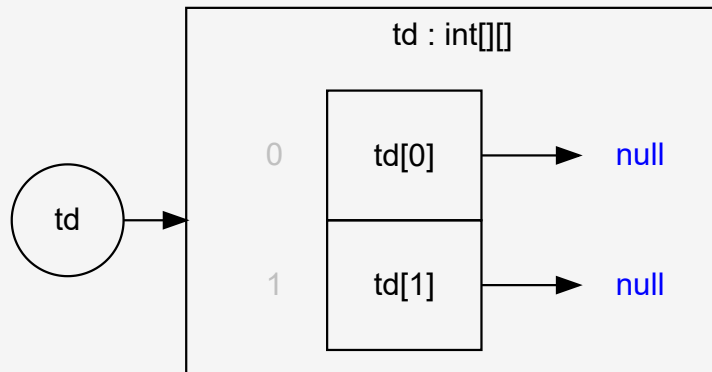




👉 ¿Qué pasa si no instanciamos o no definimos por extensión todos o alguno de los arrays de la tabla dentada?

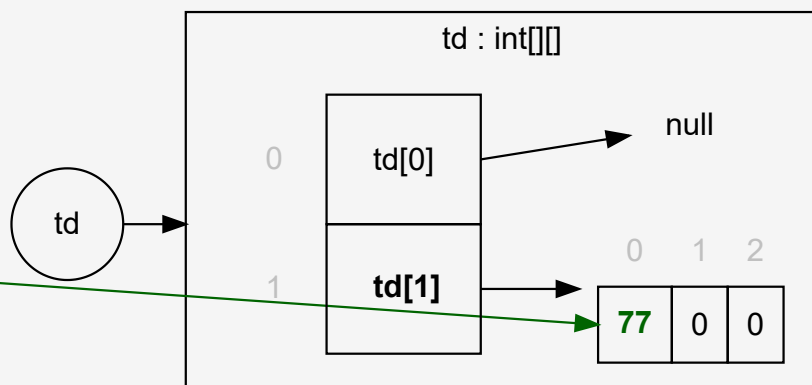
Con este código: `int[][] td = new int[2][];`, estamos inicializando un array de **dos arrays** de enteros, pero **sin dimensionar** estos últimos. En ese caso al tratarse de **tipos referencia sin instanciar**, ambos valdrán **null** y no podremos acceder a ellos hasta que los instanciamos dimensionándolos. Por tanto, si hacemos...

`td[1][0] = 77;`  
**Obtendremos un ERROR**  
**ya que `td[1] → null`**



Por tanto, para acceder a la posición `td[1][0]` deberemos instanciar primero el array que guardamos en el **índice 1** y posteriormente asignar el valor.

`td[1] = new int[3];`  
`td[1][0] = 77;`



## Recorrer tablas dentadas

Lo haremos de forma análoga a como recorremos los arrays.

```
1 static void Main()
2 {
3     int[][] td =
4     {
5         new int[] {1, 2},
6         new int[] {3, 4, 5, 6, 7, 8},
7         new int[] {9, 10, 11}
8     };
9     // Recorrido con un doble for
10    for (int i = 0; i < td.Length; i++)
11    {
12        for (int j = 0; j < td[i].Length; j++)
13            Console.Write($"{td[i][j],-4}");
14        Console.Write("\n\n");
15    }
16    // Recorrido con un doble foreach
17    foreach (int[] fila in td)
18    {
19        foreach (int valor in fila)
20            Console.Write($"{valor,-4}");
21        Console.Write("\n\n");
22    }
23 }
```

### Ejemplo :

Vamos a representar una correspondencia entre comunidades autónomas y sus provincias. De tal manera que, las comunidades irán en un array y en el índice correspondiente en la tabla dentada, irán cada una de las provincias de esa comunidad...

```
[Comunidad Valenciana] -> 0 [Alicante][Castellón][Valencia]
[Andalucía] -> 1 [Almería][Cádiz][Córdoba][Granada][Huelva][Jaén][Málaga][Sevilla]
[Galicia] -> 2 [Lugo][Pontevedra][Orense][La Coruña]
```

Vamos a recorrer ambas estructuras para mostrar el contenido de la siguiente forma:

### Recorrido 1

```
Comunidad Valenciana
    Alicante, Castellón, Valencia
Andalucía
    Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga, Sevilla
Galicia
    Lugo, Pontevedra, Orense, La Coruña
```

