

R-Ladies Medellín

# R para análisis de confiabilidad en industrias de alto riesgo



23/08/2023

# Agenda

- ¿Qué es R-Ladies?
- Conceptos básicos de confiabilidad
- Análisis de confiabilidad en R
- Caso de estudio industria de O&G



R-Ladies es una organización mundial cuya misión es promover la diversidad de género en la comunidad R



R-Ladies capítulo Medellín



08/11/2019



# Equipo de trabajo



# Conceptos básicos de confiabilidad



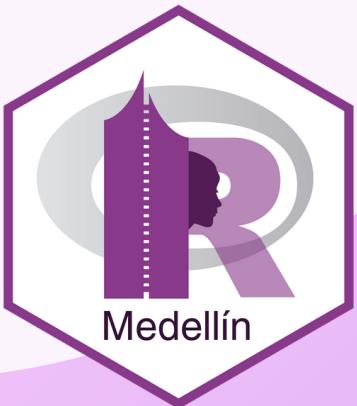
# Conceptos básicos de confiabilidad

## Proyecto Ideal

Ejecución sin fallas

Identificación y modelado de todas las posibles fallas

Tratamiento determinístico



# Conceptos básicos de confiabilidad

## Proyecto Ideal

Ejecución sin fallas

Identificación y modelado de todas las posibles fallas

Tratamiento determinístico

## Sin embargo...

Los procesos de falla y degradación no son entendidos a la perfección

Incertidumbre envuelta

Costo



# Conceptos básicos de confiabilidad

## Proyecto Ideal

Ejecución sin fallas

Identificación y modelado de todas las posibles fallas

Tratamiento determinístico

## Sin embargo...

Los procesos de falla y degradación no son entendidos a la perfección

Incertidumbre envuelta

Costo

## Proceso Probabilístico

Objetivo: Minimizar la ocurrencia de fallas (maximizar el desempeño del equipo)

Permite considerar la incertidumbre envuelta en los procesos

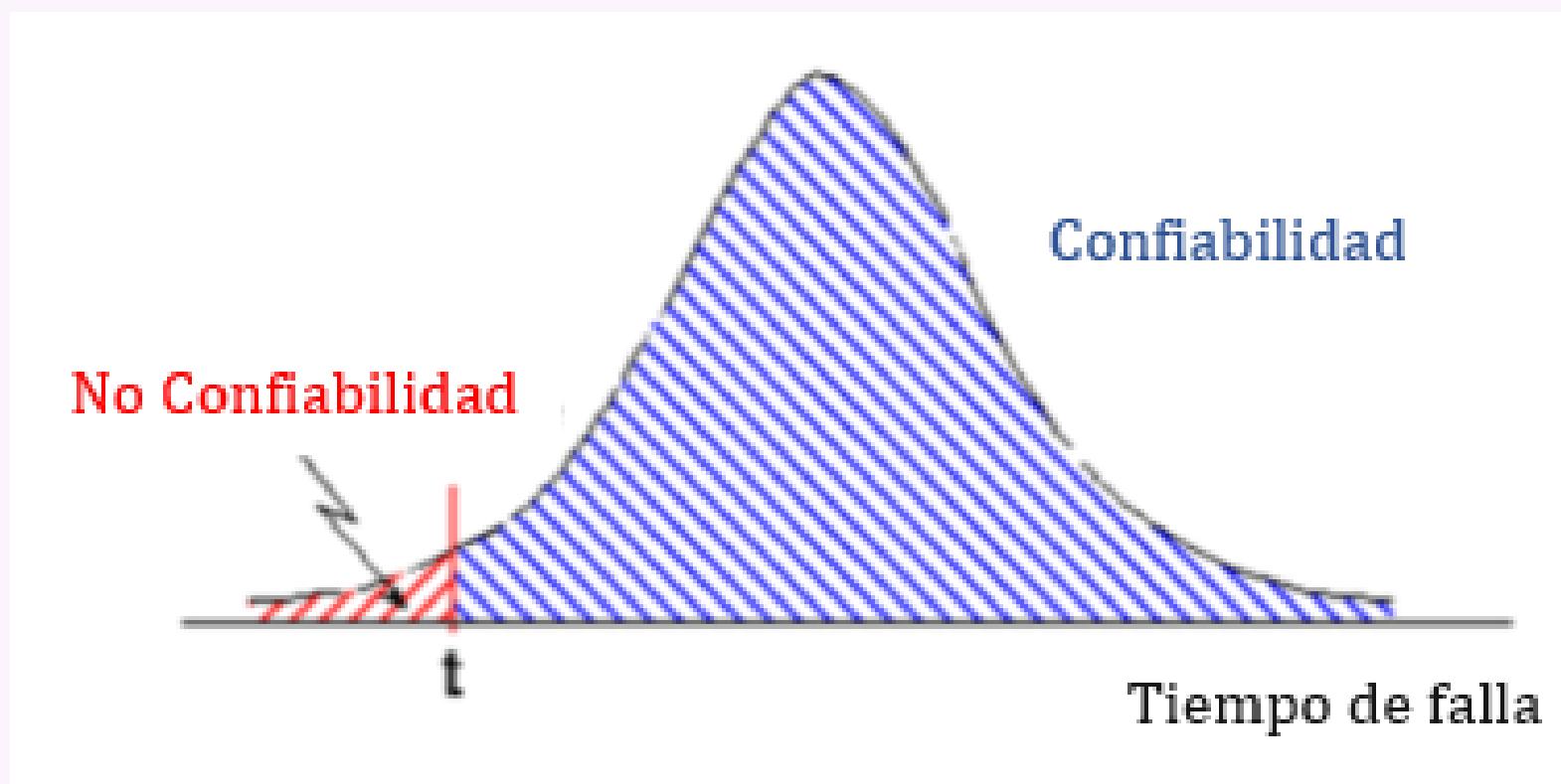
Utiliza información histórica y estadística



# Conceptos básicos de confiabilidad

## Confiabilidad

Es la probabilidad de un componente o sistema ejecutar la función para la cual fue diseñado, durante un período de tiempo predefinido, sobre condiciones operacionales establecidas



# Conceptos básicos de confiabilidad

## Confiabilidad

Es la probabilidad de un componente o sistema ejecutar la función para la cual fue diseñado, durante un período de tiempo predefinido, sobre condiciones operacionales establecidas

$$R(t) = P_r(T \geq t | c_1, c_2, \dots)$$

*T: Tiempo de falla (variable aleatoria)*

*t: Tiempo de misión*

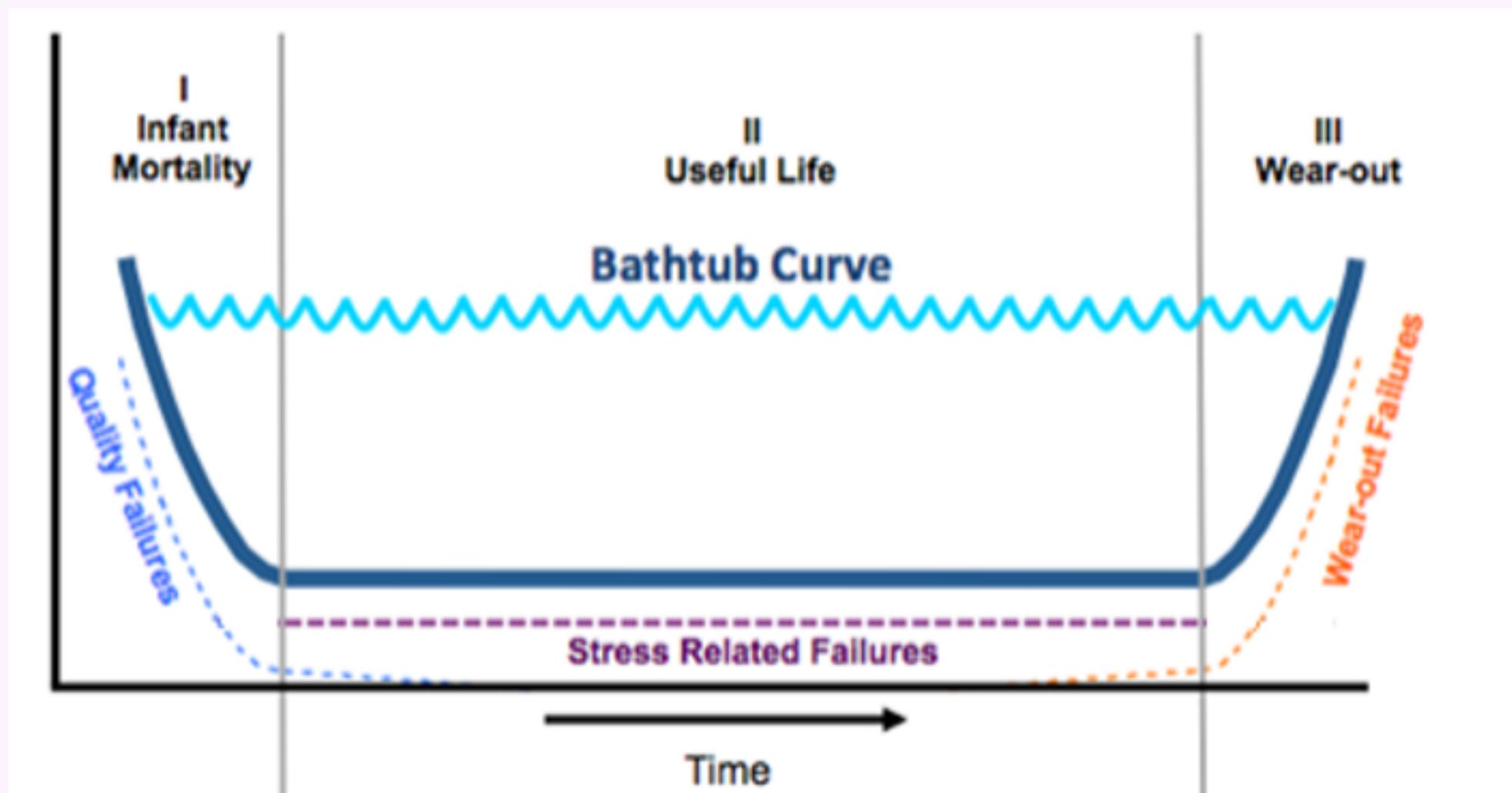
*c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, ... Condiciones operacionales*



# Conceptos básicos de confiabilidad

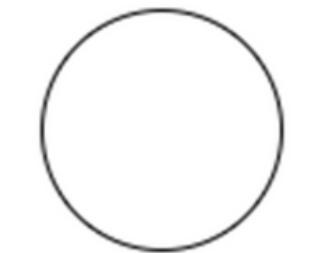
## $\lambda(t)$ - Hazard rate - $h(t)$

La tasa de falla es una función importante en el análisis de confiabilidad ya que muestra cambios en la probabilidad de falla durante la vida útil de un componente

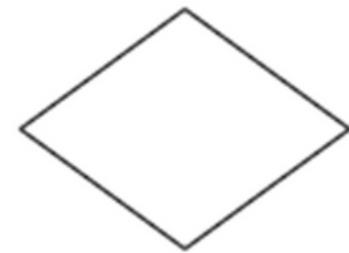


# Conceptos básicos de confiabilidad

## Árboles Lógicos



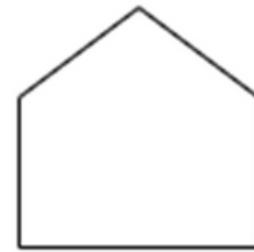
Evento Básico



Evento no desarrollado sea porque no hay información detallada al respecto o porque no se considera necesario



Evento intermediario o simplemente un evento de conexión



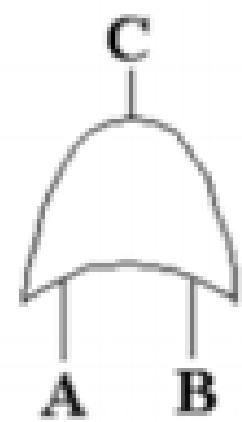
Evento externo posible de ser verificado



# Conceptos básicos de confiabilidad

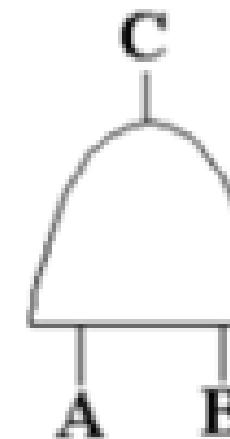
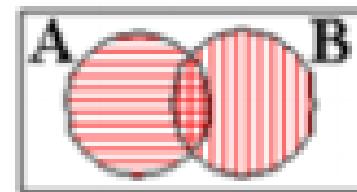
## Árboles Lógicos

### Principales puertas utilizadas



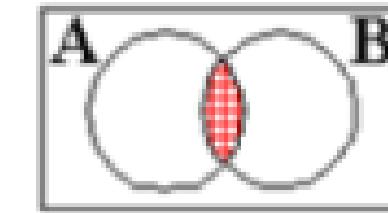
Puerta "O"

$$C = A \cup B$$
$$C = A + B$$



Puerta "Y"

$$C = A \cap B$$
$$C = A \cdot B$$



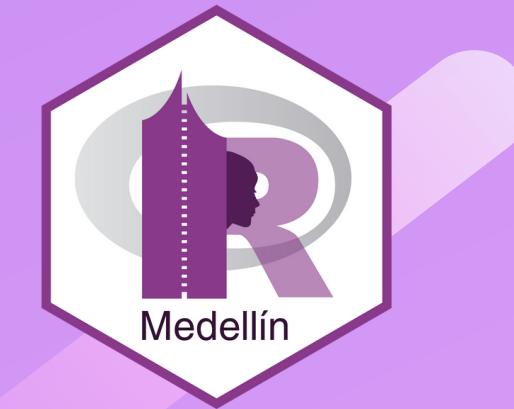
# Conceptos básicos de confiabilidad

## Árboles Lógicos

- No necesariamente incluye todos los posibles modos de fallas
- Puede incluir solo los eventos considerados importantes
  - Procedimiento no exhaustivo
  - Considera la experiencia y el conocimiento al respecto del evento analizado
- Procedimiento para la evaluación cuantitativa
  - Algebra Booleana
  - Técnica Combinatoria (tabla de la verdad)
  - BDD (BinaryDecisionDiagram)



# Análisis de confiabilidad en R



# Análisis de confiabilidad en R

Para desarrollar árboles de falla en R, es necesario instalar el paquete **FaultTree**. Si usted no ha utilizado aún este paquete, por favor siga las instrucciones de instalación que se presentan a continuación.



