

Tema 3.2

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

Índice

- [Índice](#)
- ▼ [Estructuras de control II](#)
 - ▼ [Bucles](#)
 - [Introducción a los bucles](#)
 - [Diseño de un bucle](#)
 - [Bucle while \(Mientras\)](#)
 - ▼ [Algunos esquemas algorítmicos de utilidad con bucles](#)
 - [Contador](#)
 - [Acumulador](#)
 - [Bucle do - while \(Hacer - Mientras\)](#)
 - [Esquema algorítmico para obtener máximos y mínimos](#)
 - [Bucle for \(Para\)](#)
 - [Concepto de 'flag'](#)
 - [Cláusula break](#) en bucles
 - [Cláusula continue](#) en bucles
 - [Bucles Anidados](#)

Estructuras de control II

Bucles

Introducción a los bucles

- Repetición de una secuencia de instrucciones en función de una condición.
- El **cuerpo de un bucle** son las instrucciones incluidas dentro del mismo.
- Una **iteración** es una ejecución del cuerpo del bucle

Diseño de un bucle

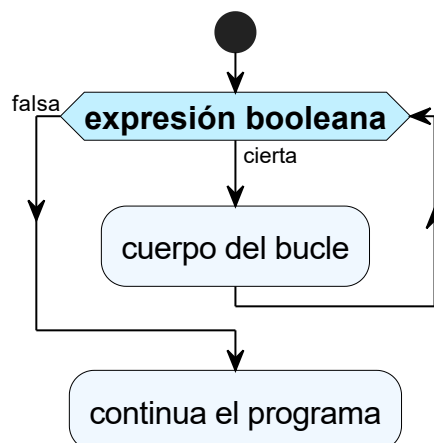
- Deberemos establecer qué instrucciones contiene el bucle y cuantas veces se deben repetir.
- Deberemos llevar especial cuidado en evitar situaciones de **bucle infinito**, debidas a que no se cumpla la condición de salida.

Bucle while (Mientras)

Esquema básico...

```
while (expresión booleana)
    instrucción;

while (expresión booleana)
{
    bloque;
}
```



Se evalúa la expresión. Si esta se evalúa a true (verdadero), se ejecuta la sentencia o el bloque de código y el control vuelve al principio del ciclo.

Cuando la expresión se evalúa a false (falso), termina la ejecución del bucle y se pasa a la sentencia siguiente.

Ejemplo:

Programa que pregunta al usuario... " *Desea continuar [S|N]:* "

Mientras el usuario no introduzca uno de los 2 caracteres válidos volverá a hacer la pregunta.

```
public static void Main()
{
    Console.Write("Desea continuar [S|N]: ");
    char respuesta = char.Parse(Console.ReadLine() ?? "S");

    while (respuesta != 'S' && respuesta != 'N')
    {
        Console.Write("Desea continuar [S|N]:");
        respuesta = char.Parse(Console.ReadLine() ?? "N");
    }
}
```

Algunos esquemas algorítmicos de utilidad con bucles

Antes de continuar, veamos algunos esquemas básicos a través del bucle while.

Contador

- Una variable, normalmente de un tipo numérico, que incrementa o decrementa su valor de forma **FIJA**.
- El proceso se realizará normalmente en un bucle.
- Inicializaremos su valor, para que este quede definido.
- Incrementaremos su valor con una expresión del tipo...

```
idContador = idContador ± VALOR_FIJO;

nivel = nivel + 2;      // → (nivel += 2)
vidas = vidas - 1;     // → (vidas--)
tamaño = tamaño * 2;   // → (tamaño *= 2)
```

Ejemplos Estructura Contador

Ejemplo 1:

Programa que concatena los números del 1 al 100 y los muestra por pantalla.

```
public static void Main()
{
    int i = 1;                // Inicializamos el contador.
    string texto = (i++).ToString();

    while (i <= 100)          // Al llegar a 101 salimos.
    {
        texto += $", {i}";
        i++;                  // Lo incrementamos en un valor constante.
    }

    Console.WriteLine(texto);
}
```

Ejemplo 2:

