

# **Identificación de patrones en datos de aceleración obtenidos mediante el celular**

## **Análisis de patrones de movimiento**

Sofía Duque Rendón      Melany Franco Marin      Juan David Trejos

Miguel Ángel Vargas Valencia

viernes, 13 de junio de 2025

## **Tabla de contenidos**

<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Descripción y recolección de los datos</b>	<b>2</b>
timestamp . . . . .	2
AccX . . . . .	2
AccY . . . . .	2
AccZ . . . . .	2
<b>Gráficas exploratorias de X, Y y Z</b>	<b>3</b>
Gráfica X, Y y Z número 1 . . . . .	3
Análisis de los intervalos de tiempo del sensor para los datos de Sofía. . . . .	4
Gráfica X, Y y Z número 2 . . . . .	5
Gráfica X, Y y Z número 3 . . . . .	7
Gráfica X, Y y Z número 4 . . . . .	9
Gráfica grabación en conjunto . . . . .	10
Gráfica de la aceleración total. . . . .	11
Gráfica con una sección de la aceleración total. . . . .	14
Resumen de todos los datos de aceleración . . . . .	15
Análisis exploratorio de los datos . . . . .	16
Identificación actividad . . . . .	17
Identificación cambio de actividad . . . . .	17

## **Introducción**

### **Descripción y recolección de los datos**

Los datos fueron recolectados utilizando la aplicación *Arduino Science Journal*, que emplea los sensores del teléfono móvil para registrar las aceleraciones en los ejes X, Y y Z. Para este análisis se realizaron cuatro mediciones, de las cuales dos se llevaron a cabo mientras se ejecutaban las mismas actividades.

#### **timestamp**

Marca temporal que indica el momento exacto en que fue tomada cada medición. Se encuentra en formato de milisegundos desde la época UNIX (1 de enero de 1970).

#### **AccX**

Aceleración medida en el eje **X** del dispositivo móvil. Representa la fuerza de aceleración detectada en la dirección horizontal (izquierda-derecha) y se mide en metros por segundo al cuadrado ( $\text{m/s}^2$ ).

#### **AccY**

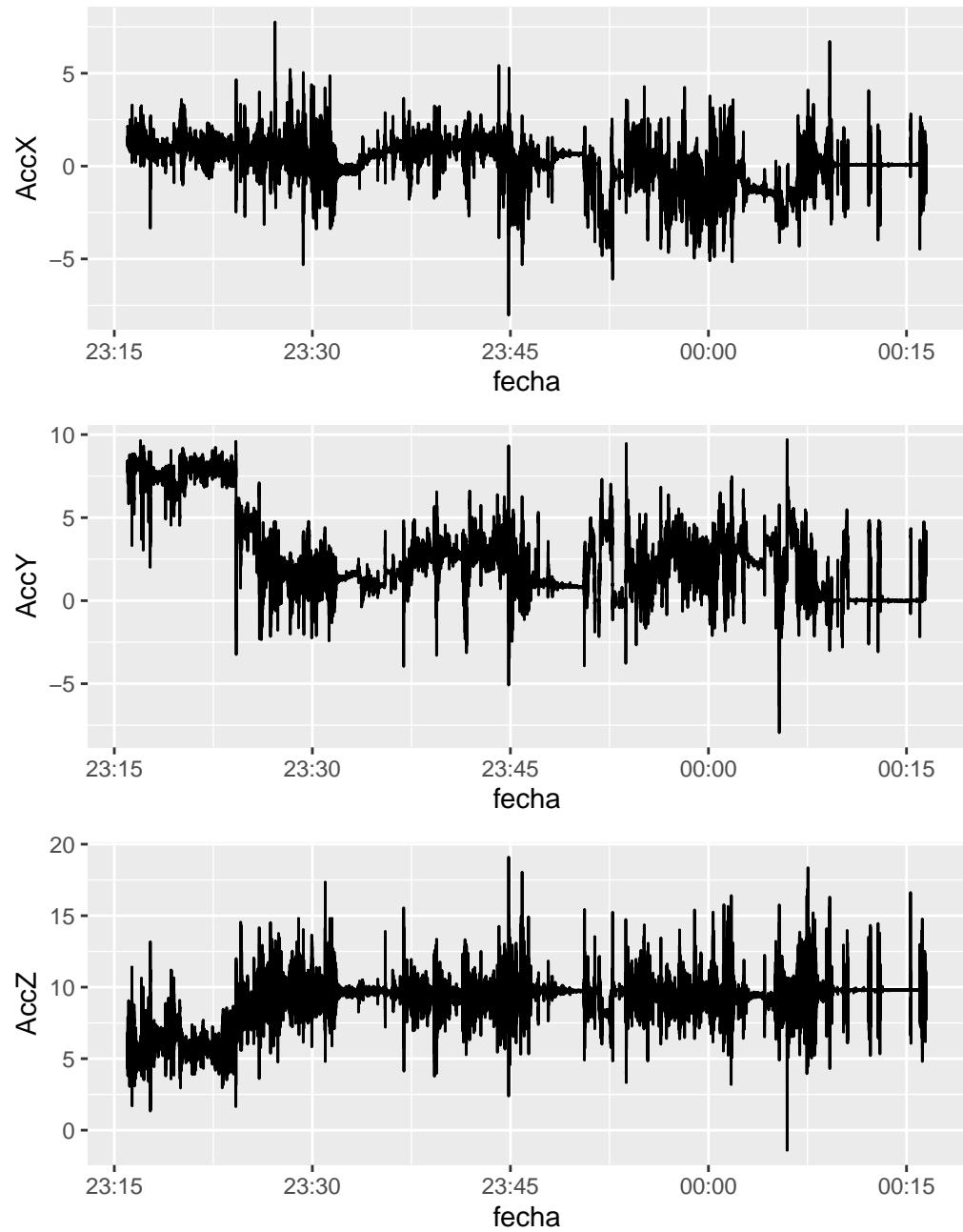
Aceleración medida en el eje **Y** del dispositivo móvil. Representa la fuerza de aceleración en la dirección vertical (arriba-abajo), también en unidades de  $\text{m/s}^2$ .

