



Conceptos de Algoritmos Datos y Programas



CADP – TEMAS



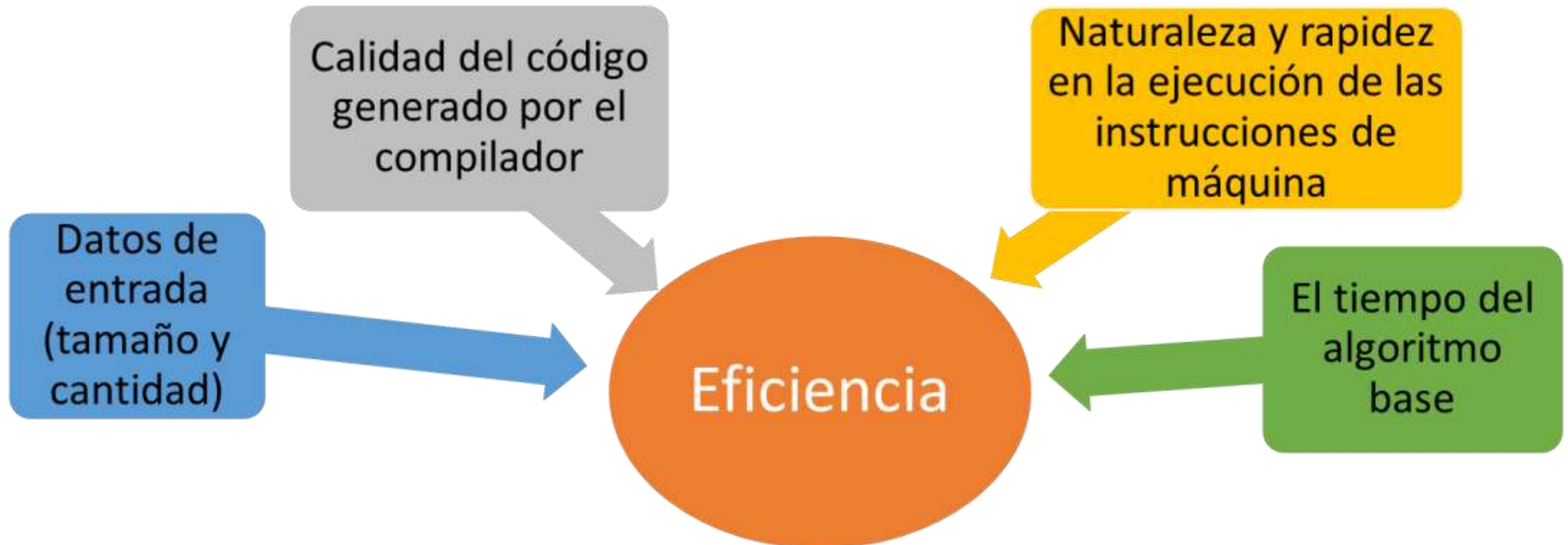
Eficiencia de Programas

CADP – EFICIENCIA DE PROGRAMAS



Una vez que se obtiene un algoritmo y se verifica que es correcto, es importante determinar la eficiencia del mismo.

El análisis de la eficiencia de un algoritmo estudia el **tiempo de ejecución** de un algoritmo y la **memoria** que requiere para su ejecución.



CADP – EFICIENCIA DE PROGRAMAS



El análisis de la eficiencia de un algoritmo estudia el **tiempo de ejecución** de un algoritmo y la **memoria** que requiere para su ejecución.

Los factores que afectan la eficiencia de un programa

Como se miden?



MEMORIA: Se calcula (como hemos visto previamente) teniendo en cuenta la cantidad de bytes que ocupa la declaración en el programa de:



constante/s

variable/s global/es

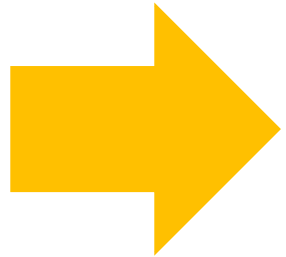
variable/s local al programa/es



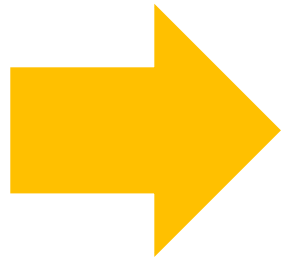
TIEMPO DE EJECUCION: puede calcularse haciendo un análisis empírico o un análisis teórico del programa.