Programa que dada la base y el exponente me calcule la potencia: multiplicando, mediante un bucle, tantas veces la base como indique el exponente.

```
static void Main()
{
    // Entrada: base y exponente
    Console.Write("Base: ");
    int b = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "1");
    Console.Write("Exponente: ");
    int e = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "1");

    int i = 0; // Inicializo el contador de veces que multiplico el exponente.
    int p = 1; // Inicializo el contador donde voy incrementando la potencia.
    while (i < e)
    {
        p *= b; // potencia = base * base * base * ... * base;
        i++;
    }

    // Salida
    Console.WriteLine($"{b}^{e} = {p}");
}
```

Acumulador

- Una variable, normalmente de un tipo numérico, que incrementará o disminuirá su valor de forma **variable**.
- El proceso se realizará normalmente en un bucle.
- Inicializaremos su valor, para que este quede definido (al neutro de la operación).
- Incrementaremos su valor con una expresión del tipo...

```
idAcumulador = idAcumulador ± VALOR_VARIABLE;
```

```
totalFactura = totalFactura + lineaFactura;
```

Ejemplos Estructura Acumulador

Ejemplo 1:

Programa que dado un número me diga su **factorial**.

Ej. Si el usuario introduce un 4, el factorial sería 24 y se calcularía multiplicando $1 * 2 * 3 * 4$

Ampliación: ¿ Serías capaz de componer la cadena de salida "**4! = 4 x 3 x 2 x 1 = 24**" ?

```
static void Main()
{
    // Entrada: Entrada: Número del que quiero calcular el factorial.
    Console.Write("Número: ");
    int numero = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "1");

    int i = 1;           // i: Contador que lleva la factorización.
    long factorial = 1;  // factorial: Donde acumulo el factorial.

    while(i <= numero)
    {
        factorial *= i;  // 1 x 2 x ... x N
        i++;
    }
    Console.WriteLine($"{numero}! = {factorial}"); // Salida
}
```

Ejemplo 2:

Programa que va pidiendo el **precio** en euros **mientras el precio sea mayor que cero**, y al final de la ejecución me muestre el **total** de precios introducidos.

```
static void Main()
{
    double precio;

    Console.Write("Precio: ");
    precio = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    double total = precio;
    while (precio > 0)
    {
        Console.Write("Precio: ");
        precio = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

        if (precio > 0)
            total += precio;
    }

    Console.WriteLine($"Total: {total:F2} E");
}
```

Bucle do - while (Hacer - Mientras)

El esquema básico es...

```
do
    instrucción;
while (expresión booleana);

do {
    bloque;
} while (expresión booleana);
```

Los bucles **do ... while** son muy similares a los bucles **while**, excepto que las condiciones se comprueban al final de cada iteración en vez de al principio.

La principal diferencia frente a los bucles regulares while es que **se garantiza la ejecución de la primera iteración**.

Ejemplos do-while

Ejemplo 1:

Veamos el mismo ejemplo que hicimos con el bucle while, donde se implementaba un programa que preguntaba al usuario... " *Desea continuar [S/N]:* "

Mientras el usuario no introduzca uno de los 2 caracteres válidos volvería a hacer la pregunta.

Si nos fijamos en este caso el bucle **do...while** nos da lugar a un código más simple.

```
public static void Main()
{
    char respuesta;
    do
    {
        Console.Write("Desea continuar [S|N]:");
        respuesta = char.Parse(Console.ReadLine() ?? "N");
    } while (respuesta != 'S' && respuesta != 'N');
}
```


Ejemplo 2:

Programa que va pidiendo el **precio** en euros **mientras el precio sea mayor que cero**, y al final de la ejecución me muestre el **total** de precios introducidos.

```
static void Main()
{
    double precio;

    double total = 0;
    do
    {
        Console.Write("Precio: ");
        precio = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

        if (precio > 0)
            total += precio;
    }
    while (precio > 0);

    Console.WriteLine($"Total: {total:F2} E");
}
```

Esquema algorítmico para obtener máximos y mínimos

Existen 2 estrategias posibles:


1. El primer valor leído en el bucle será el máximo y el mínimo. Posteriormente tendré que usar condicionales para establecerlos. ("La buena")
2. Antes de entrar en el bucle, inicializo el **máximo** a un valor muy pequeño `int.MinValue` y el **mínimo** a un valor muy grande `int.MaxValue`.

Esta última estrategia es menos recomendable.

Ejemplo 1:

Crea un programa en C# de ejecución en terminal, que utilizando una estructura while, tome la temperatura exterior leyéndola de un sensor cada hora durante 24 horas.