### Recorrido 2

Alicante	Castellón	Valencia					
Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
Lugo	Pontevedra	Orense	La Coruña				

```

1  static class Ejemplo
2  {
3      static void Main()
4      {
5          string[] comunidades = new string[]
6          {
7              "Comunidad Valenciana",
8              "Andalucía",
9              "Galicia"
10         };
11         string[][] provinciasXComunidades = new string[][]
12         {
13             new string[] {"Alicante", "Castellón", "Valencia"},
14             new string[] {"Almería", "Cádiz", "Córdoba", "Granada", "Huelva", "Jaén", "Málaga", "Sevilla"},
15             new string[] {"Lugo", "Pontevedra", "Orense", "La Coruña"}
16         };
17
18         // Recorrido 1 : Por 'filas'
19         StringBuilder texto = new StringBuilder();
20         for (int i = 0; i < provinciasXComunidades.Length; i++)
21         {
22             texto.AppendLine(comunidades[i]);
23             texto.AppendLine($"\\t{string.Join(", ", provinciasXComunidades[i])}");
24         }
25         Console.WriteLine(texto);
26
27         texto.Clear();
28         // Recorrido 2 : Elemento a elemento
29         for (int i = 0; i < provinciasXComunidades.Length; i++)
30         {
31             texto.Append("| ");
32             for (int j = 0; j < provinciasXComunidades[i].Length; j++)
33             {
34                 texto.Append($"{provinciasXComunidades[i][j], -11}");
35                 texto.Append(" | ");
36             }
37             texto.Append("\\n");
38         }
39         Console.WriteLine(texto);
40     }
41 }

```

# Enumeraciones

- Internamente se gestionan como objetos de tipo entero. Por tanto, son **tipos valor** y esto significa que en las asignaciones haremos una copia de su valor.
- Son útiles para auto-documentar el código y evitar números mágicos.
- Los utilizaremos siempre que queramos definir un conjunto finito de objetos o estados, **en lugar de definir constantes numéricas**.
- Solo podrán tomar valores, **mútuamente excluyentes**, dentro del rango definido, por lo que nos evitará errores derivados de valores inesperados.
- **Sintaxis:**

```
enum <NombreEnumeración> : <tipoBase>
{
    <Identificadores que definen el conjunto enumerado por extensión>
}
```

- El identificador del tipo se escribirá en **PascalCasing** y debería estar en singular.
  - Los identificadores de la enumeración se escribirán en **PascalCasing**.
  - El si no lo especificamos por defecto es un **int** aunque podemos especificar otro tipos base enteros como: **byte** , **ushort** , etc.
  - Para acceder a los valores pondremos: **NombreDelEmun.Identificador**
- **Ejemplos:**

```
enum Tamaño
{
    Pequeño, Mediano, Grande
}

Tamaño tamaño = default; // Equivale a hacer tamaño Pequeño
tamaño = Tamaño.Grande;

enum EstadoOrdenador
{
    Encendido, Apagado, Suspendido, Hibernado
}

enum Estación
{
    Primavera, Verano, Otoño, Invierno
}
```

- Si no se especifica valor inicial para cada constante, el compilador les dará por defecto valores que empiecen desde 0 y se incrementen en una unidad para cada constante, según su orden de aparición en la definición de la enumeración. Así, el ejemplo del principio del tema es equivalente a escribir:

```
enum Tamaño : int
{
    Pequeño = 0, Mediano = 1, Grande = 2
}
```

- Es posible modificar el tipo base entero y los valores iniciales de cada constante indicándolos explícitamente, como en el código recién mostrado. Otra posibilidad es alterar el valor base a partir del cual se va calculando el valor de las siguientes constantes, como en este otro ejemplo:

```
enum Tamaño : ushort
{
    Pequeño, Mediano = 5, Grande
}
```

En este último ejemplo mis enumerados ocuparán menos espacio en memoria por ser entero subyacente **ushort** . El valor asociado a **Pequeño** será **0**, el asociado a **Mediano** será **5**, y el asociado a Grande será 6, ya que como no se le indica explícitamente ningún otro, se considera que este valor es el de la constante anterior más 1.

- Se puede especificarse el valor de un identificador en función del valor de otros como muestra este ejemplo:

```
enum Tamaño
{
    Pequeño, Mediano, Grande = Pequeño + Mediano
}
```

## Conversiones con enumeraciones

- `enumerado.ToString()`

Pasa a cadena un enum.

- `Enum.Parse(Type typeofDelEnum, string id, bool ignoraMayúsculas)`

`Enum.Parse(Type typeofDelEnum, string id)`

Pasa un enum a cadena.