El tiempo de un algoritmo puede definirse como una función de entrada:



Existen algoritmos que el tiempo de ejecución no depende de las características de los datos de entrada sino de la cantidad de datos de entrada o su tamaño.



Existen otros algoritmos el tiempo de ejecución es una función de la entrada “específica”, en estos casos se habla del tiempo de ejecución del “peor” caso. En estos casos, se obtiene una cota superior del tiempo de ejecución para cualquier entrada



Para medir el tiempo de ejecución se puede realizar un análisis empírico o un análisis teórico

ANALISIS EMPIRICO

Requiere la implementación del programa, luego ejecutar el programa en la máquina y medir el tiempo consumido para su ejecución.



Fácil de realizar.



Obtiene valores exactos para una máquina determinada y unos datos determinados.

Completamente dependiente de la máquina donde se ejecuta

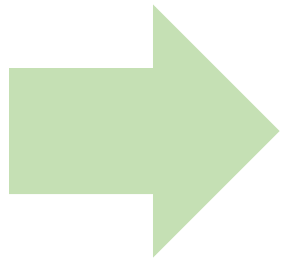
Requiere implementar el algoritmo y ejecutarlo repetidas veces (para luego calcular un promedio).



Para medir el tiempo de ejecución se puede realizar un análisis empírico o un análisis teórico

ANALISIS TEORICO

Implica encontrar una cota máxima (“peor caso”) para expresar el tiempo de nuestro algoritmo, sin necesidad de ejecutarlo.



A partir de un programa correcto, se obtiene el tiempo teórico del algoritmo y luego el orden de ejecución del mismo. Lo que se compara entre algoritmos es el orden de ejecución.

$$T(n) = 4 \text{ UT}$$

$$T(n) = (20 + N) \text{ UT}$$

$$T(n) = (20 + \log N) \text{ UT}$$

$$T(n) = (N * N) = N^2 \text{ UT}$$



$$O(n) = \mathbf{C \text{ (constante)}}$$

$$O(n) = \mathbf{N}$$

$$O(n) = \mathbf{\log N}$$

$$O(n) = \mathbf{N^2}$$



Para medir el tiempo de ejecución se puede realizar un análisis empírico o un análisis teórico

ANALISIS TEORICO

Dado un algoritmo que es correcto se calcula el tiempo de ejecución de cada una de sus instrucciones. **Para eso se va a considerar:**

Sólo las **instrucciones elementales** del algoritmo: asignación, y operaciones aritmético/lógicas.

Una instrucción elemental utiliza un tiempo constante para su ejecución, independientemente del tipo de dato con el que trabaje.

1UT.



ANALISIS TEORICO

Program uno;

Qué ocurre cuando
hay estructuras de
control?

var

aux,temp,x: integer;

Begin

(1) aux:= 58;

(2) aux:= aux * 5;

(3) temp:= aux;

(4) read (x);

End.

El tiempo de ejecución de un algoritmo que **NO tiene estructuras de control** está dado por:

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3) + T(4)$$

$$T(1) = \text{asignación} = 1UT$$

$$T(2) = \text{multiplicación} + \text{asignación} = 2UT$$

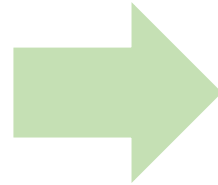
$$T(3) = \text{asignación} = 1UT$$

$$T(4) = \text{no se considera}$$

$$T(\text{alg}) = 4UT$$



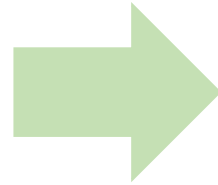
El tiempo de ejecución del **IF**



Tiempo de evaluar la condición + tiempo del cuerpo.