Al final del día, la estación meteorológica nos mostrará la temperatura más alta y la más baja a partir de las medidas tomadas cada hora.

 **Nota:** Simularemos la lectura del sensor con una entrada por consola del usuario.

```
// Solución usando un bucle While y el primer esquema.
static void Main()
{
    const uint HORAS_DIA = 24;
    int temperatura, temperaturaMayor, temperaturaMenor;

    Console.Write("Introduce la temperatura?: ");
    temperatura = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    // La temperatura leída a primera hora será la mayor y la menor.
    temperaturaMayor = temperaturaMenor = temperatura;

    uint horaActual = 2;
```

```

while (horaActual <= HORAS_DIA)
{
    Console.Write("Introduce la temperatura? ");
    temperatura = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    if (temperatura > temperaturaMayor)
        temperaturaMayor = temperatura;
    if (temperatura < temperaturaMenor)
        temperaturaMenor = temperatura;
    horaActual++;
}
Console.WriteLine($"La temperatura mayor es {temperaturaMayor}C y la menor es {tempe
}
// Solución usando un bucle do-While y el segundo esquema.
// Al usar un do-while solo tenemos que hacer 1 lectura.
static void Main()
{
    const uint HORAS_DIA = 24;
    // Inicializaremos el máximo a un valor muy pequeño y hacemos
    // lo contrario para el mínimo.
    int temperaturaMayor = int.MinValue;
    int temperaturaMenor = int.MaxValue;
    uint horaActual = 1;
    do
    {
        Console.Write("Introduce la temperatura? ");
        int temperatura = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
        if (temperatura > temperaturaMayor)
            temperaturaMayor = temperatura;
        if (temperatura < temperaturaMenor)
            temperaturaMenor = temperatura;
        horaActual++;
    }
    while (horaActual <= HORAS_DIA);
    Console.WriteLine($"La temperatura mayor es {temperaturaMayor}C y la menor es {tempe
}

```


Ampliación:


¿Sabrías utilizar el primer esquema junto con un bucle do-while?

Caso de estudio:

Dada la ecuación cuadrática: $y = -2x^2 + 10x - 5$

Realiza un programa que calcule el **punto donde se encuentra su máximo** para el rango **x = 0** y **x = 5** con incrementos de **x** de **0.5**.

 **Nota:** Si es posible, haz que el programa permita introducir diferentes incrementos para ver que sucede.

 **Tip:** Para comprobar tu programa ten en cuenta que matemáticamente el **máximo** será el valor de **x** que cumpla la ecuación donde la primera derivada es igual a 0:

$$y' = -4x + 10 = 0 \rightarrow x = \frac{10}{4} = 2.5$$

```
public static void Main()
{
    Console.Write("Introduce el principio del rango en X: ");
    double xIni = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
    Console.Write("Introduce el final del rango en X: ");
    double xFin = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
    Console.Write("Introduce el incremento en X: ");
    double inc = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    double yMax = double.MinValue;
    double yMin = double.MaxValue;
    double x, xMax;
    x=xMax = xIni;
```

```

while ( x <= xFin)
{
    double y = -2*x*x + 10*x - 5;
    if (y > yMax)
    {
        yMax = y;
        xMax = x;
    }
    if (y < yMin)
        yMin = y;
    x += inc;
}
string mensaje = $"El valor máximo es y es {yMax:F2} para x = {xMax:F2}";
Console.WriteLine(mensaje);
}

```

Bucle for (Para)

El esquema básico es...

```

for (expresión1; expresión2; expresión3)
    sentencia;

for (expresión1; expresión2; expresión3)
{
    bloque;
}

```

Podemos decir que *'lleva un contador incorporado'* ya que equivale a una estructura del tipo:

```

expresión1;
while (expresión2)
{
    bloque;
    expresion3;
}

```

Pueden faltar alguna o todas las expresiones, pero deben permanecer los signos de punto y coma.

💀 Hacer este tipo de expresiones **no es una buena práctica**.

Sería mejor y más reconocible por otros programadores usar un `while`.

```
int i=1, suma=0;
for ( ; i<=10; ++i) suma += i;


// es equivalente a...

int i=1, suma=0;
for ( ; i<=10 ; ) suma += i++;
```

Cuando falta la **expresión2**, se le supone valor verdadero siempre, formándose un **bucle infinito**.