#### **AccZ**

Aceleración medida en el eje **Z** del dispositivo móvil. Corresponde a la aceleración perpendicular a la pantalla del dispositivo (profundidad), medida igualmente en  $\text{m/s}^2$ .

## Gráficas exploratorias de X, Y y Z

Gráfica X, Y y Z número 1



### Análisis de los intervalos de tiempo del sensor para los datos de Sofía.

```
resultadosSofia <- analizar_intervalos_sensor(datosSofia)
```

```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
0.02600 0.06600 0.06700 0.06667 0.06700 0.09700
```

```
--- Detección de Interrupciones ---
```

```
Umbral (Percentil 95 %): 0.069 segundos
```

```
Número de interrupciones detectadas: 1855
```

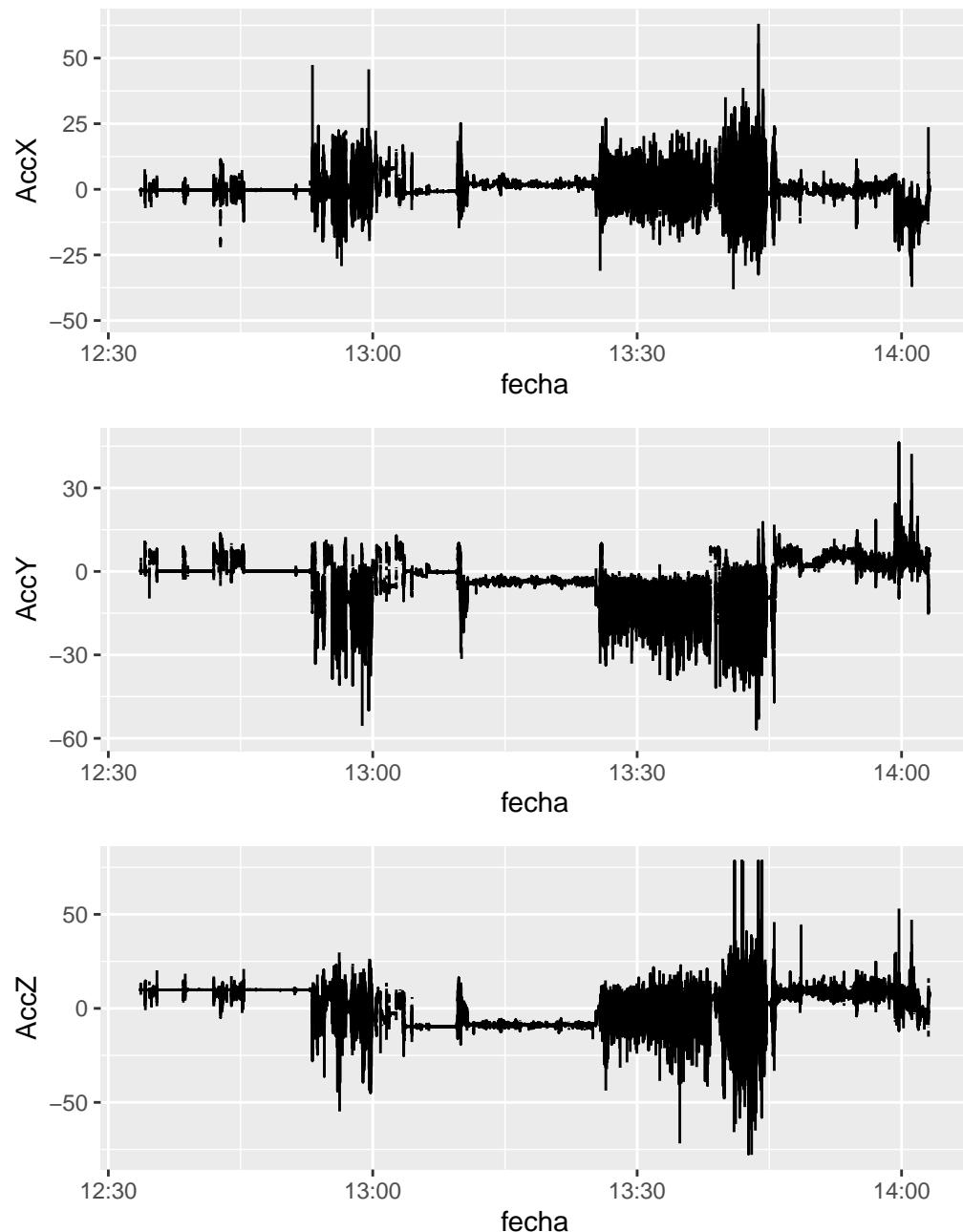
```
Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 3.41 %
```

El análisis de los intervalos de tiempo para los datos de Sofía revela que el sensor operó con una **alta consistencia**. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.067 segundos** por cada dato de aceleración para cada eje.