Si hay else, Tiempo de evaluar la condición + max(then, else).

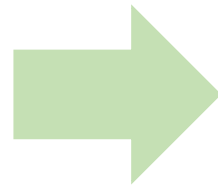
El tiempo de ejecución del **FOR**



$(3N + 2) + N(\text{cuerpo del for})$.

N representa la cantidad de veces que se ejecuta el for.

El tiempo de ejecución del **WHILE**

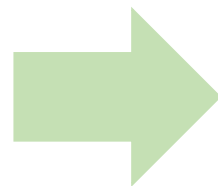


$C(N+1) + N(\text{cuerpo del while})$.

N representa la cantidad de veces que se ejecuta el while. ($N \geq 0$)

C cantidad de tiempo en evaluar la condición

El tiempo de ejecución del **REPEAT UNTIL**



$C(N) + N(\text{cuerpo del repeat})$.

N representa la cantidad de veces que se ejecuta el repeat. ($N > 0$)

C cantidad de tiempo en evaluar la condición



ANALISIS TEORICO

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3) + T(4)$$

Program uno;

var

aux,temp,x: integer;

Begin

(1) aux:= 58;

(2) aux:= aux * 5;

(3) if (aux > 45) and (aux < 300) then

begin

temp:= aux - 5;

x:= temp + aux + 2;

end;

(4) x:= x * 10;

end;

T(1)= asignación = 1UT

T(2)= multiplicación +
asignación = 2UT

T(3)= IF= evaluar la condición
+ cuerpo=
= (1) + (1) + (conector) = 3 +
resta + asignación
suma + suma + asignación
= 3UT + 2UT + 3UT = 8UT

T(4)= multiplicación +
asignación = 2UT

$$T(\text{alg}) = 13 \text{ UT}$$



ANALISIS TEORICO

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2)$$

```
Program uno;  
var  
  aux,temp,x: integer;
```

Begin

```
(1) read(aux);  
(2) if (aux > 45) then  
    begin  
      temp:= aux - 5;  
      x:= temp;  
    end  
else  
  aux:= aux + 1 * (aux MOD 2);
```

end;

$T(1)$ = el read no se tiene en cuenta.

$T(2)$ = IF= evaluar la condición + max(then,else)

cond= 1 +
then= 2 + 1 = 3
else= 4

$$= 1UT + \max(3,4) = 5UT$$

$$T(\text{alg}) = 5 UT$$



ANALISIS TEORICO

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3)$$

```
Program uno;  
var  
  i,temp,x: integer;
```

Begin

```
(1) aux:= 8;  
(2) for i:= 1 to 5 do  
    begin  
      x:= aux;  
      aux:= aux + 5;  
    end
```

```
(3) aux:= aux + 1;  
end;
```

$T(1) =$ asignación 1 UT.

$T(2) =$ for= $3N+2 + N(\text{cuerpo})$

$N = 5$

$(3*5) + 2 + 5(\text{cuerpo})$

$17 + 5(\text{cuerpo})$

$\text{cuerpo} = 1 + 2 = 3\text{UT}$

$\gg 17 + 5(3) =$

$= 17 + 15 = 32\text{UT}$

$T(3) = 1 + 1 = 2 \text{ UT.}$

$$T(\text{alg}) = 35 \text{ UT}$$



ANALISIS TEORICO

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3)$$

```
Program uno;  
var  
  i,temp,x: integer;
```

```
Begin  
  (1) aux:= 8;  
  (2) for i:= 4 to 9 do  
    begin  
      x:= aux;  
      aux:= aux + 5;  
    end
```

```
  (3) aux:= aux + 1;  
end;
```

$T(1)$ = asignación 1 UT.