# Análisis de confiabilidad en R

## Procedimiento de instalación A

En general, desde la última versión de R, como administrador, debería poder simplemente copiar y pegar en la consola el siguiente comando de instalación

```
install.packages("FaultTree", repos="http://R-Forge.R-project.org")
```



# Análisis de confiabilidad en R

## Procedimiento de instalación B

Si el comando anterior no funciona, entonces...

1. Verifique la versión de R que esta utilizando,
2. Ingrese a <https://cran.r-project.org/bin/windows/Rtools/> y descargue la versión de R Tools compatible con su versión de R,
3. Instale R Tools,
4. Reinicie su dispositivo e ingrese a R,
5. Finalmente instale el paquete ‘FaultTree’ como acostumbra instalar sus paquetes en R.



# Análisis de confiabilidad en R

**Ahora el paquete 'FaultTree' debería estar  
disponible**

```
library(FaultTree)
```



# Análisis de confiabilidad en R

## Principales funciones del paquete 'FaultTree'

**ftree.make:** prepara un marco de datos inicial de una sola fila, que se construirá a medida que se desarrolle el árbol.

**ftree.calc:** realiza cálculos puerta por puerta desde la parte inferior hasta la parte superior del árbol de fallas.

```
control <- ftree.make(type="or",
                       name="Evento de Interes")
```

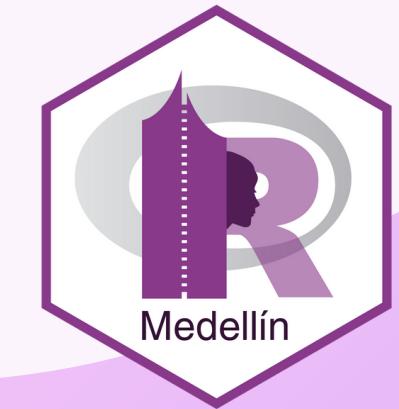
```
control <- ftree.calc(control, use.bdd = TRUE)
```



# Análisis de confiabilidad en R

## Principales funciones del paquete 'FaultTree'

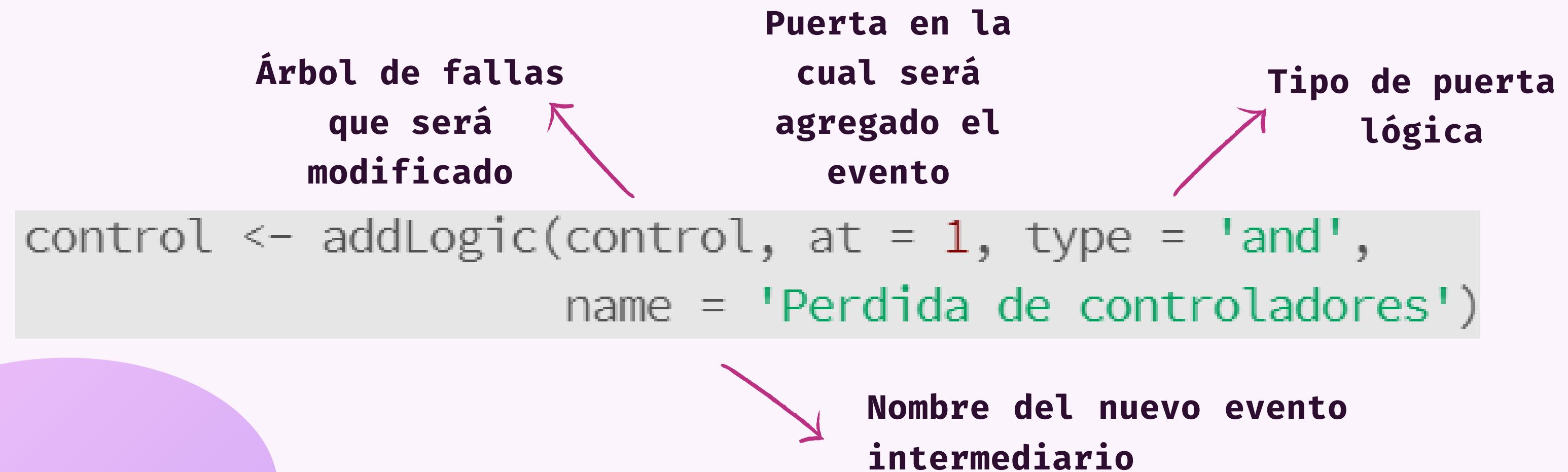
**addLogic:** modifica un árbol de fallas existente con la adición de un evento intermedio (se debe especificar la puerta lógica)



# Análisis de confiabilidad en R

## Principales funciones del paquete 'FaultTree'

**addLogic:** modifica un árbol de fallas existente con la adición de un evento intermedio (se debe especificar la puerta lógica)



```
control <- addLogic(control, at = 1, type = 'and',
                      name = 'Perdida de controladores')
```

Árbol de fallas que será modificado

Puerta en la cual será agregado el evento

Tipo de puerta lógica

Nombre del nuevo evento intermedio



# Análisis de confiabilidad en R

**Principales funciones del paquete 'FaultTree'**

**addProbability:** modifica un árbol de fallas existente con la adición de un evento básico.



# Análisis de confiabilidad en R

## Principales funciones del paquete 'FaultTree'

**addProbability:** modifica un árbol de fallas existente con la adición de un evento básico.

```
Árbol de fallas que será modificado
```

```
Puerta en la cual será agregado el evento
```

```
valor de probabilidad de ocurrencia
```

```
control <- addProbability(control, at = 3, prob = 0.5,  
                           name = "Nombre evento basico")
```

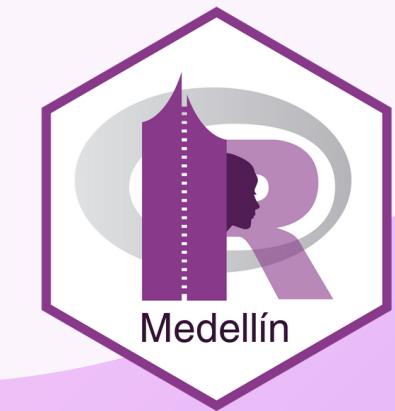
Nombre del nuevo evento básico



# Análisis de confiabilidad en R

**Principales funciones del paquete 'FaultTree'**

**addDuplicate:** modifica un árbol de fallas existente con la adición de eventos repetidos.



# Análisis de confiabilidad en R

## Principales funciones del paquete 'FaulTree'

**addDuplicate:** modifica un árbol de fallas existente con la adición de eventos repetidos.

```
Árbol de fallas que será modificado
```

Puerta en la cual será agregado el evento

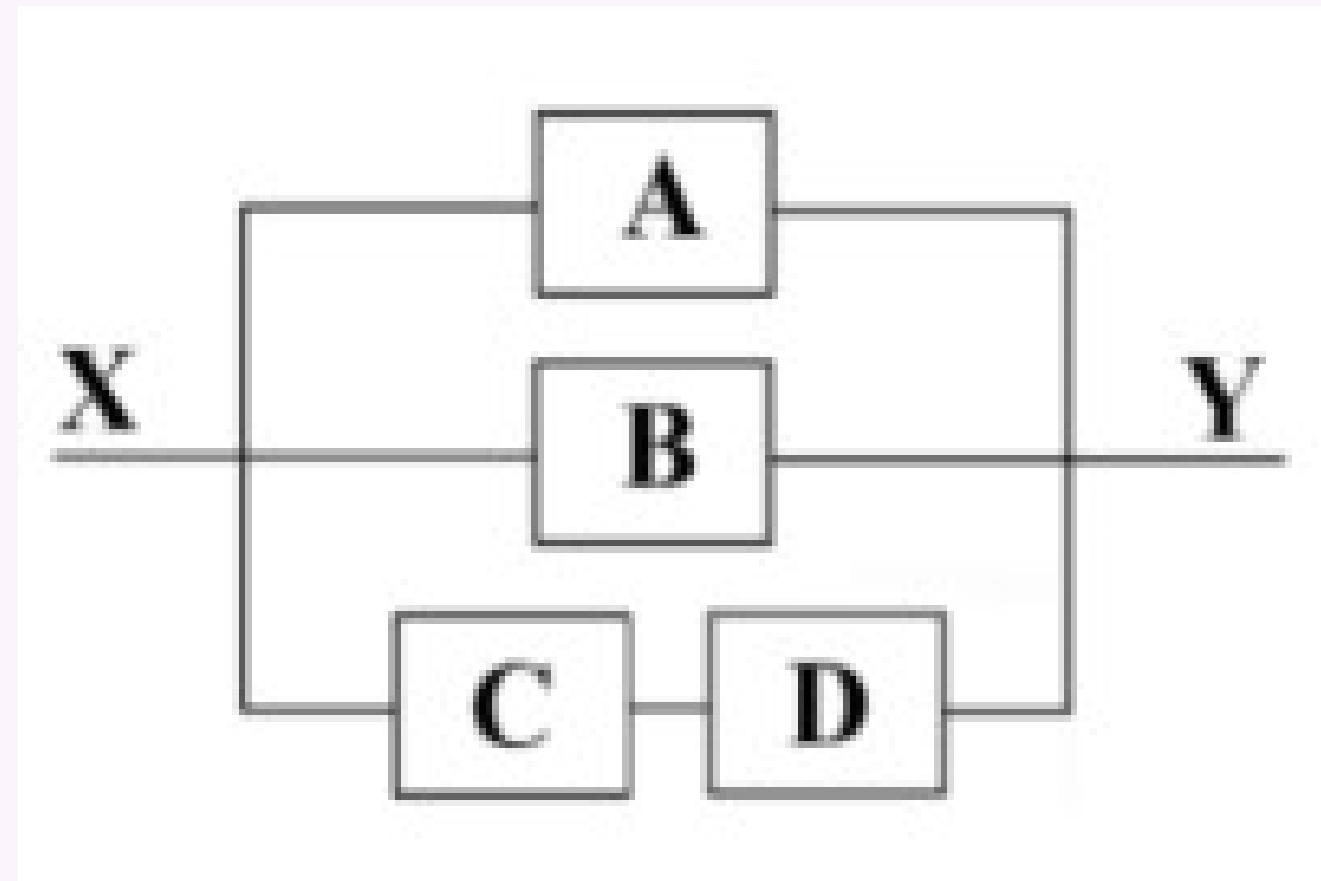
id del evento a ser duplicado

```
control <- addDuplicate(control, at = 4, dup_id = 7)
```