En este tipo de estructuras, deberemos de salir del bucle a través de una cláusula de ruptura **break** que veremos más adelante.

```
1 for (;;)
{
    Console.WriteLine("Esto es un bucle infinito.");
}
```

 **Aviso:** Un error muy común entre programadores noveles es poner un `';` al final de la sentencia `for` lo que provocaría que el cuerpo del bucle **solo se ejecutase una vez**.

```
int suma=0;
for (int i=1; i<=10; ++i);
    suma += i;
Console.WriteLine(suma);
```

El operador `<expresion1>, <expresion2>, <expresión3>, ... ,<expresiónN>` que hemos usado en algún ejemplo, para definir variables del mismo tipo Ej. `int i=1, suma=0;`. En ocasiones lo podemos encontrar en las sentencias **for**, porque permite hacer asignación múltiple de valores iniciales y procesamiento múltiple de índices.

 Hacer este tipo de expresiones **no es una buena práctica**.

```
for (int suma = 0, i = 1; i <= 10; ++i)
{
    suma += i;
    Console.WriteLine(suma);
}

for (int suma=0, i=1; i<=n; suma+=i, ++i)
    Console.WriteLine(suma);
```

Ejemplos for

Ejemplo 1:

Programa que visualice la tabla de multiplicar de un número solicitado.

```
static void Main()
{
    Console.Write("Introduzca un valor entero: ");
    int valor = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    for (int i = 1; i <= 10; ++i)
    {
        Console.WriteLine("{0} x {1} = {2}", valor, i, (valor * i));
    }
}
```

Ejemplo 2:

Haz un programa en C# que usando **un único bucle for**, calcule por fuerza bruta todas las combinaciones de dos dados que dan una suma leída por el teclado.

- Las entradas posibles serán de 2 a 12.
- No pueden repetirse combinaciones.

Ejemplo de ejecución:

Suma dados: 8

Combinaciones -> (2, 6)(3, 5)(4, 4)(5, 3)(6, 2)

```
static void Main()
{
    Console.Write("Suma dados: ");
    uint sumaDados = uint.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
    const uint TIRADA_MAXIMA = 6;
    string salida = "Combinaciones -> ";
    for (uint dado1 = 1; dado1 <= TIRADA_MAXIMA; dado1++)
    {
        uint dado2 = sumaDados - dado1;
        if (dado2 <= TIRADA_MAXIMA)
            salida += $"({dado1},{dado2})";
    }
    Console.WriteLine(salida);
}
```


Ejemplo 3:

Crea un programa que utilizando **bucles for (no anidados)** dibuje **un cuadrado** de ceros '0' en navegador de **N columnas por N filas**. Siendo N un número introducido por el usuario. Entre cada cero en la misma fila habrá dos espacios, para que el cuadrado se represente bien en el navegador.

Ejemplo de ejecución:

Número de N: 4

```
0 0 0 0
0 0 0 0
0 0 0 0
0 0 0 0
```

Pista: Puedes hacer un primer bucle **for** que concatene un texto con los ceros de una fila y a continuación un segundo bucle **for** que concatene **N veces** la cadena con los ceros en una fila seguido de un **salto de línea** en la cadena de salida.

```
static void Main()
{
    Console.Write("Número de N: ");
    int n = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    string textoFila = "";
    for (int i = 0; i < n; i++)
        textoFila += "0 ";

    string salida = "";
    // Podemos volver a usar i como identificador pues
    // la variable dejó de existir y fué retirada del
    // heap después del primer for.
    for (int i = 0; i < n; i++)
        salida += $"{textoFila}\n";
    Console.Write(salida);
}
```

Concepto de 'flag'

Un **'flag'** es una variable que solo puede tomar **dos valores** diferentes durante el desarrollo de un programa. Se denomina flag o bandera porque estos dos estados equivaldrían a una bandera **subida** 🚩 o **bajada** 🚩.

Sus dos posibles valores los elige el programador y pueden ser, por ejemplo: `true` o `false`; `0` o `1`; `on` u `off`; `par` o `impar`; `si` o `no`, etc...