$T(2)$ = for= $3N+2 + N(\text{cuerpo})$

$N = 6 (LS-LI + 1)$
 $(3*6) + 2 + 6(\text{cuerpo})$

$20 + 6(\text{cuerpo})$
 $\text{cuerpo} = 1 + 2 = 3\text{UT}$

$\gg 20 + 6(3) =$

$= 20 + 18 = 38\text{UT}$

$T(3)$ = $1 + 1 = 2 \text{ UT.}$

$$T(\text{alg}) = 41 \text{ UT}$$



ANALISIS TEORICO

Program uno;

var

i,temp,x: integer;

Begin

(1) aux:= 0;

(2) while (aux < 5) do
begin
x:= aux;
aux:= aux + 1;
end

(3) aux:= aux + 1;
end;

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3)$$

T(1)= asignación 1 UT.

T(2)= while= C(N+1)+ N(cuerpo)

C= 1

N = 5

1*(6) + 5(cuerpo)

cuerpo = 1 + 2 = 3UT

>> 6 + 5(3) =

= 6 + 15 = 21UT

T(3)= 1 + 1 = 2 UT.

$$T(\text{alg}) = 24 \text{ UT}$$



ANALISIS TEORICO

```
Program uno;  
var  
  i,temp,x: integer;  
  
Begin  
  (1) read(aux);  
  (2) while (aux < 5) do  
    begin  
      x:= aux;  
      aux:= aux + 1;  
    end  
  
  (3) aux:= aux + 1;  
end;
```

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3)$$

$T(1) =$ read no se cuenta 0 UT.

$T(2) = \text{while} = C(N+1) + N(\text{cuerpo})$

$C = 1$

$N = ???$

$1 * (N+1) + N(\text{cuerpo})$

$\text{cuerpo} = 1 + 2 = 3\text{UT}$

$\gg N+1 + N(3) =$

$= N + 1 + 3N = 4N + 1 \text{ UT}$

$T(3) = 1 + 1 = 2 \text{ UT.}$

$$T(\text{alg}) = 0 + 4N + 1 + 2 = (4N + 3) \text{ UT}$$



ANALISIS TEORICO

```
Program uno;  
var  
  i,temp,x: integer;
```

```
Begin  
  (1) aux:=0;  
  (2) while (aux >= 0) and (aux<5) do  
    begin  
      x:= aux;  
      aux:= aux + 1;  
    end
```

```
  (3) aux:= aux + 1;  
end;
```

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3)$$

$$T(1) = 1 \text{ UT.}$$

$$T(2) = \text{while} = C(N+1) + N(\text{cuerpo})$$

$$C = (1) + (1) + \text{conector} = 3$$

$$N = 5$$

$$3 \cdot (5+1) + 5(\text{cuerpo})$$

$$\text{cuerpo} = 1 + 2 = 3 \text{ UT}$$

$$>> 18 + 5(3) =$$

$$= N + 18 + 15 = 33 \text{ UT}$$

$$T(3) = 1 + 1 = 2 \text{ UT.}$$

$$T(\text{alg}) = 1 + 33 + 2 = 36 \text{ UT}$$



ANALISIS TEORICO

```
Program uno;  
var  
  i,temp,x: integer;
```

Begin

```
(1) aux:=0;
```

```
(2) repeat
```

```
    x:= aux;
```

```
    aux:= aux + 1;
```

```
  until (aux > 5)
```



```
(3) aux:= aux + 1;
```

```
end;
```

$$T(\text{alg}) = T(1) + T(2) + T(3)$$

$$T(1) = 1 \text{ UT.}$$

$$T(2) = \text{repeat} = C(N) + N(\text{cuerpo})$$

$$C = 1$$

$$N = 5$$

$$1 * (5) + 5(\text{cuerpo})$$

$$\text{cuerpo} = 1 + 2 = 3 \text{ UT}$$

$$>> 5 + 5(3) =$$

$$= N + 5 + 15 = 20 \text{ UT}$$

$$T(3) = 1 + 1 = 2 \text{ UT.}$$

$$T(\text{alg}) = 1 + 20 + 2 = 23 \text{ UT}$$