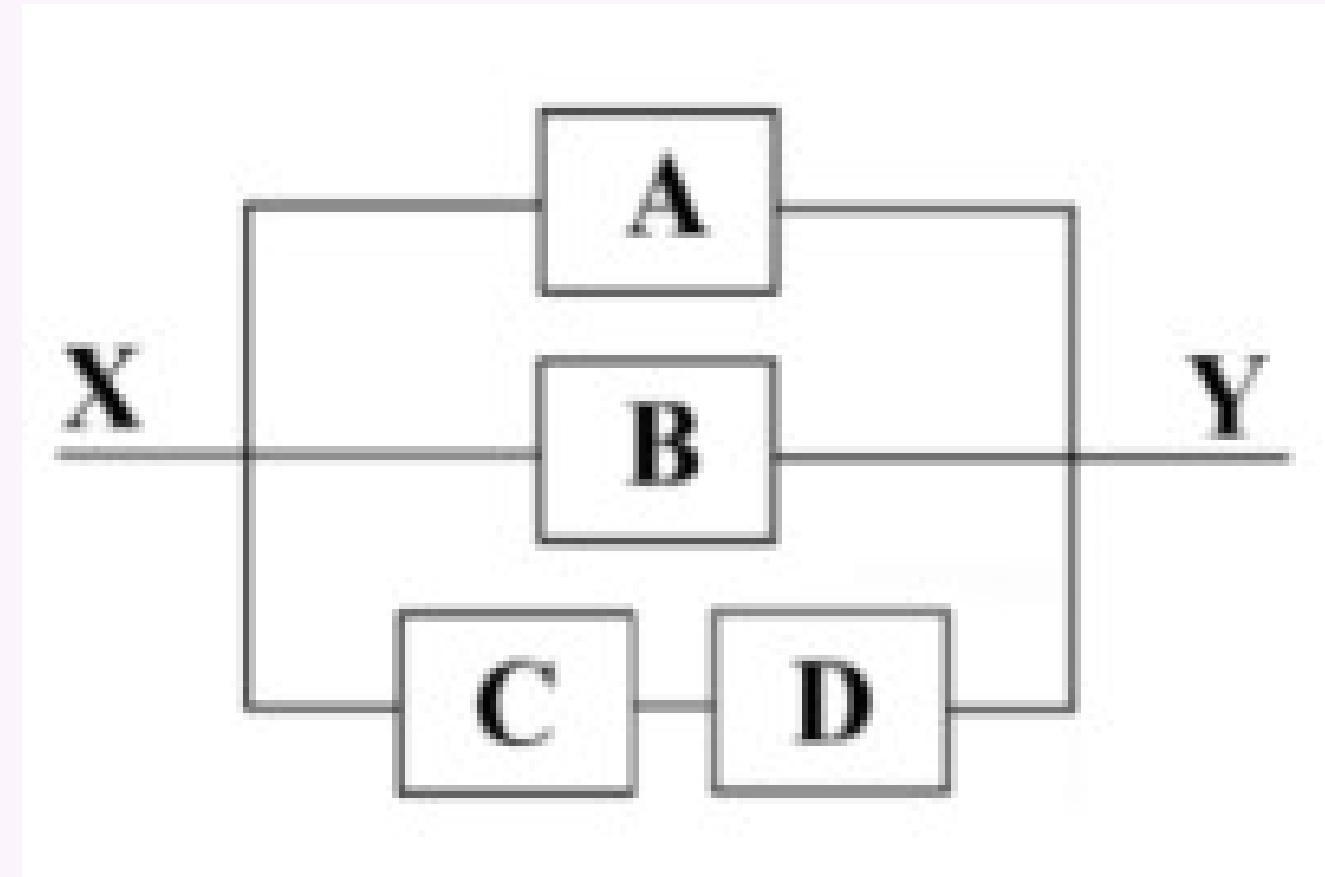
# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA

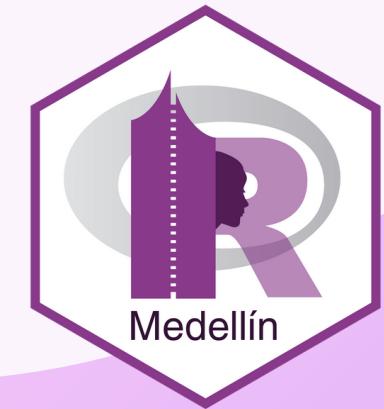


# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA

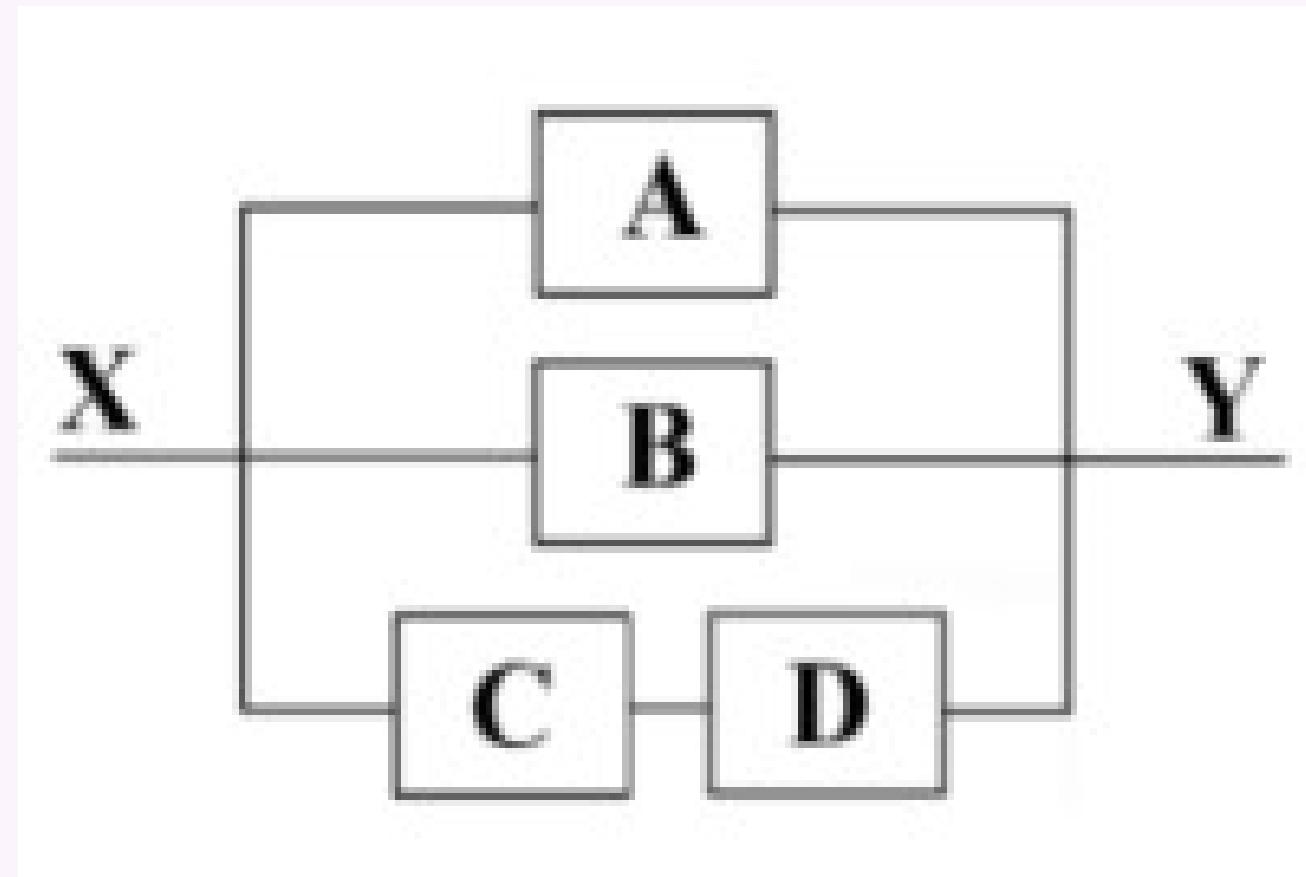


No hay flujo en **Y**



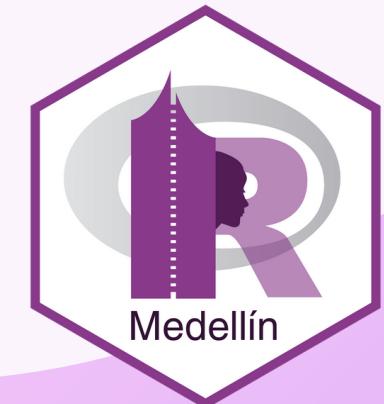
# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA



No hay flujo en Y

- A falla (0.1)
- B falla (0.1)
- C o D falla (0.1; 0.2)



# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA

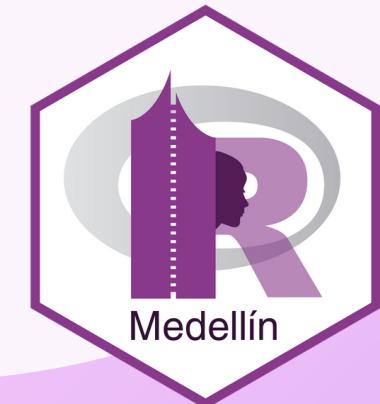
```
sistema <- ftree.make(type="and", name="No hay flujo en Y")
```



# Análisis de confiabilidad en R

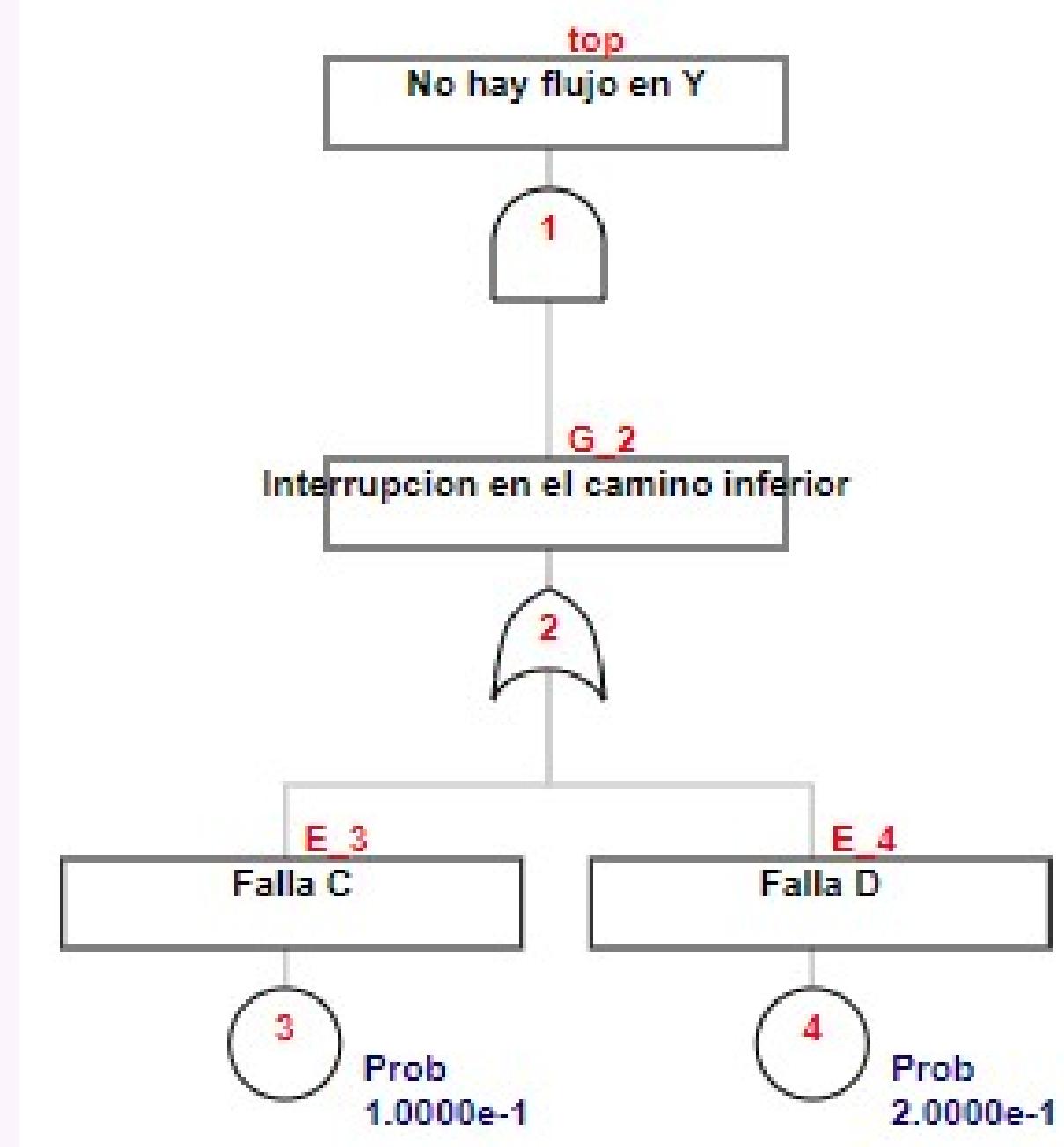
## Ejemplo básico de FTA

```
sistema <- ftree.make(type="and", name="No hay flujo en Y")  
  
sistema <- addLogic(sistema, at = 1, type = 'or', name = 'Interrupcion en el camino inferior')  
  
sistema <- addProbability(sistema, at = 2, prob = 0.1, name = "Falla C")  
sistema <- addProbability(sistema, at = 2, prob = 0.2, name = "Falla D")
```



# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA



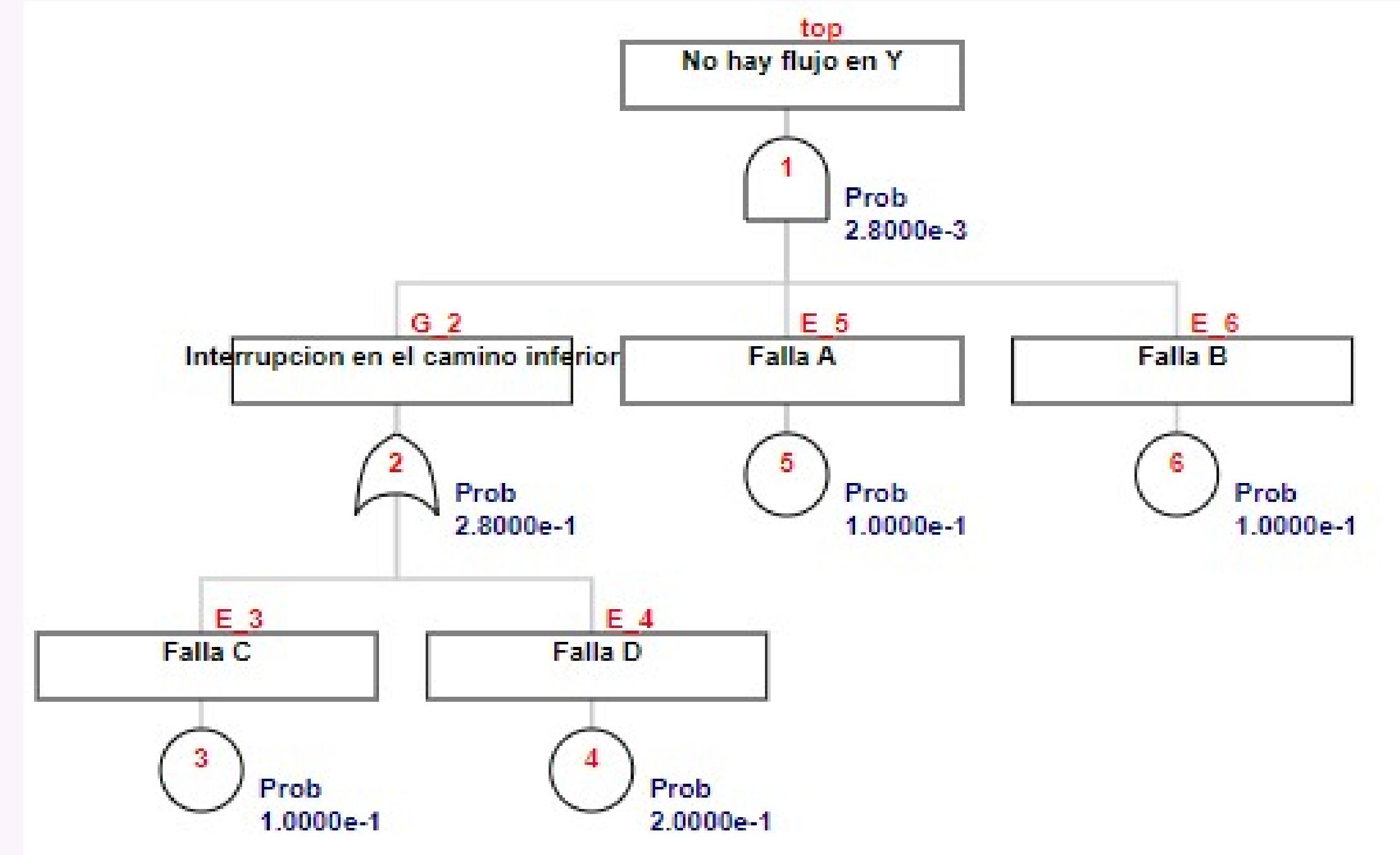
# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA

```
sistema <- ftree.make(type="and", name="No hay flujo en Y")  
  
sistema <- addLogic(sistema, at = 1, type = 'or', name = 'Interrupcion en el camino inferior')  
  
sistema <- addProbability(sistema, at = 2, prob = 0.1, name = "Falla C")  
sistema <- addProbability(sistema, at = 2, prob = 0.2, name = "Falla D")  
  
sistema <- addProbability(sistema, at = 1, prob = 0.1, name = "Falla A")  
sistema <- addProbability(sistema, at = 1, prob = 0.1, name = "Falla B")
```

# Análisis de confiabilidad en R

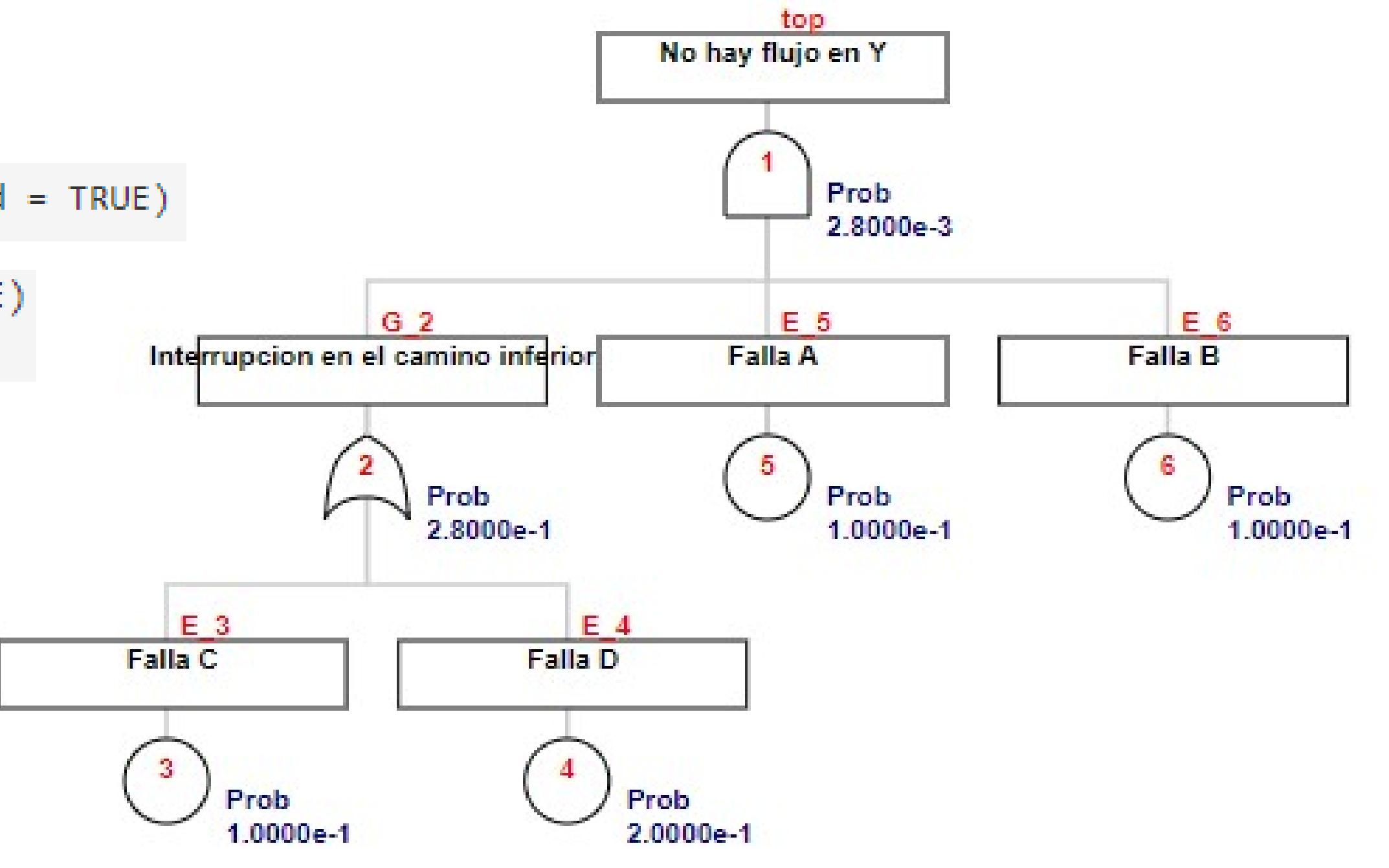
## Ejemplo básico de FTA



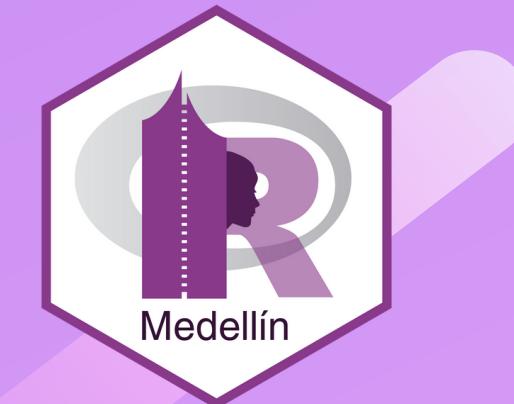
# Análisis de confiabilidad en R

## Ejemplo básico de FTA

```
sistema <- ftree.calc(sistema, use.bdd = TRUE)  
  
ftree2html(sistema, write_file=TRUE)  
browseURL("sistema.html")
```



# Caso de Estudio, Industria de Petróleo y gas



# Caso de estudio Industria O&G

Actualmente las unidades posicionadas dinámicamente son responsables por la mayoría de operaciones offshore en la industria de petróleo y gas.



Original Article

Institution of  
**MECHANICAL  
ENGINEERS**



Proc IMechE Part O:  
*J Risk and Reliability*  
1–31  
© IMechE 2021  
Article reuse guidelines:  
[sagepub.com/journals-permissions](http://sagepub.com/journals-permissions)  
DOI: [10.1177/1748006X211051805](https://doi.org/10.1177/1748006X211051805)  
[journals.sagepub.com/home/pio](http://journals.sagepub.com/home/pio)



## RAM analysis of dynamic positioning system: An approach taking into account uncertainties and criticality equipment ratings

Maria V Clavijo<sup>1</sup>, Adriana M Schleider<sup>1,2</sup> , Enrique Lopez Drogue<sup>3</sup> and Marcelo R Martins<sup>1</sup> 