El *'flag'* se inicializa con uno de los dos valores elegidos.

```
bool numeroEncontrado = false;
```

A lo largo del proceso, y dependiendo de que una determinada situación se haya producido, se le modifica dicho valor.

```
if (numero == numeroBuscado)
    numeroEncontrado = true;
```

Después, en otro punto del programa, al preguntar por su estado (su valor), se puede detectar si dicha situación ha ocurrido o no.

```
Console.WriteLine((numeroEncontrado ? "Se" : "No se") + " encontró el número");
```

Ejemplo de uso de 'flags'

Ejemplo 1:

Programa que dado un número introducido, me diga **si es primo o no lo es**.

Pista: El programa dividirá el número introducido **N**, por un contador que irá de **2 a N-1** y si encuentra algún resto 0 pondrá **el flag esPrimo** a **false** pues el número ya será divisible.

```
static void Main()
{
    Console.Write("Introduce un valor: ");
    int valor = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    bool esPrimo = true;
    for (int i = 2; esPrimo && i < valor; ++i)
    {
        if (valor % i == 0)
            esPrimo = false;
    }


    string mensaje = $"El número {(esPrimo?"es":"no es")} primo.";
    Console.WriteLine(mensaje);
}
```

Ejemplo 2:

Haz un programa que calcule el número **e** mediante el desarrollo en serie:

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots + \frac{1}{50!} = 2,7182\dots$$

Pediremos al usuario el número de términos de la serie para calcular N, **mínimo 2 y máximo 50**, y filtraremos la entrada a través de un bucle **do - while** y un **flag** que me indique si es válida o no la misma.


 **Nota:** Utilizaremos **un único bucle for** para ir acumulando el factorial e ir calculando los números de la serie.

```
static void Main()
{
    bool entradaValida;
    int n;
    do
    {
        Console.Write("Número de términos de la serie [2 a 50]: ");
        n = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "2");
        entradaValida = n >= 2 && n <= 50;
        if (!entradaValida)
            Console.WriteLine($"{n} no es un valor válido. Debe estar entre 2 y 50 inclu
    }
    while (!entradaValida);
    double sumaSerie = 1D;
    double factorialAcumulado = 1D;
    string salida = "1";
    for (int i = 1; i <= n; i++)
    {
        factorialAcumulado *= i;
        sumaSerie += 1 / factorialAcumulado;
        salida += $" + 1/{i}!";
    }
    salida += $" = {sumaSerie}";
    Console.WriteLine(salida);
}
```

Cláusula **break** en bucles


Se usa para ...

1. **forzar la salida inmediata de un bucle**, saltando la evaluación condicional normal.
2. terminar una cláusula **case** de sentencia **switch** y finalizar su ejecución.

 **Importante:** Hay que evitarla y si se usa hacerlo con cuidado.

Ejemplo 1:

Ejemplo de programa que pide un número real y muestra su raíz cuadrada, mientras el número introducido no sea negativo.

 **Nota:** Fíjate que aunque hemos definido un **bucle infinito**. Usamos una cláusula **break** para salir del mismo.

```
static void Main()
{
    for(;;)
    {
        Console.Write("Introduce un número: ");
        double n = double.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
        if (n < 0d) break;
        Console.WriteLine($"sqrt({n}) = {Math.Sqrt(n):F2}");
    }
}
```

Ejemplo 2:

Vamos a reescribir el programa que me dice si un número es primo o no. Utilizando usando un **bucle while** y una cláusula **break** para salir si el número ya no es primo.

```
static void Main()
{
    Console.Write("Introduce un valor: ");
    int valor = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
    bool esPrimo = true;
    int i = 2;
    while(esPrimo && i < valor)
    {
        if (valor % i == 0)
        {
            esPrimo = false;
            break;
        }
        i++;
    }
    string mensaje = $"El número {(esPrimo?"es":"no es")} primo.";
    Console.WriteLine(mensaje);
}
```

Cláusula **continue** en bucles

- Para detener la iteración actual de un bucle e iniciar la siguiente de inmediato.
- **Se usa muy raramente**, pero podría usarse para obviar la ejecución del cuerpo del bucle en ciertos casos.
- 🧠 **Deberemos evitarla SIEMPRE**, pues normalmente se puede sustituir por un condicional y puede producir efectos colaterales, además de dar lugar a código ofuscado.