Se definió un umbral de **0.069 segundos** (el percentil 95) para identificar las pausas más significativas. Se detectaron 1855 intervalos (el 5% más largo) que superaron este umbral, con una pausa máxima registrada de 0.097 segundos. La estabilidad del muestreo es notable, ya que el 96% de los datos se registraron con un intervalo de 0.069 segundos o menos.

Estas pausas más largas, aunque presentes, son infrecuentes y probablemente se deban a procesos del sistema operativo del móvil. Dada la alta consistencia general, estas irregularidades no deberían impactar de forma significativa el análisis posterior.

## Gráfica X, Y y Z número 2



```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

0.00100 0.00100 0.01900 0.01334 0.02000 0.29300

--- Detección de Interrupciones ---

Umbral (Percentil 95 %): 0.021 segundos

Número de interrupciones detectadas: 7535

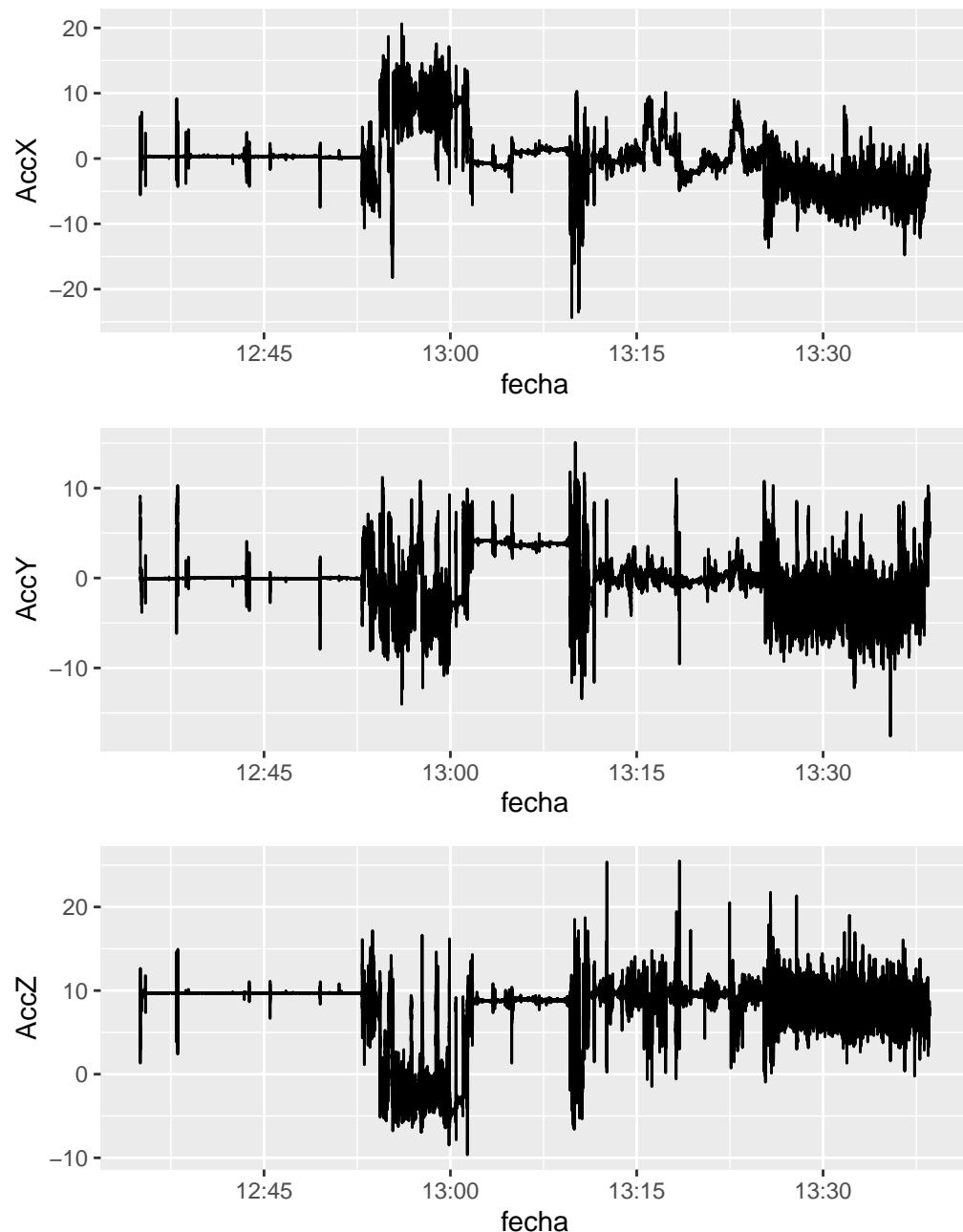
Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 1.87 %

El análisis de los intervalos de tiempo para los datos de Melany revela que el sensor operó con una **excelente consistencia**. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.019 segundos** por cada dato de aceleración para cada eje.

Se definió un umbral de **0.021 segundos** (el percentil 95) para identificar las pausas más significativas. Se detectaron 1855 intervalos (el 5% más largo) que superaron este umbral, con una pausa máxima registrada de 0.293 segundos. La estabilidad del muestreo es notable, ya que el 98% de los datos se registraron con un intervalo de 0.021 segundos o menos.

Estas pausas más largas, aunque presentes, son infrecuentes y probablemente se deban a procesos del sistema operativo del móvil. Dada la alta consistencia general, estas irregularidades no deberían impactar de forma significativa el análisis posterior.

### Gráfica X, Y y Z número 3