# Caso de estudio Industria O&G

**Campos Onshore**

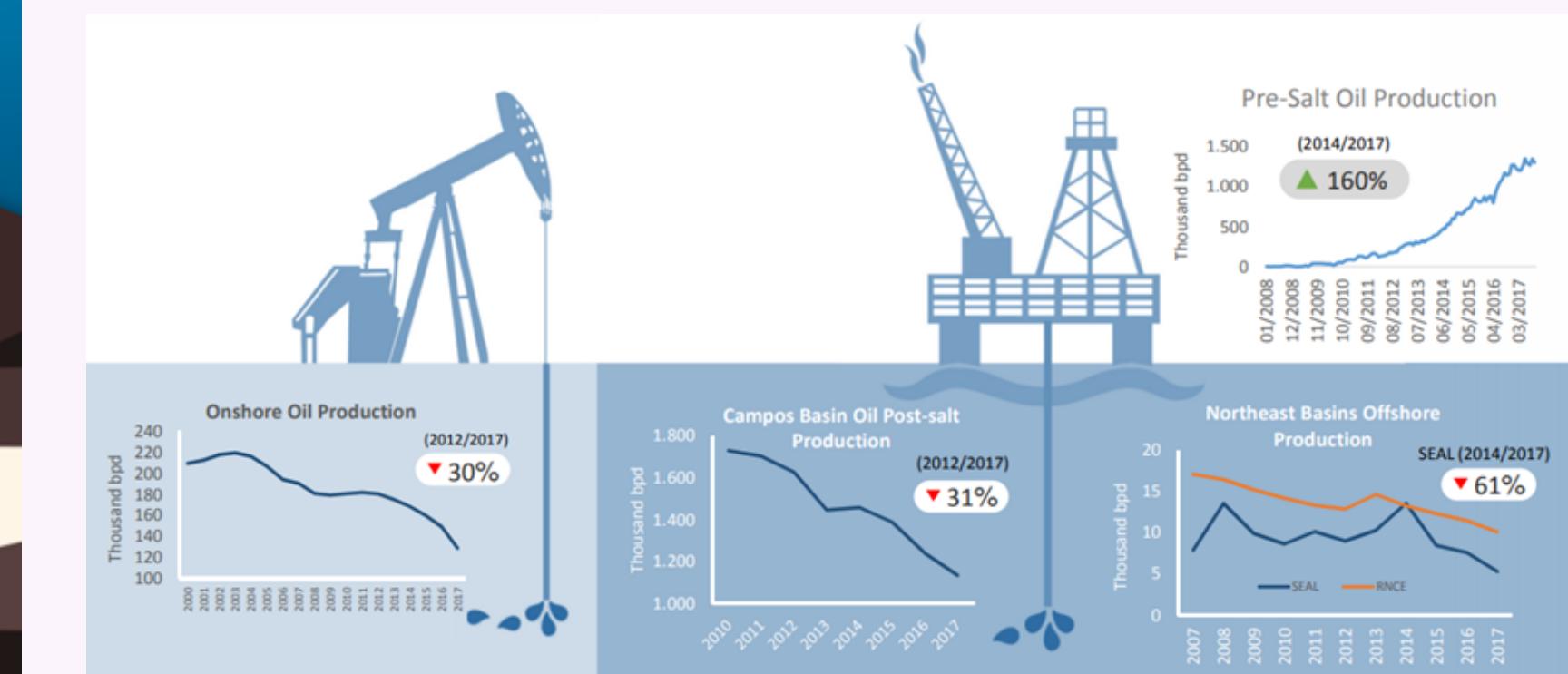
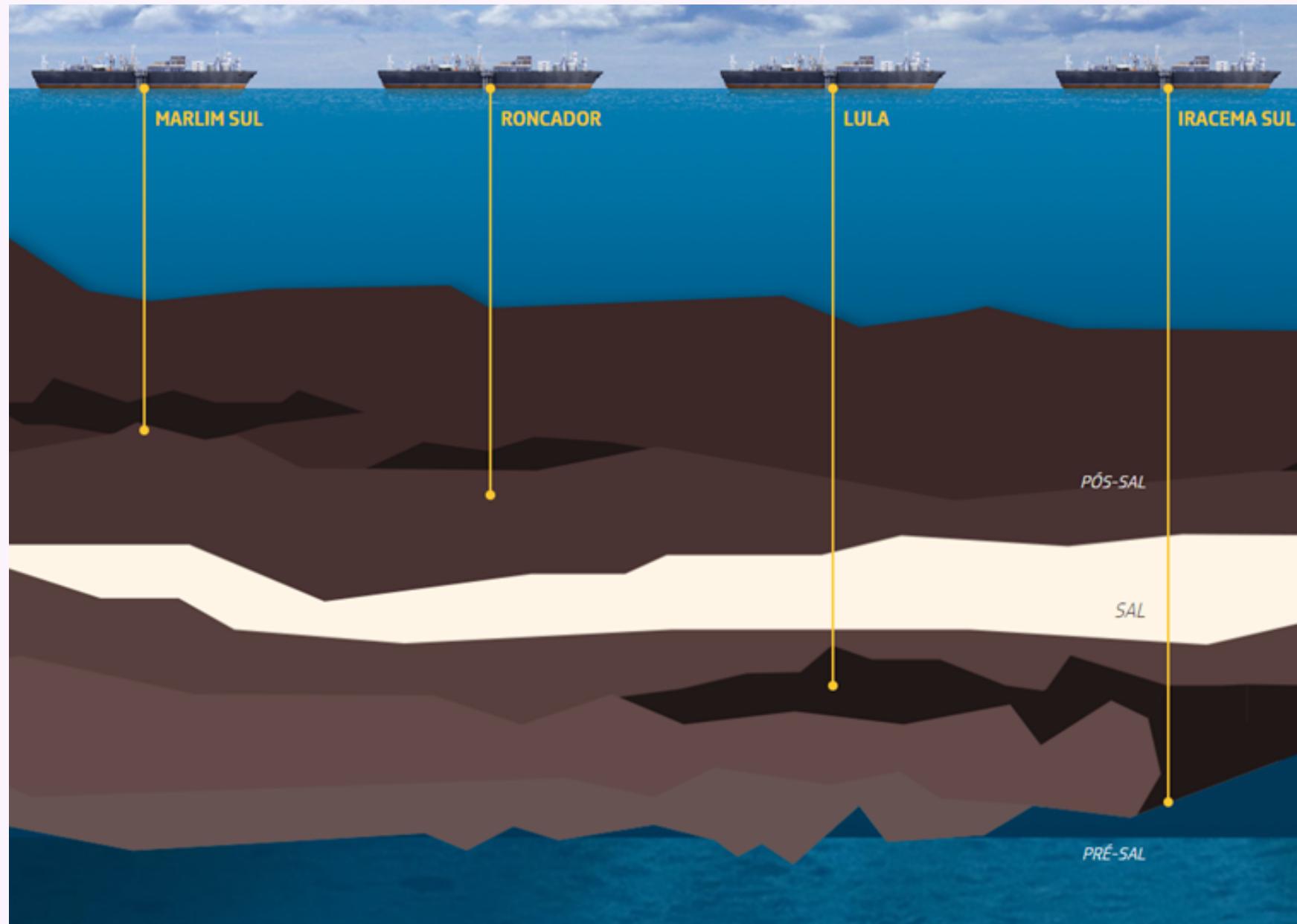


**Campos Offshore**

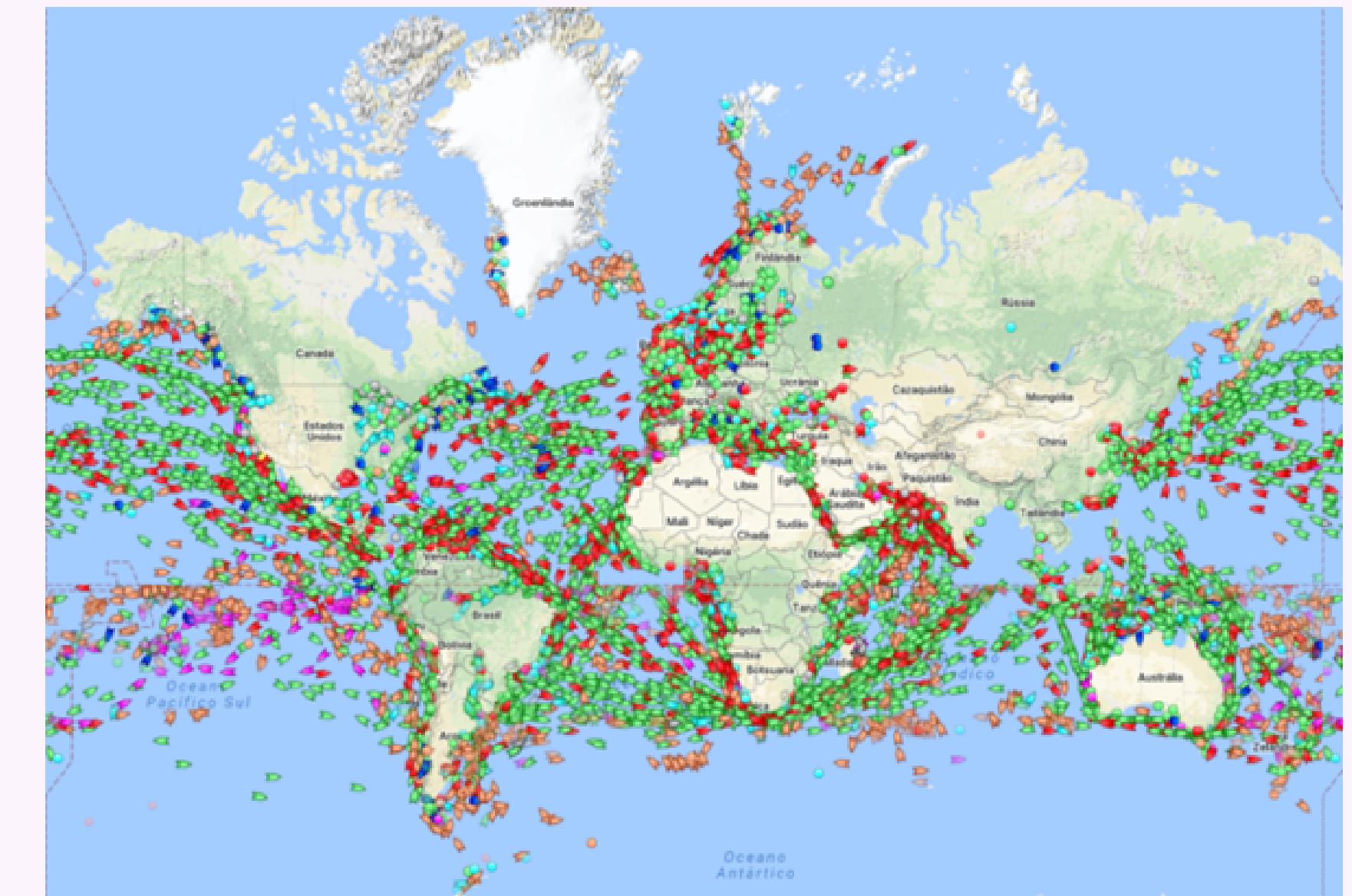
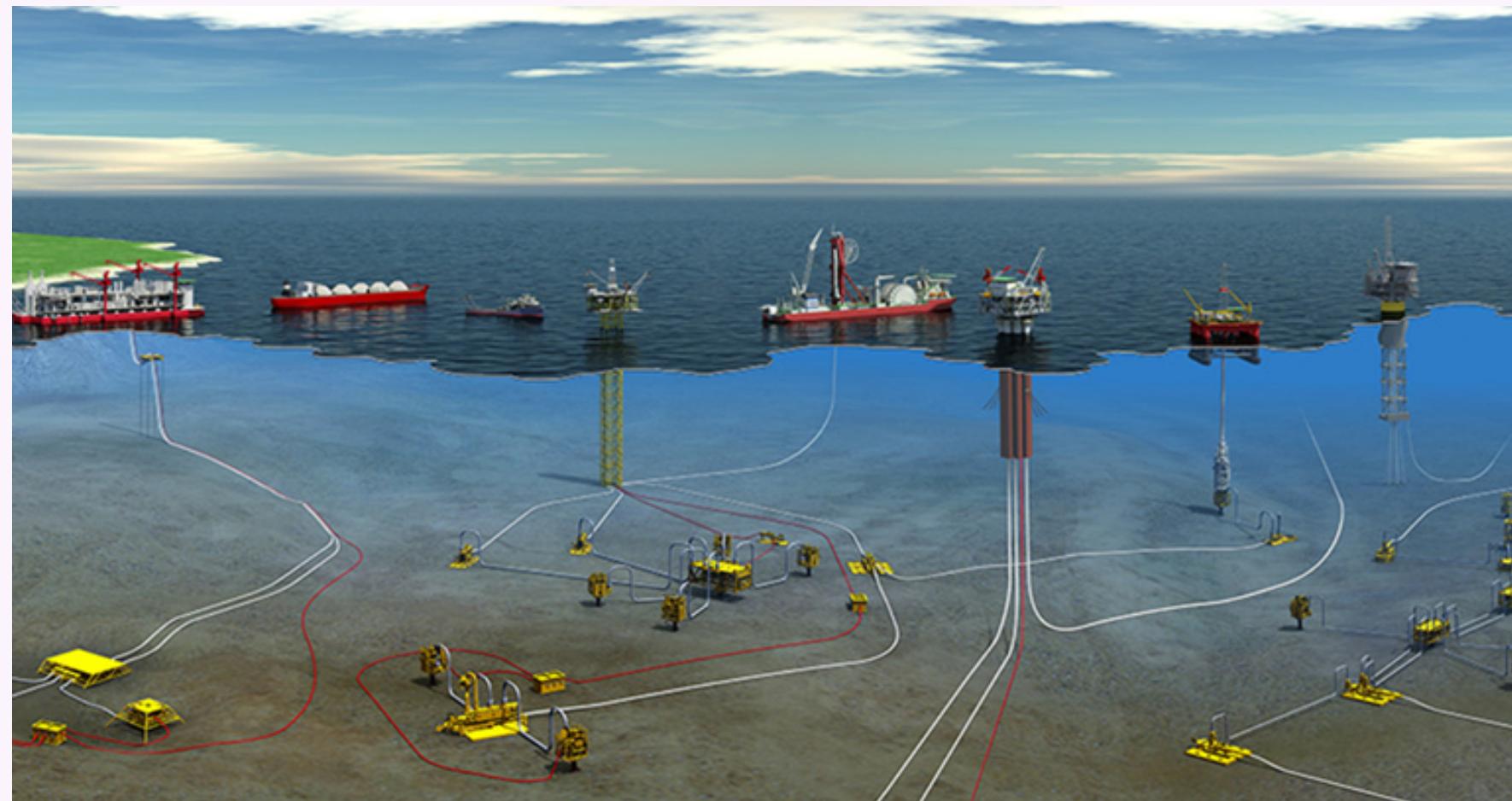


