

**Cuestión 1** (1.2 puntos)

Observa la siguiente función que calcula para una matriz la cantidad de elementos nulos en cada una de sus filas (dejándolo en el vector `ceros`), la media de estas cantidades y el número de filas en que se supera esta media (valor que devuelve).

```
int filas_ceros( double A[M][N], int ceros[M] )
{ int media,parcial,total,i,j,cont;

    total = 0;
    for ( i = 0 ; i < M ; i++ ) {
        parcial = 0;
        for ( j = 0 ; j < N ; j++ )
            if ( A[i][j] == 0.0 ) parcial++;
        ceros[i] = parcial;
        total += parcial;
    }
    media = total / M;

    cont = 0;
    for ( i = 0 ; i < M ; i++ )
        if ( ceros[i] > media ) cont++;

    return cont;
}
```

1 p.

- (a) Paralelízala utilizando **operaciones de comunicación colectiva** de MPI. La matriz de entrada **A** sólo tiene datos válidos en el proceso 0. El trabajo (ambos bucles **i**) debe repartirse equilibradamente entre todos los procesos. Asume que el tamaño de los datos es un múltiplo exacto del número de procesos. Al final de la función, el proceso 0 deberá tener el valor correcto a devolver (no hace falta en los demás procesos) y también el vector **ceros completo** actualizado con todos los cálculos realizados.

0.2 p.

- (b) Indica el coste de comunicaciones de cada operación de comunicación que hayas utilizado, suponiendo una implementación básica de las comunicaciones.