```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

0.00600 0.06500 0.06700 0.06672 0.06800 0.77000

--- Detección de Interrupciones ---

Umbral (Percentil 95 %): 0.072 segundos

Número de interrupciones detectadas: 2598

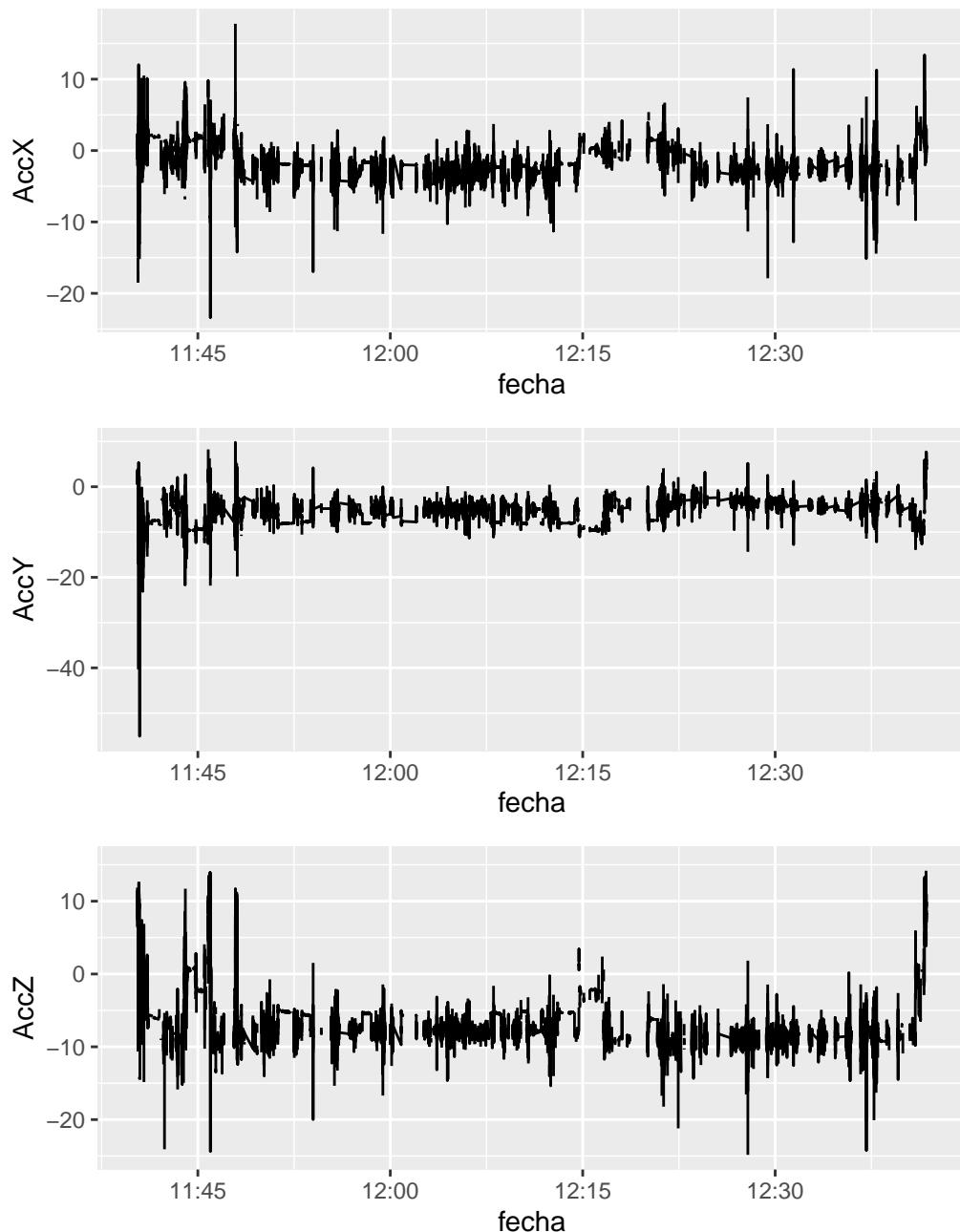
Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 4.55 %

El análisis de los intervalos de tiempo para los datos de Juan revela que el sensor operó con una **buena consistencia**. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.067 segundos** por cada dato de aceleración para cada eje.

Se definió un umbral de **0.072 segundos** (el percentil 95) para identificar las pausas más significativas. Se detectaron 2598 intervalos (el 5% más largo) que superaron este umbral, con una pausa máxima registrada de 0.77 segundos. La estabilidad del muestreo es notable, ya que el 98% de los datos se registraron con un intervalo de 0.072 segundos o menos.

Estas pausas más largas, aunque presentes, son infrecuentes y probablemente se deban a procesos del sistema operativo del móvil. Dada la alta consistencia general, estas irregularidades no deberían impactar de forma significativa el análisis posterior.