# Caso de estudio

## Industria O&G

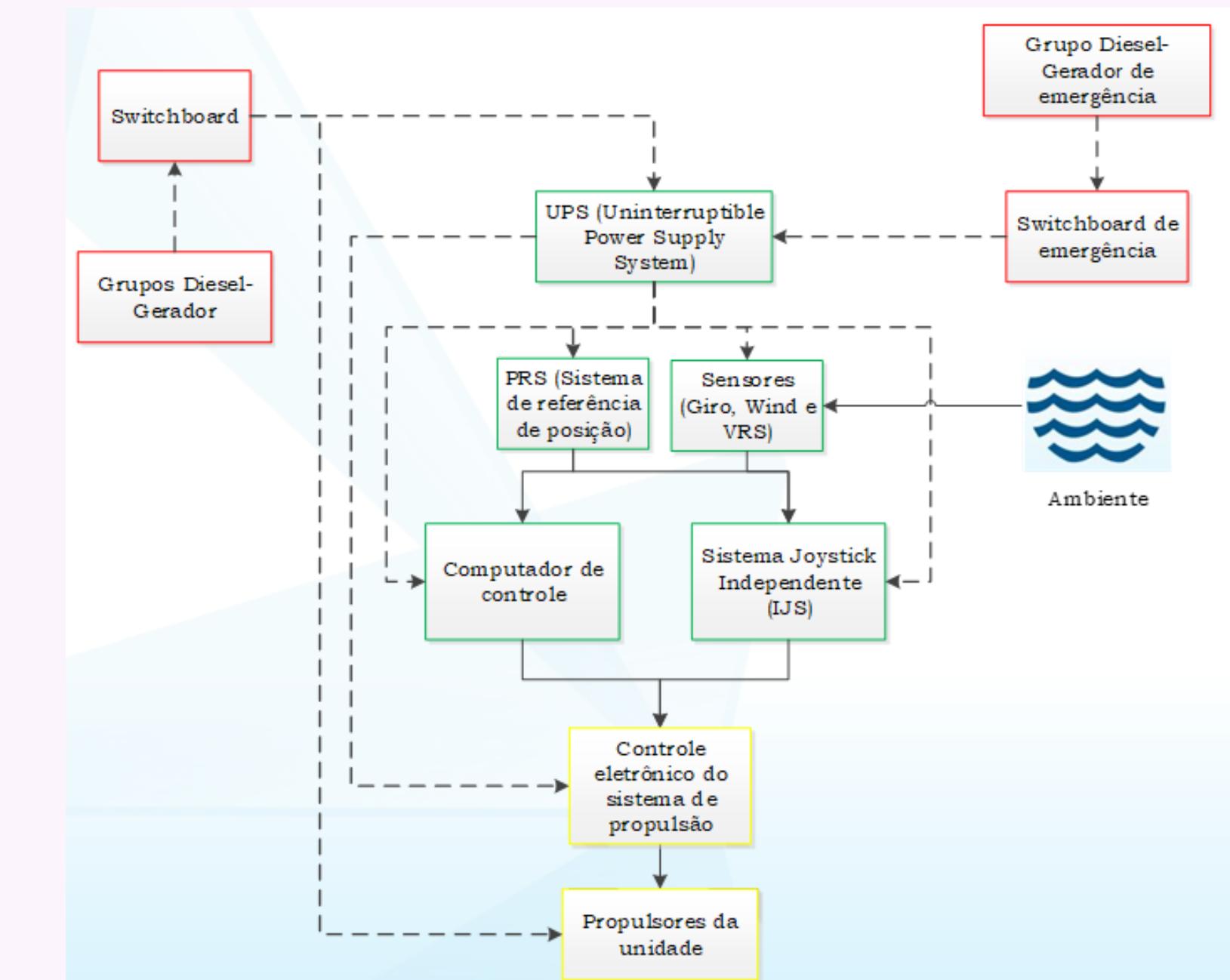
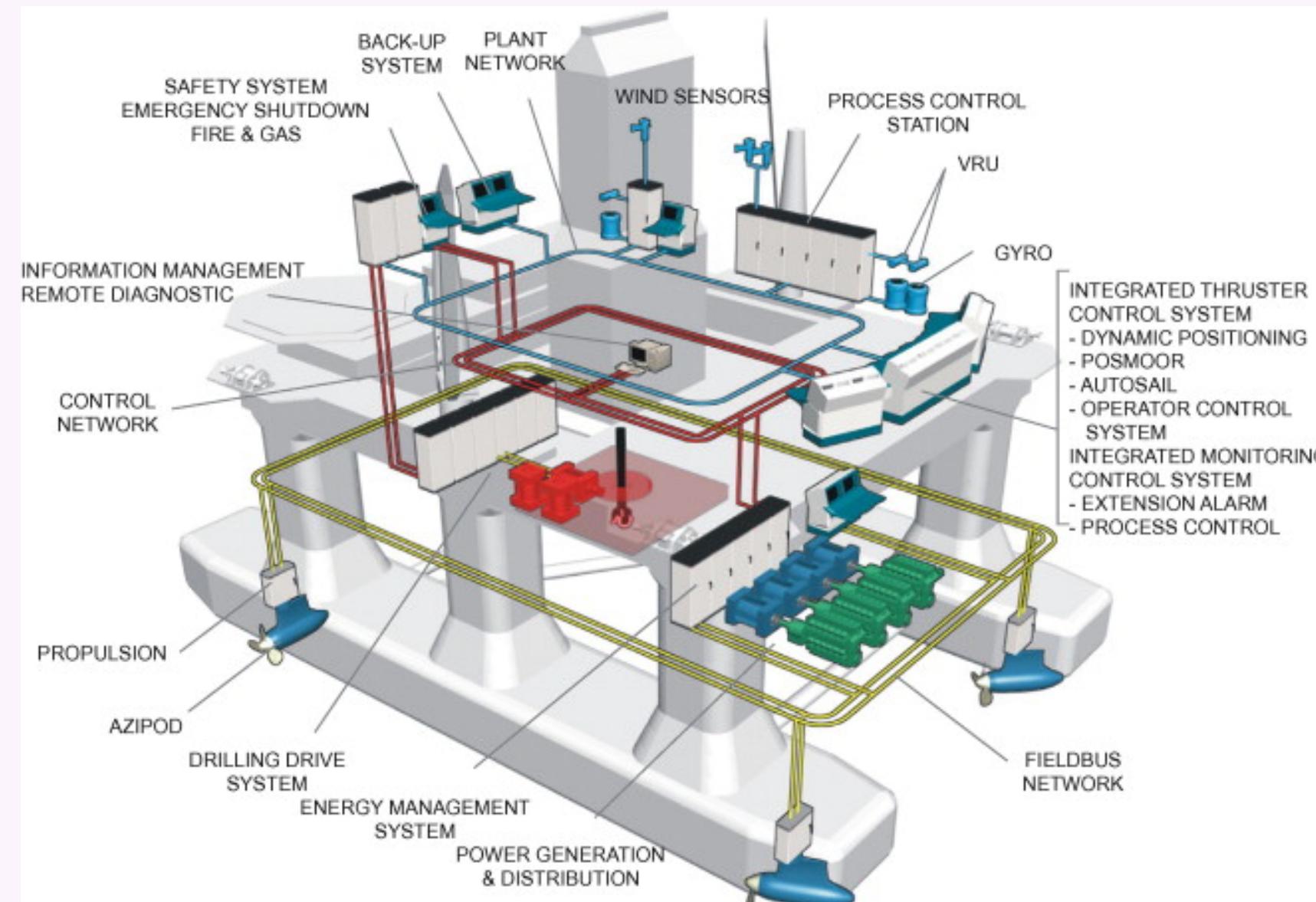


# Caso de estudio Industria O&G



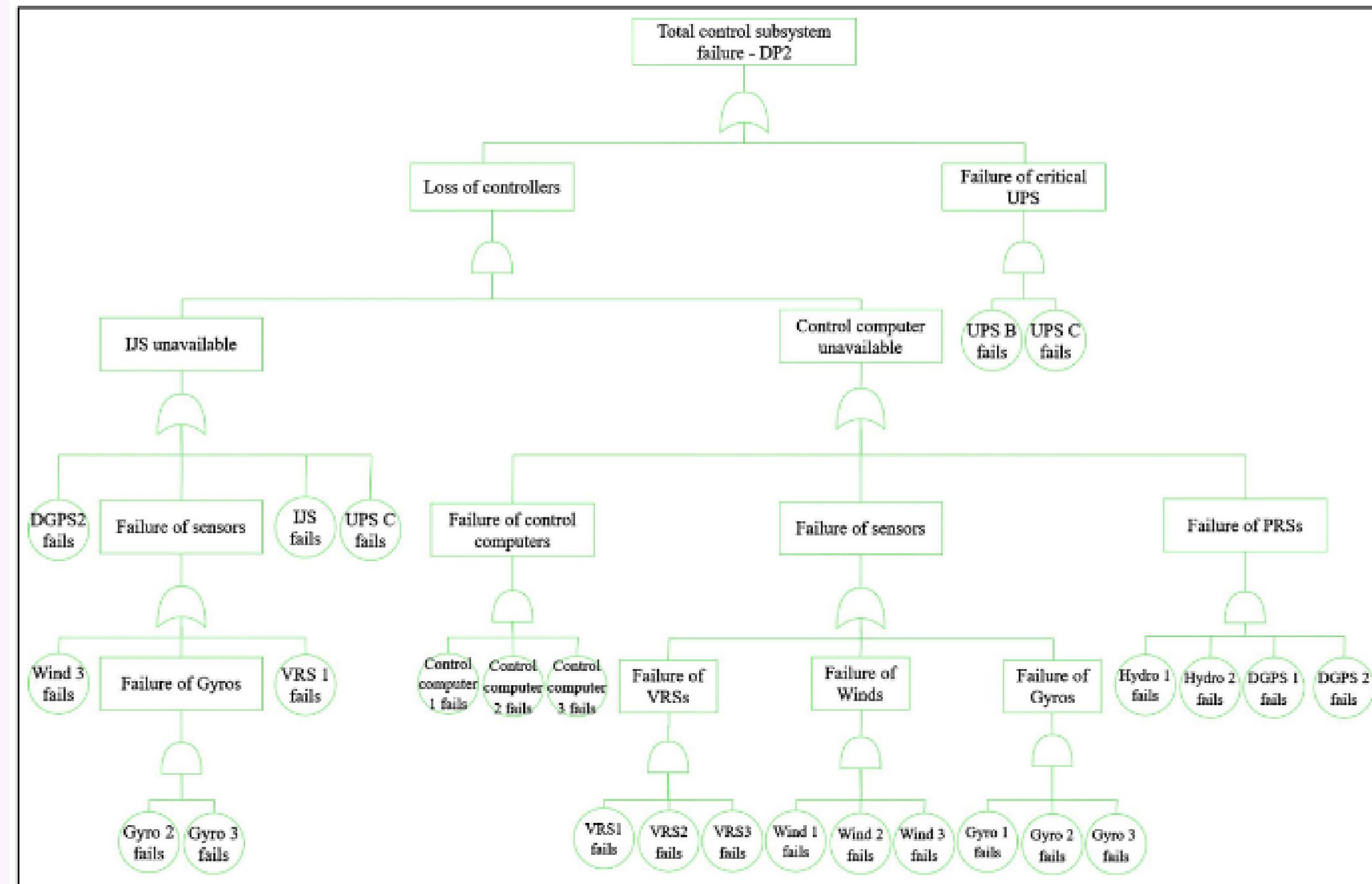
# Caso de estudio

## Industria O&G



# Caso de estudio

## Industria O&G



# Caso de estudio

## Industria O&G

El primer paso en un análisis de confiabilidad es definir el tiempo de misión sobre el cual se desarrollará el estudio y la probabilidad de falla de los componentes del sistema.

```
T_mission = 8760  
wind      = pexp(T_mission, 0.0000515)  
VRS       = pexp(T_mission, 0.0000113)  
gyro      = pexp(T_mission, 0.0000333)  
hydro     = pexp(T_mission, 0.0000285)  
DGPS      = pexp(T_mission, 0.0000102)  
UPS       = pexp(T_mission, 0.00000895)  
IJS       = pexp(T_mission, 0.0000174)  
computer  = pexp(T_mission, 0.0000174)
```

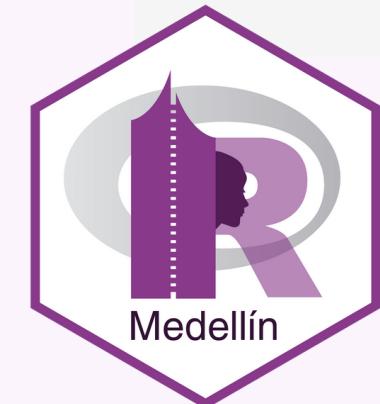
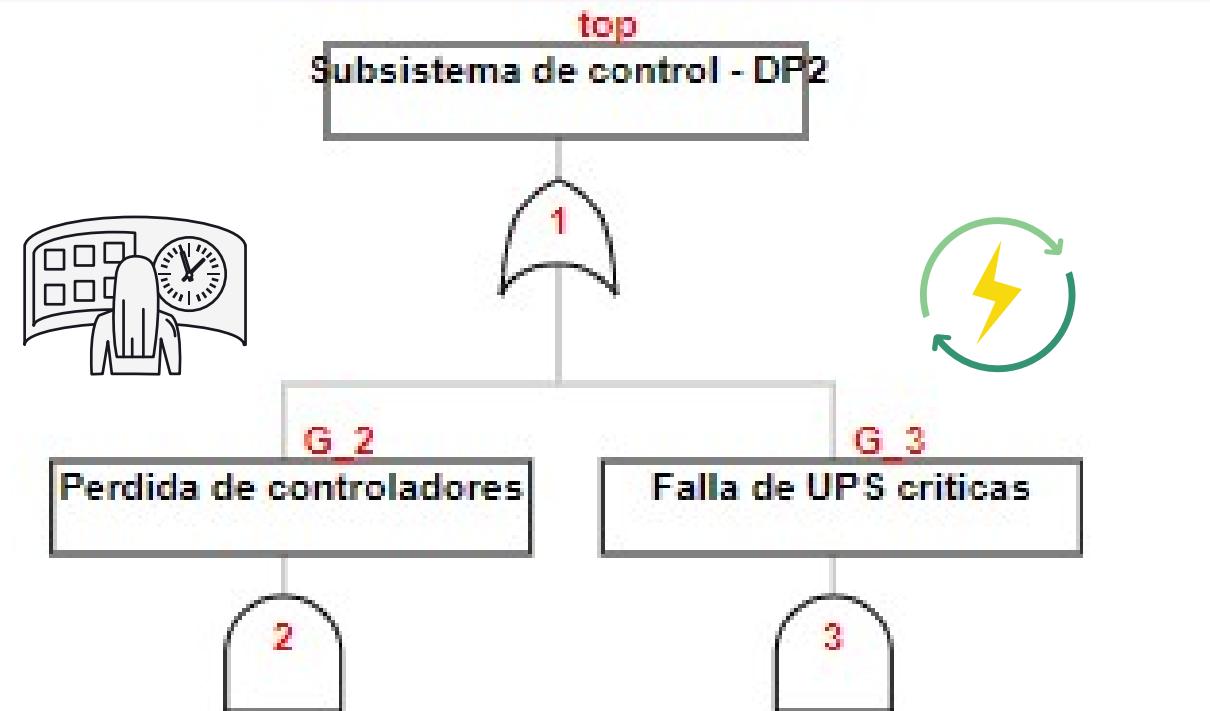