Ejemplo 1:

Programa que lee 10 caracteres por teclado y solo los visualizará si no es un dígito del 0 al 9.

```
static void Main()
{
    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        char car = (char)Console.ReadKey().KeyChar;
        if (car >= '0' && car <= '9')
            continue;
        Console.Write(car);
    }
}
```

Ejemplo 2:

Programa que muestra aquellos números que no sean múltiplos de 5 entre 0 y 100.

```
static void Main()
{
    for (int n = 0; n < 100; n++)
    {
        if (n % 5 == 0)
            continue;
        Console.WriteLine(n);
    }
}
```

Caso de estudio:

¿Serías capaz de indicar lo que va a mostrar en la consola este programa haciendo una traza manual y **sin ejecutarlo**?

```
int a = 10;
int b;

while (a != 0)
{
    if (a == 3)
        break;
    else
        b = a + 1;

    while (b > 0)
    {
        b--;
        if (b == 5)
            continue;
        else
            Console.Write(b);
    }
    Console.Write("\n");
    a--;
}
```


Bucles Anidados

- Formalmente, es cuando creamos un bucle dentro de otro bucle.
- Su uso más habitual es para realizar combinaciones, productos cartesianos, recorridos de espacios N dimensionales.
- Tenemos que usarlos con cuidado pues dan lugar a algoritmos de coste temporal o complejidad exponencial.

Ejemplo 1:


Haz programa en C# que usando **un bucle for anidado**. Calcule por fuerza bruta todas las combinaciones de dos dados que dan una suma leída por el teclado.

- Las entradas posibles serán de 2 a 12.
- No pueden repetirse combinaciones.

Ejemplo de ejecución:

Suma dados: 8

Combinaciones -> (2, 6)(3, 5)(4, 4)(5, 3)(6, 2)

 **Nota:** Esta solución tendrá un coste temporal de $O(n^2) = O(36)$ mientras que la solución anterior donde hacíamos **un único bucle for** tenía $O(n) = O(6)$

```
static void Main()
{
    Console.Write("Suma dados: ");
    uint sumaDados = uint.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");
    const uint TIRADA_MAXIMA = 6;
    string salida = "Combinaciones -> ";
    for (uint dado1 = 1; dado1 <= TIRADA_MAXIMA; ++dado1)
    {
        for (uint dado2 = 1; dado2 <= TIRADA_MAXIMA; ++dado2)
        {
            if (dado1 + dado2 == sumaDados)
                salida += $"({dado1},{dado2})";
        }
    }
    Console.WriteLine(salida);
}
```


Ejemplo 2:

Crea un programa que utilizando **bucles for anidados** dibuje **un cuadrado** de ceros '0' en navegador de **N columnas por N filas**. Siendo N un número introducido por el usuario. Entre cada cero en la misma fila habrá dos espacios, para que el cuadrado se represente bien en el navegador.

Ejemplo de ejecución:

Número de N: 4

```
0 0 0 0
0 0 0 0
0 0 0 0
0 0 0 0
```

 **Nota:** Esta solución tendrá un coste temporal de $O(n^2) = O(16)$ mientras que la solución anterior donde no anidábamos bucles tenía $O(2n) = O(8)$

```
static void Main()
{
    Console.Write("Número de N: ");
    int n = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    string salida = "";
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        // Aquí estamos dentro del ámbito de primer bucle
        // por lo que deberemos definir otro identificador
        // para el contador del bucle anidado.
        for (int j = 0; j < n; j++)
            salida += "0 ";
        salida += "\n";
    }
    Console.Write(salida);
}
```

Ejemplo 3:

Crea un programa que utilizando **bucles for anidados** dibuje **una diagonal** de ceros '0' en navegador de **N columnas por N filas**. Siendo N un número introducido por el usuario. Entre cada cero en la misma fila habrá dos espacios, para que el cuadrado se represente bien en el navegador.

Ejemplo de ejecución:

Número de N: 4

```
0
 0
   0
    0
```

📌 **Nota:** En este caso la solución más sencilla sería el bucle anidado, independientemente del coste temporal.

```
static void Main()
{
    Console.Write("Número de N: ");
    int n = int.Parse(Console.ReadLine() ?? "0");

    string salida = "";
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++)
            salida += i == j ? "0 " : "  ";
        salida += "\n";
    }
    Console.Write(salida);
}
```