## Gráfica X, Y y Z número 4



```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

0.0010 0.0010 0.0650 0.1042 0.0670 83.2090

--- Detección de Interrupciones ---

Umbral (Percentil 95 %): 0.069 segundos

Número de interrupciones detectadas: 1070

Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 3.02 %

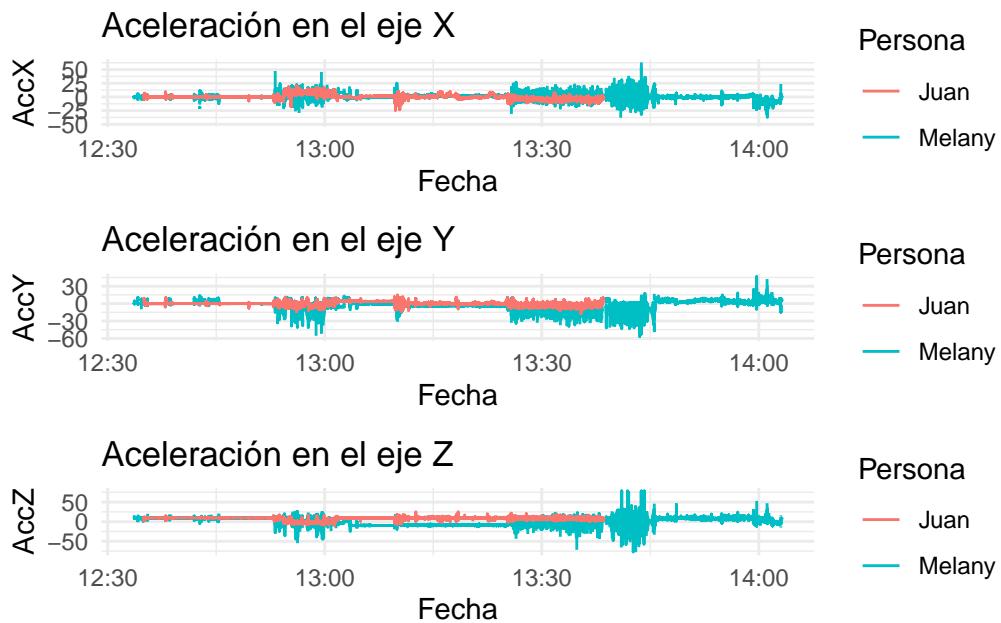
El análisis de los intervalos de tiempo para esta toma de datos revela un comportamiento dual: periodos de muestreo consistente afectados por interrupciones significativas y anomalías. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.065 segundos**

Sin embargo, la integridad de la serie se ve comprometida por pausas extremas. Se definió un umbral de 0.069 segundos (el percentil 95) para identificar las interrupciones más notables. Aunque el 96% de los intervalos están por debajo de este valor, el 3.02% restante contiene valores atípicos extremos, incluyendo una pausa máxima registrada de 83.2 segundos. Esta interrupción de más de un minuto no es una simple pausa, sino que divide la grabación en, al menos, dos sesiones independientes.

Adicionalmente, se observa un comportamiento anómalo en los intervalos más cortos, con un primer cuartil de solo 0.001 segundos, lo que sugiere posibles errores de medición o un modo de operación del sensor no uniforme.

### **Gráfica grabación en conjunto**

Las grabaciones que se realizaron en conjunto fueron la número 2 y 3

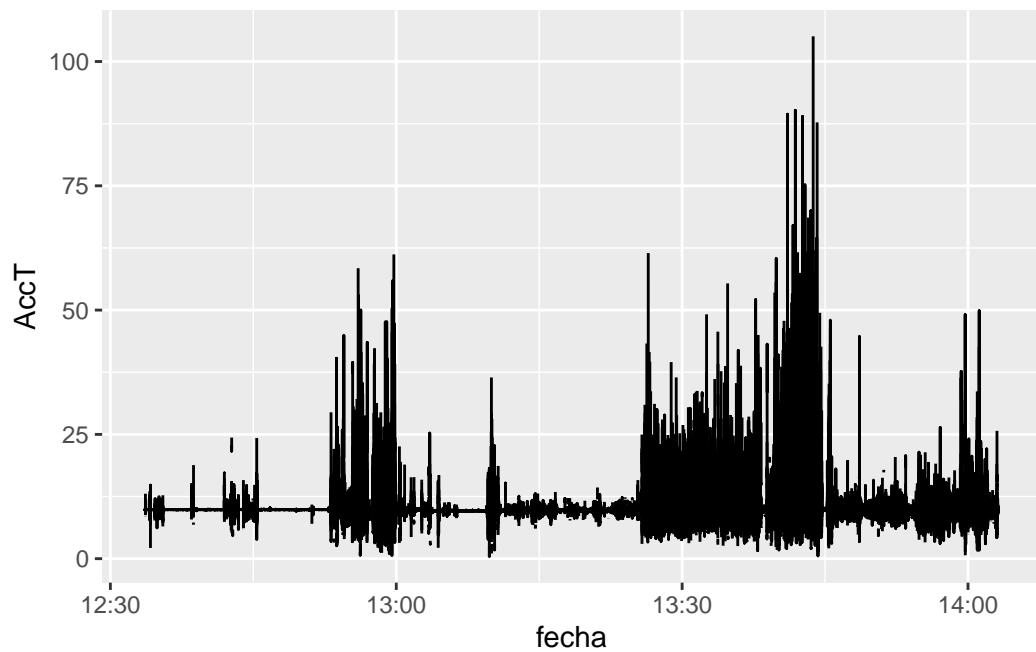
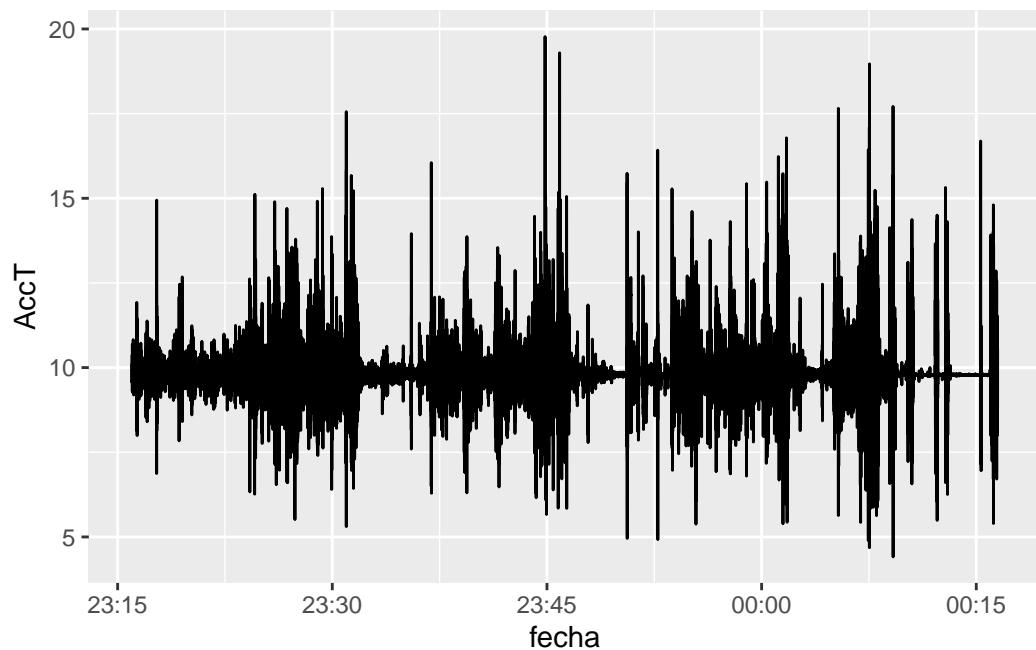


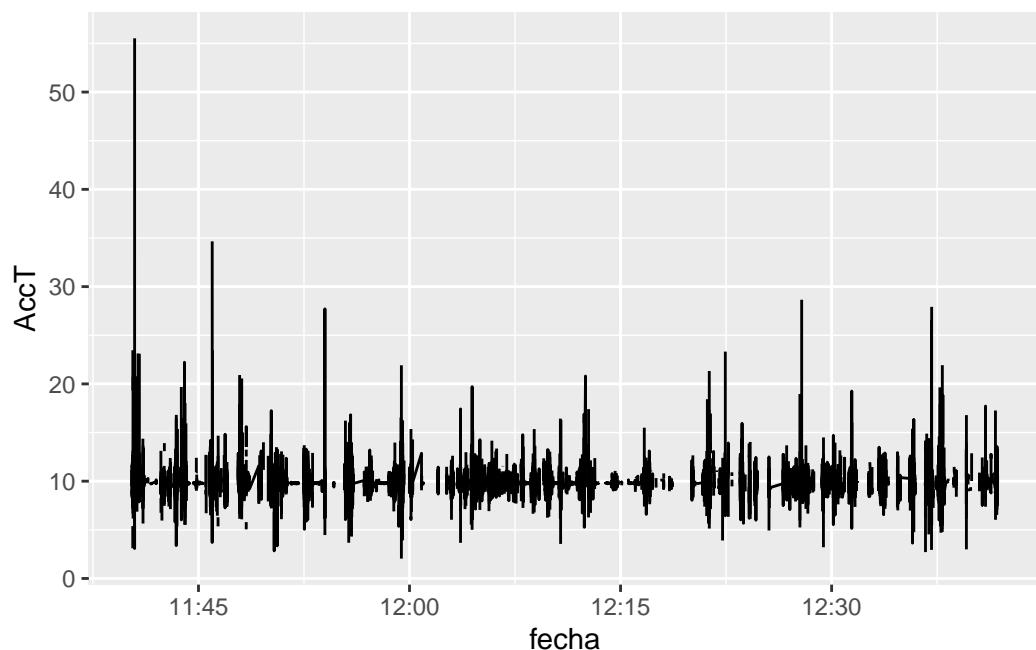
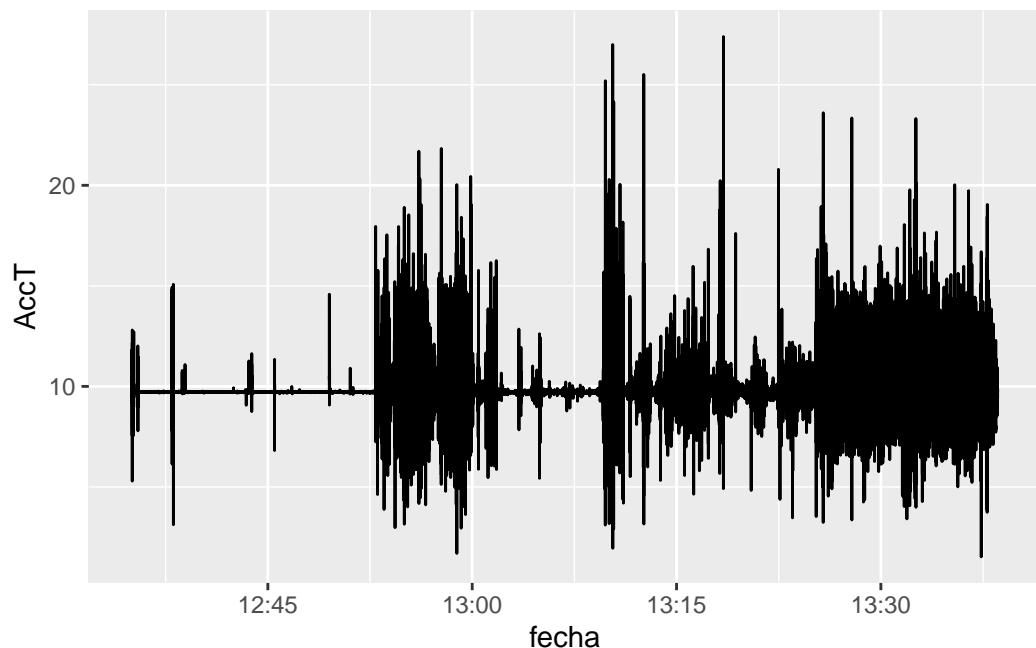