# Caso de estudio

## Industria O&G

Una vez definimos el tiempo de misión del sistema en estudio y la probabilidad de falla de los componentes, iniciaremos la construcción de nuestro árbol de fallas.

```
# Definir evento top
control <- ftree.make(type="or",
                        name="Subsistema de control - DP2")
# Agregaremos dos eventos intermedios a la puerta 1
control <- addLogic(control, at = 1, type = 'and',
                      name = 'Perdida de controladores')
control <- addLogic(control, at = 1, type = 'and',
                      name = 'Falla de UPS criticas')
```

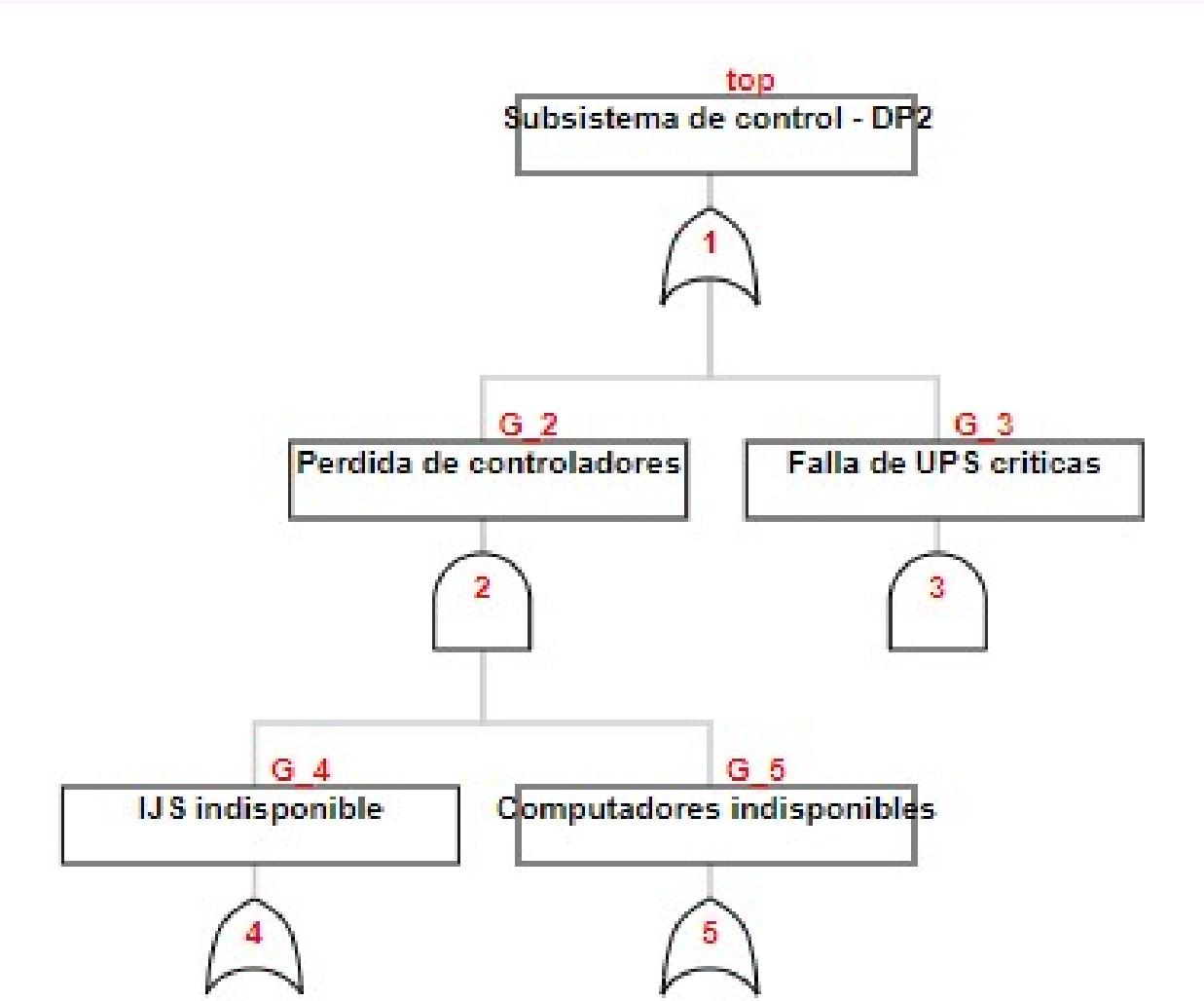


# Caso de estudio

## Industria O&G

La pérdida de los controladores ocurre con la indisponibilidad de los computadores de control principales y el IJS (Independent Joystick System).

```
# Agregaremos dos eventos intermedios a la puerta 2
control <- addLogic(control, at = 2, type = 'or',
                     name = 'IJS indisponible')
control <- addLogic(control, at = 2, type = 'or',
                     name = 'Computadores indisponibles')
```

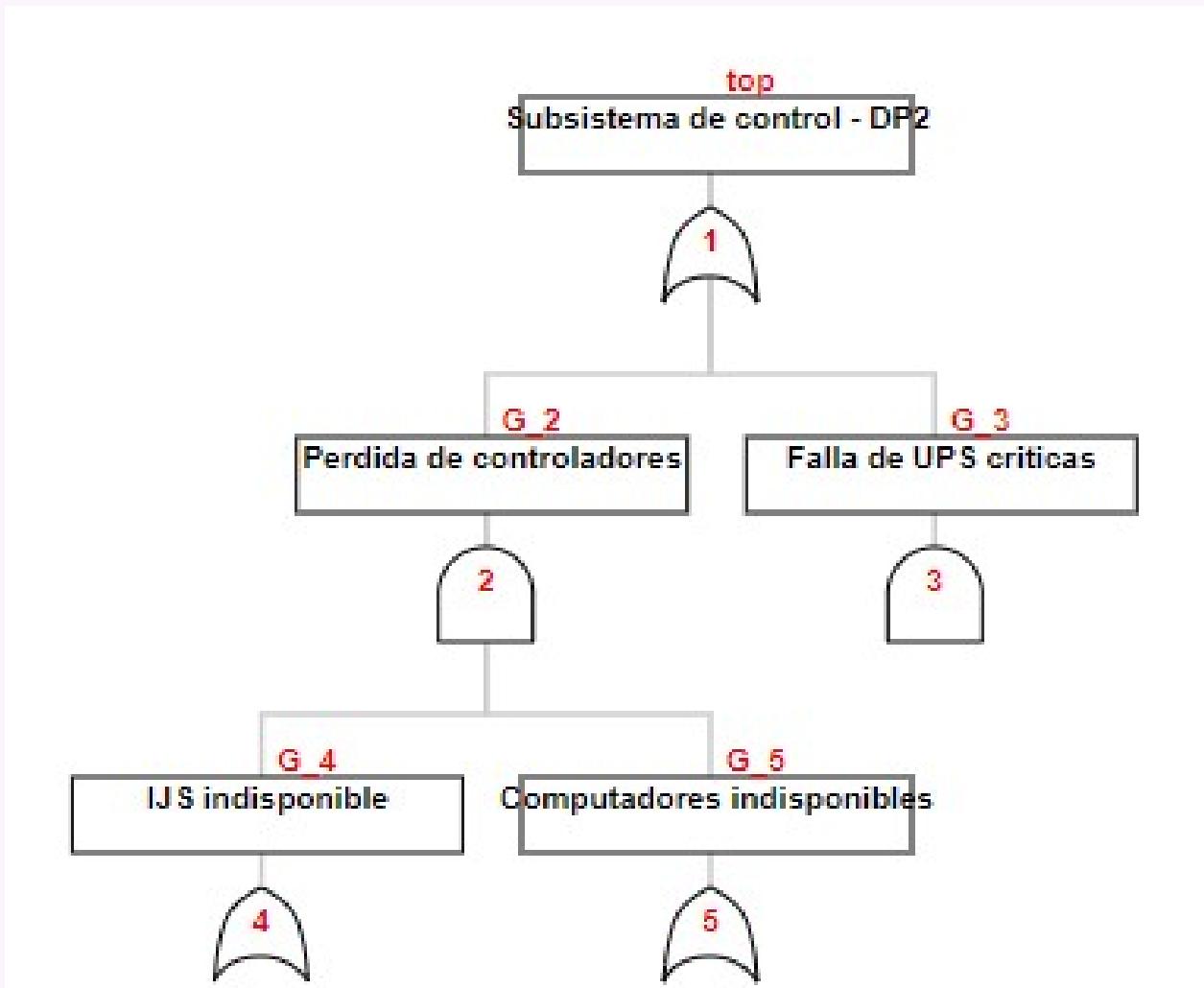


# Caso de estudio

## Industria O&G

La pérdida de los controladores ocurre con la indisponibilidad de los computadores de control principales y el IJS (Independent Joystick System).

```
# Agregaremos dos eventos intermedios a la puerta 2
control <- addLogic(control, at = 2, type = 'or',
                     name = 'IJS indisponible')
control <- addLogic(control, at = 2, type = 'or',
                     name = 'Computadores indisponibles')
```

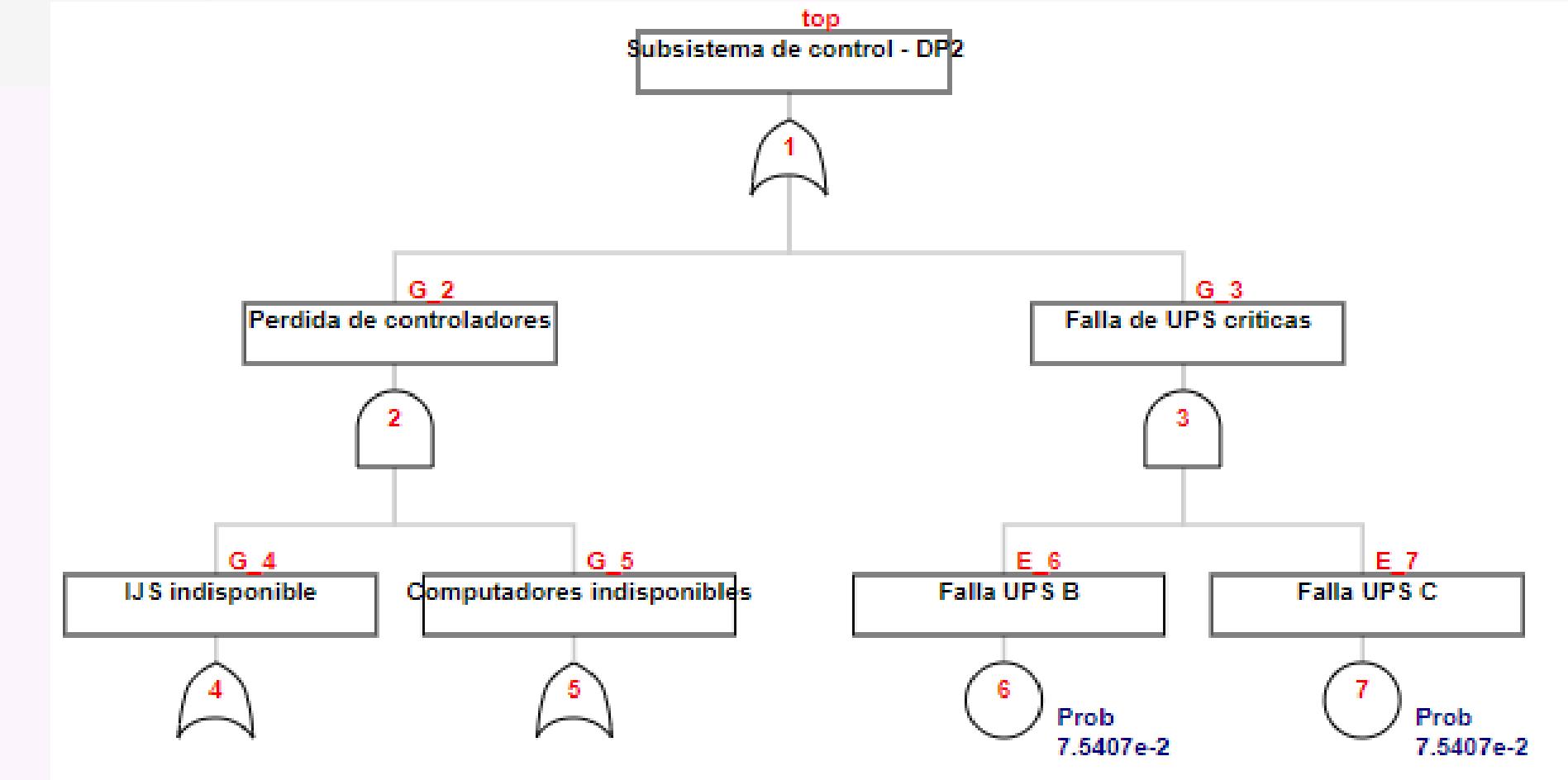


# Caso de estudio

## Industria O&G

Mientras que las UPS críticas identificadas en esta unidad son la UPS B y la UPS C.