- `bool Enum.TryParse(string? id, , bool ignoraMayúsculas, out <MiTipoEnum> valorDelEnum)`

Intenta asociar una cadena a uno de los id definidos en el enum. Si lo consigue devuelve `true` y el enum a través de `valorDelEnum`.

```
class Ejemplo
{
    enum DiaSemana
    {
        Lunes, Martes, Mircoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo
    }
    static void Main()
    {
        DiaSemana dia = DiaSemana.Domingo;

        // DE ENUM A CADENA -----
        string textoDia = dia.ToString();
        Console.WriteLine(textoDia);

        // DE CADENA A ENUM -----
        // Si la cadena no está en el enum se producirá un error
        dia = (DiaSemana)Enum.Parse(typeof(DiaSemana), "Monday", true);
        Console.WriteLine(dia);
        if (Enum.TryParse("Viernes", true, out dia))
            Console.WriteLine(dia);

        // DE ENUM A ENTERO -----
        int valorDia = (int)dia;
        Console.WriteLine(valorDia);

        // DE ENTERO A ENUM -----
        dia = (DiaSemana)5;
        Console.WriteLine(dia);
    }
}
```

## Métodos de utilidad para enumeraciones

- `static Array Enum.GetValues(Type enum)`

Me devuelve un array del valor enumerado del tipo.

- `static string[] Enum.GetNames(Type enum)`

Me devuelve un array de cadenas con los valores posibles del enum.

- `static bool Enum.IsDefined(Type enum, object value)`

Me dice si value está en el enum en alguna de sus formas (enum, int, string).

```
class Ejemplo
{
    enum DiaSemana
    {
        Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo
    }
    static void Main()
    {
        DiaSemana[] diasSemana = (DiaSemana[])Enum.GetValues(typeof(DiaSemana));
        foreach (DiaSemana dia in diasSemana)
            Console.WriteLine($"{dia} = {(int)dia}");

        string[] nombresDiasSemana = Enum.GetNames(typeof(DiaSemana));
        foreach (string dia in nombresDiasSemana)
            Console.WriteLine($"{dia} = {Enum.Parse(typeof(DiaSemana), dia)}");

        Console.WriteLine(Enum.IsDefined(typeof(DiaSemana), "Juernes"));
    }
}
```

### Ejemplo:

Implementa un método denominado **PresupuestoAnual**, que devuelva el presupuesto anual en euros, de los diferentes departamentos de una empresa ficticia.

Los posibles departamentos serán **Marketing**, **Compras**, **Ventas**, **RRHH**, **Administración** y su presupuesto será un valor literal de tu elección.

**Nota:** Utiliza una **instrucción switch** para establecer el presupuesto a partir del departamento.

```
class Ejemplo
{
    public enum Departamento
    {
        Marketing, Compras, Ventas, RRHH, Administración
    }

    static double PresupuestoAnual(in Departamento d)
    {
        switch (d)
        {
            case Departamento.Marketing:
                return 30000d;
            case Departamento.Compras:
            case Departamento.Ventas:
                return 40000d;
            case Departamento.RRHH:
                return 10000d;
            case Departamento.Administración:
                return 25000d;
            default:
                // Si en el futuro añadimos un nuevo departamento a nuestra enumeración
                // nos avisará con un error.
                // Nota: El tratamiento de errores lo veremos más adelante.
                throw new NotImplementedException("Falta por tener en cuenta un departamento");
        }
    }

    static void Main()
    {
        Departamento departamento;
        bool enumCorrecto;
        do
        {
            Console.Write("Departamento: ");
            enumCorrecto = Enum.TryParse(Console.ReadLine(), true, out departamento);
            if (!enumCorrecto)
                Console.WriteLine("Prueba otra vez con " +
                                    $"{string.Join(", ", Enum.GetNames(typeof(Departamento)))}");
        } while (!enumCorrecto);

        Console.WriteLine("El presupuesto anual para " +
                            $"{departamento.ToString().ToLower()} es de " +
                            $"{PresupuestoAnual(departamento)} euros.");
    }
}
```



💡 **Tip:** Si seleccionamos el 'esqueleto' de una instrucción `switch` que contenga un enumerado ...

```
1 switch (d)
  {
    default:
4  }
```

y pulsamos vemos las propuestas de refactorización con VSCode ( **Ctrl+.** ). El editor nos ofrecerá la opción **"Agregar casos que faltan"** que añadirá automáticamente todos los case con los valores definidos en la enumeración.

## Enumeraciones NO excluyentes (Flags)

- El concepto es muy similar al de flag que vimos con booleanos.
- Es una forma **compacta** y **muy rápida** de guardar varios **flag de estado** asociándolos a un **bit** en memoria en lugar de a una variable booleana.

Por ejemplo, el valor binario de un byte en memoria puede ser `01100111` y cada bit puede ser un '*flag*' con un significado donde el `1` significa que se cumple y el `0` que no.