En las mediciones realizadas de manera simultánea por Melany y Juan, se observa una notable correspondencia en los patrones de aceleración registrados en los tres ejes (X, Y y Z). Sin embargo, en varias secciones de las gráficas se identifican valores similares pero en dirección opuesta, lo que sugiere que uno de los celulares pudo haber estado orientado en sentido inverso al otro durante la grabación.

Adicionalmente, se evidencia que los datos recolectados por Melany presentan mayores variaciones en la aceleración, lo cual puede deberse a movimientos más intensos o bruscos durante la actividad registrada. A pesar de esta diferencia en la magnitud, ambas series mantienen cierta sincronía y regularidad en los cambios de dirección, lo que refuerza la idea de que ambos dispositivos estaban captando el mismo conjunto de eventos físicos, aunque desde posiciones o orientaciones distintas.

#### **Gráfica de la aceleración total.**

$$AccT = \sqrt{AccX^2 + AccY^2 + AccZ^2}$$





**Gráfica con una sección de la aceleración total.**



## Resumen de todos los datos de aceleración

timestamp	LinearAccelerometerSensor	AccX
Min. :1.75e+12	Min. :0.0001469	Min. :-8.0296
1st Qu.:1.75e+12	1st Qu.:0.0258557	1st Qu.:-0.3018
Median :1.75e+12	Median :0.0867111	Median : 0.2762
Mean :1.75e+12	Mean :0.1561730	Mean : 0.1770
3rd Qu.:1.75e+12	3rd Qu.:0.2099288	3rd Qu.: 0.9444
Max. :1.75e+12	Max. :4.7827266	Max. : 7.7667

AccY	AccZ	fecha
Min. :-7.9534	Min. :-1.411	Min. :2025-06-11 23:16:00
1st Qu.: 0.9264	1st Qu.: 8.702	1st Qu.:2025-06-11 23:31:07
Median : 2.0892	Median : 9.481	Median :2025-06-11 23:46:15
Mean : 2.6772	Mean : 8.956	Mean :2025-06-11 23:46:15
3rd Qu.: 3.6114	3rd Qu.: 9.781	3rd Qu.:2025-06-12 00:01:22
Max. : 9.7049	Max. :19.100	Max. :2025-06-12 00:16:29

AccT
Min. : 4.411
1st Qu.: 9.687
Median : 9.792
Mean : 9.813
3rd Qu.: 9.913
Max. :19.773

timestamp	AccX	AccY	AccZ
Min. :1.749e+12	Min. :-48.935	Min. :-59.251	Min. :-77.881
1st Qu.:1.749e+12	1st Qu.: -0.842	1st Qu.: -6.484	1st Qu.: -5.341
Median :1.749e+12	Median : -0.246	Median : -0.131	Median : 2.940
Mean :1.749e+12	Mean : 0.086	Mean : -2.131	Mean : 1.837
3rd Qu.:1.749e+12	3rd Qu.: 1.604	3rd Qu.: 2.272	3rd Qu.: 8.999
Max. :1.749e+12	Max. : 63.087	Max. : 46.402	Max. : 78.441
	NA's :131252	NA's :131802	NA's :131942

fecha	AccT
Min. :2025-06-03 12:33:36	Min. : 0.415
1st Qu.:2025-06-03 12:56:38	1st Qu.: 9.625
Median :2025-06-03 13:19:36	Median : 9.863
Mean :2025-06-03 13:19:00	Mean : 10.344
3rd Qu.:2025-06-03 13:41:07	3rd Qu.: 10.235
Max. :2025-06-03 14:03:10	Max. :105.063
	NA's :259295

timestamp	AccX	AccY	AccZ
-----------	------	------	------

Min. :1.749e+12	Min. :-24.3647	Min. :-17.59591	Min. :-9.641
1st Qu.:1.749e+12	1st Qu.: -1.6076	1st Qu.: -1.67966	1st Qu.: 7.772
Median :1.749e+12	Median : 0.2582	Median : -0.05583	Median : 9.255
Mean :1.749e+12	Mean : 0.1442	Mean : -0.16191	Mean : 7.771
3rd Qu.:1.749e+12	3rd Qu.: 0.9013	3rd Qu.: 0.68183	3rd Qu.: 9.715
Max. :1.749e+12	Max. : 20.6317	Max. : 15.09252	Max. :25.511
<b>fecha</b>		<b>AccT</b>	
Min. :2025-06-03 12:35:01	Min. : 1.522		
1st Qu.:2025-06-03 12:50:54	1st Qu.: 9.647		
Median :2025-06-03 13:06:47	Median : 9.721		
Mean :2025-06-03 13:06:48	Mean : 9.813		
3rd Qu.:2025-06-03 13:22:41	3rd Qu.: 9.828		
Max. :2025-06-03 13:38:34	Max. : 27.394		
<b>timestamp</b>		<b>AccX</b>	