- **Para nombrar o identificar** el significado de los '*flags*' asociados a un bit utilizaremos una **enumeración**.
- Supongamos la siguiente enumeración **no excluyente** para gestionar los extras en cierto modelo de coche...

```
[Flags]
enum Extra : byte
{
    None           = 0b_0000_0000,    // 0
    Climatizador   = 0b_0000_0001,    // 1
    Navegador      = 0b_0000_0010,    // 2
    Fullled        = 0b_0000_0100,    // 4
    LlantasDeportivas = 0b_0000_1000,    // 8
}
```

Fíjate que hemos añadidos el **atributo** `[Flags]` sobre la definición de la enumeración para indicar que vamos a definir los nombres de los flags.

Además, hemos hecho que el entero subyacente sea de tipo `byte` y hemos definido por extensión con un literal binario, los valores de cada byte a las potencias de 2 de tal manera que realizará la asociación entre el valor enumerado y el '*flag*' que representa en la byte.

En un principio la byte estará todo a ceros, a través de la asignación y para cambiarlo utilizaremos **operaciones de bit**.

```
Extra extras = default; // default equivale a Extra.None
```

**Si queremos añadir uno o varios extras** al coche usaremos el **or de bit** `*` /

```
extras |= Extra.Climatizador | Extra.Fullled;
Console.WriteLine(extras); // Mostrará 'Climatizador, Fullled'
Console.WriteLine($"{Convert.ToString((byte)extras, 2).PadLeft(8, '0')}"); // Mostrará '00000101'
```

**Si queremos ver si hemos establecido algún extra** al coche usaremos el **and de bit** `&`

Fíjate que al usar enumerados la operación es mucho más legible.

```
// Hay que tener cuidado con la prioridad de & y por eso ponemos paréntesis.
bool tieneClimatizador = (extras & Extra.Climatizador) == Extra.Climatizador;
Console.WriteLine(tieneClimatizador); // Mostrará 'true'
```

**Si queremos quitar algún extra** al coche usaremos el **and de bit** `&` y la **negación de bit** `~`

```
extras &= ~Extra.Climatizador;
Console.WriteLine(extras); // Mostrará 'Fullled'
Console.WriteLine($"{Convert.ToString((byte)extras, 2).PadLeft(8, '0')}"); // Mostrará '00000100'
```

## Caso de estudio

En el siguiente código vamos a definir una enumeración no excluyente para almacenar los estados combinados de un juego de plataformas. De tal manera que **la primera letra** del '*flag*' me va a **activar** o **desactivar** dicho estado (*El enumerado del estado debería empezar por una letra diferente*). Mostrándome tras cada pulsación como se encuentran los flags, tanto el valor de enumerado como el valor interno en binario del enum. Además, indicaremos que teclas activarán o desactivarán un determinado estado.

**Nota:** Fíjate como el código se ha implementado para que funcione, independientemente del nombre que hemos asignado al flag en la enumeración y del número de flags que tengamos definidos.

```
class Ejemplo
{
    [Flags]
    enum PlayerState : byte
    {
        None          = 0b_0000_0000,    // 0
        PowerUp        = 0b_0000_0001,    // 1
        Walking        = 0b_0000_0010,    // 2
        Jumping        = 0b_0000_0100,    // 4
        Attacking      = 0b_0000_1000,    // 8
        Shield         = 0b_0001_0000,    // 16
    }

    static string GameOptions()
    {
        StringBuilder options = new StringBuilder("Game keys ( ");
        foreach (string playerState in Enum.GetNames(typeof(PlayerState)))
            options.Append($"{playerState[0]} = {playerState} ");
        options.Append("\n Press E to Exit.");
        return options.ToString();
    }

    static PlayerState StateAccordingToKey(char key)
    {
        PlayerState stateForKey = PlayerState.None;
        foreach (PlayerState s in (PlayerState[])Enum.GetValues(typeof(PlayerState)))
        {
            if (s.ToString()[0] == key)
            {
                stateForKey = s;
                break;
            }
        }
        return stateForKey;
    }
}
```

```

static void Main()
{
    Console.CursorVisible = false;
    char key;
    PlayerState state = default;
    string gameOptions = GameOptions();

    do
    {
        Console.WriteLine($"PlayerState = {state} ({Convert.ToString((byte)state, 2).PadLeft(8, '0')})");
        Console.WriteLine(gameOptions);

        key = char.ToUpper(Console.ReadKey(true).KeyChar);

        PlayerState stateToSwitch = StateAccordingToKey(key);
        if ((state & stateToSwitch) == stateToSwitch)
            state &= ~stateToSwitch;
        else
            state |= stateToSwitch;
    }
    while (key != 'E');
}
}

```