Min. :1.749e+12	Min. :-23.418	Min. :-55.107	Min. :-24.836
1st Qu.:1.749e+12	1st Qu.: -3.241	1st Qu.: -7.439	1st Qu.: -8.498
Median :1.749e+12	Median : -2.355	Median : -4.935	Median : -7.761
Mean :1.749e+12	Mean : -2.025	Mean : -5.318	Mean : -6.682
3rd Qu.:1.749e+12	3rd Qu.: -1.191	3rd Qu.: -3.819	3rd Qu.: -5.630
Max. :1.749e+12	Max. : 17.761	Max. : 9.811	Max. : 15.535
	NA's :10755	NA's :6731	NA's :11109
<b>fecha</b>		<b>AccT</b>	
Min. :2025-06-07 11:40:16	Min. : 2.040		
1st Qu.:2025-06-07 11:52:53	1st Qu.: 9.534		
Median :2025-06-07 12:06:49	Median : 9.810		
Mean :2025-06-07 12:07:45	Mean : 9.918		
3rd Qu.:2025-06-07 12:21:09	3rd Qu.:10.213		
Max. :2025-06-07 12:41:48	Max. : 55.521		
	NA's :17738		

## Análisis exploratorio de los datos

mediaX	sdX	mediaY	sdY	mediaZ	sdZ	mediaT	sdT
1 0.08572985	3.370511	-2.130904	6.403037	1.837434	7.511221	10.34363	2.89564

## **Identificación actividad**

### **Identificación cambio de actividad**

Antes de identificar el tipo de actividad que se está realizando en cierto momento, es crucial reconocer el cuando ocurren estos cambios.

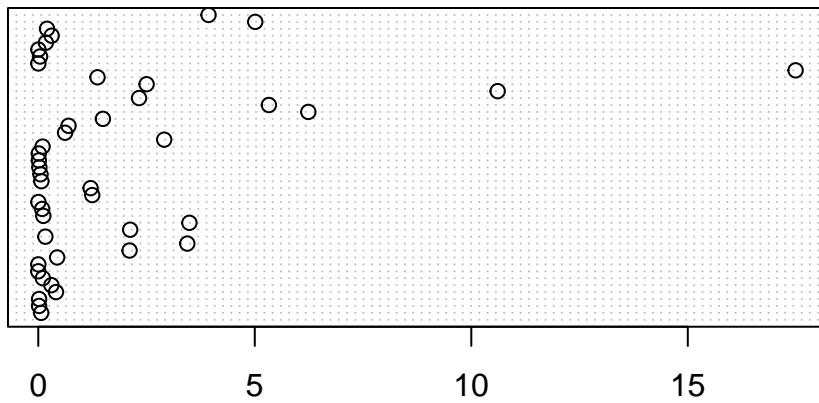
Para esto se propone una detección de cambios en la varianza de la aceleración total (AccT) usando ventanas móviles dado que cada actividad (caminar, estar quieto, montar en bus) genera un patrón distinto de variabilidad en la aceleración.

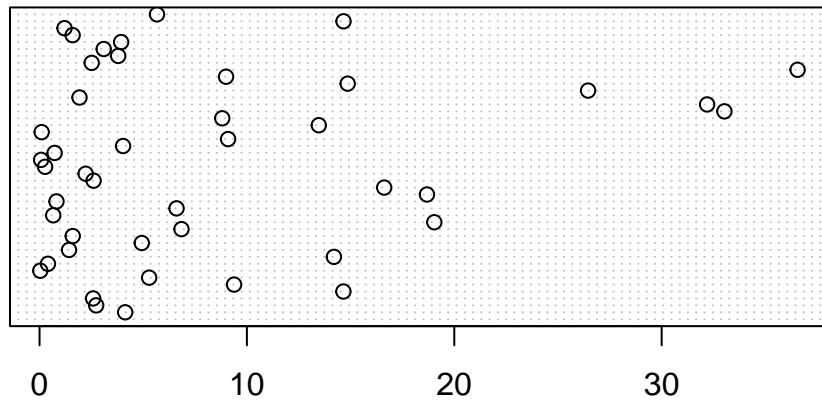
### **Suavizar los datos antes del análisis**

Aplicamos una media móvil para suavizar AccT y reducir ruido:

### **Calcular diferencia entre segmentos**

### **Detectar cambios entre grupos**





Gráfica

### Cambios de Actividad (Mejor Detectados)