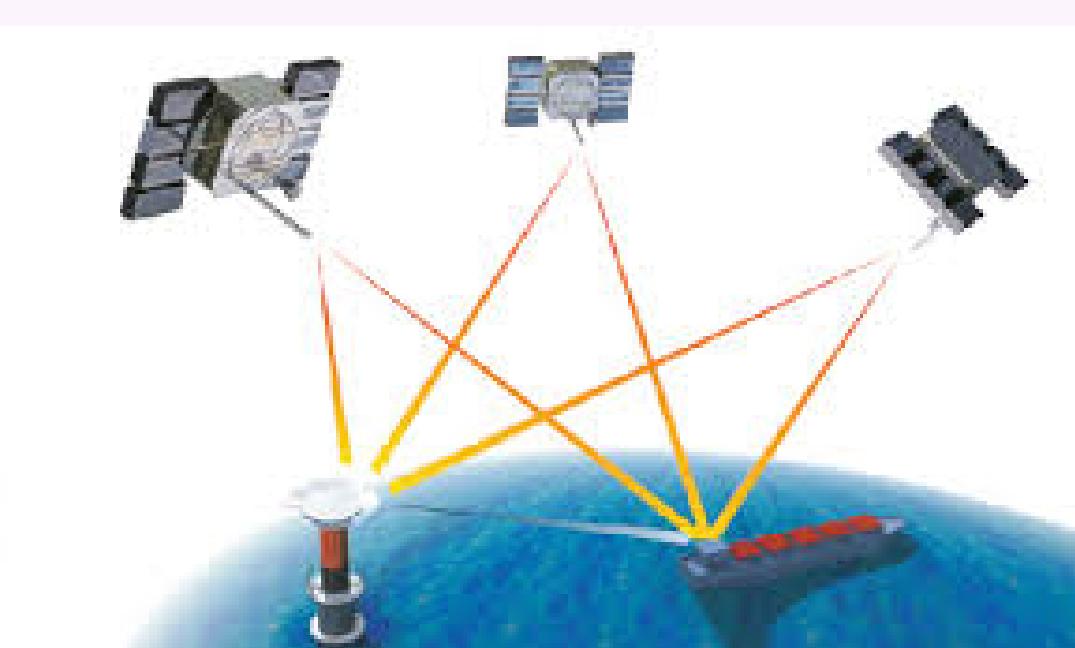
```
# Agregaremos dos eventos basicos a la puerta 3
control <- addProbability(control, at = 3, prob = UPS,
                           name = "Falla UPS B")
control <- addProbability(control, at = 3, prob = UPS,
                           name = "Falla UPS C")
```



# Caso de estudio Industria O&G

Ahora daremos continuidad a los eventos intermedios de la puerta 2.

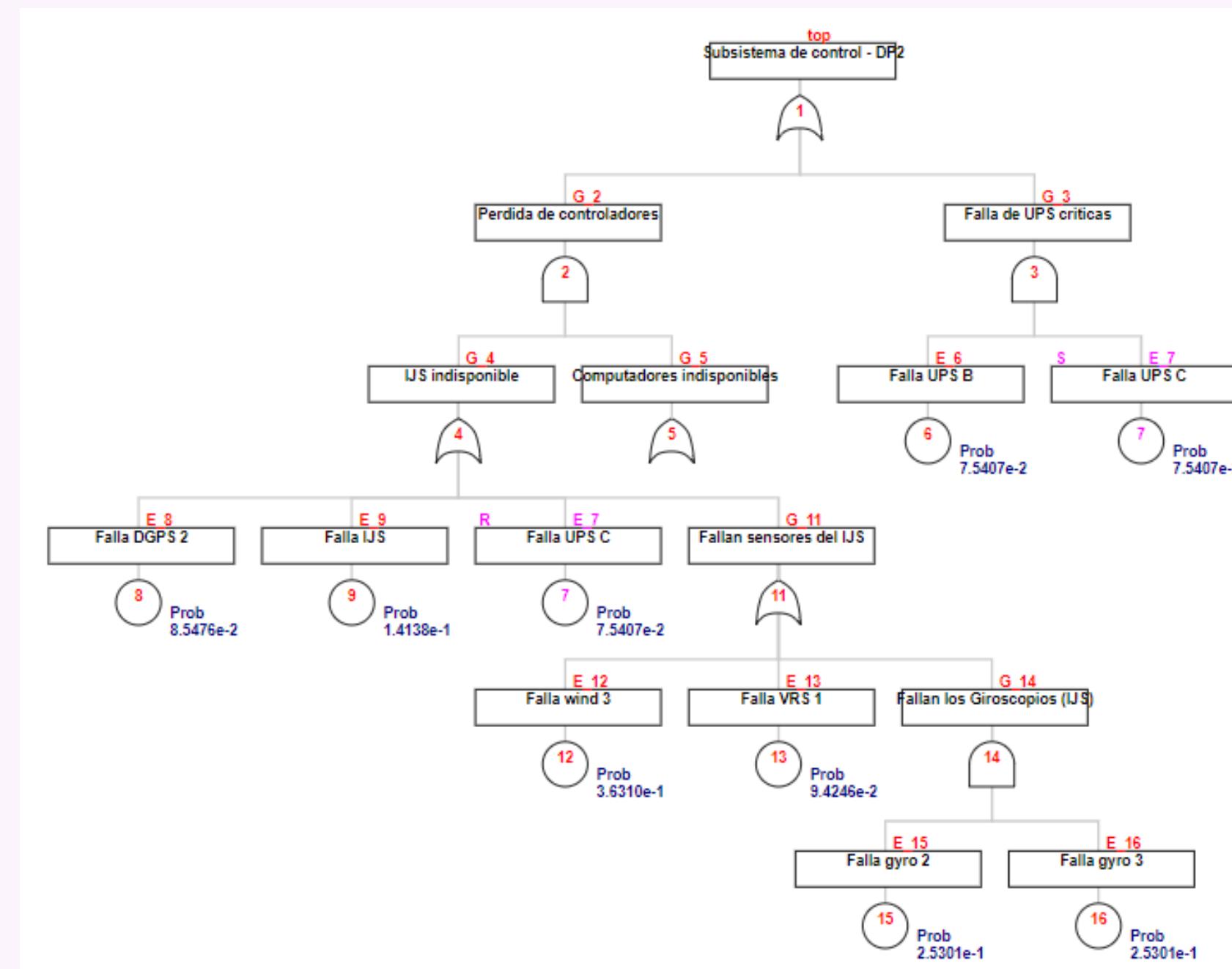
```
# Definimos las causas relacionadas con la indisponibilidad del IJS
control <- addProbability(control, at = 4, prob = DGPS,
                           name="Falla DGPS 2")
control <- addProbability(control, at = 4, prob =
                           IJS, name="Falla IJS")
control <- addDuplicate(control, at = 4, dup_id = 7)           control <- addLogic(control, at = 4, type = 'or',
                           name = 'Fallan sensores del IJS')
control <- addProbability(control, at = 11, prob = wind,
                           name = "Falla wind 3")
control <- addProbability(control, at = 11, prob = VRS,
                           name = "Falla VRS 1")
control <- addLogic(control, at = 11, type = 'and',
                           name = 'Fallan los Giroscopios (IJS)')
control <- addProbability(control, at = 14, prob = gyro,
                           name = "Falla gyro 2")
control <- addProbability(control, at = 14, prob = gyro,
                           name = "Falla gyro 3")
```



# Caso de estudio

## Industria O&G

Ahora daremos continuidad a los eventos intermedios de la puerta 2.



# Caso de estudio Industria O&G

Finalmente agregaremos la información del último evento intermedio de la puerta  
2

```
# Definimos las causas relacionadas con la indisponibilidad de los computadores
control <- addLogic(control, at = 5, type = 'and',
                     name = 'Falla de los computadores')
control <- addLogic(control, at = 5, type = 'or',
                     name = 'Fallan sensores de computadores')
control <- addLogic(control, at = 5, type = 'and',
                     name = 'Fallan PRSs de computadores')
```

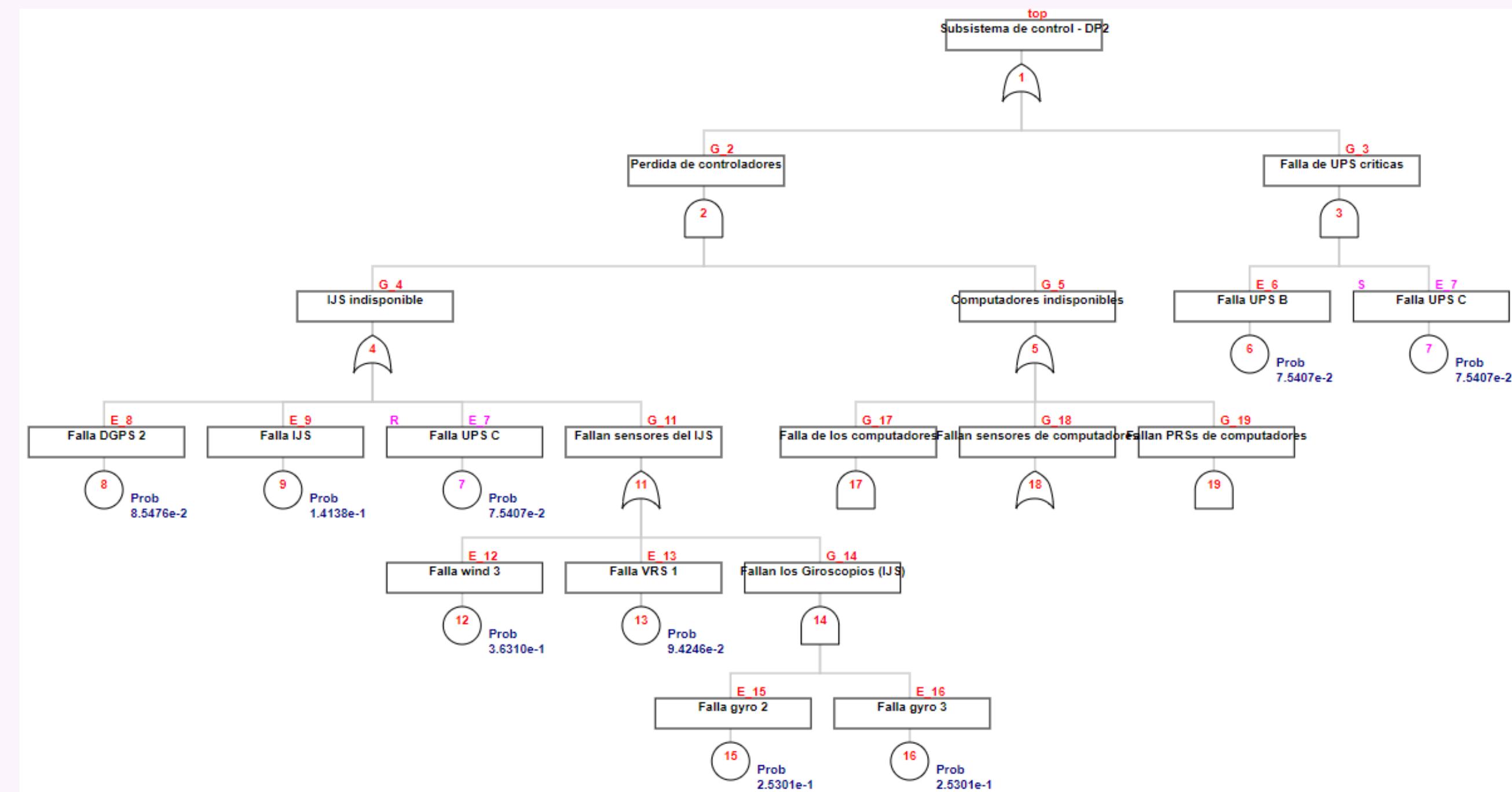


# Caso de estudio

## Industria O&G

Finalmente agregaremos la información del último evento intermedio de la puerta

2



# Caso de estudio Industria O&G

Para visualizar el árbol de fallas y su respectiva cuantificación, implementamos...

```
control <- ftree.calc(control, use.bdd = TRUE)

ftree2html(control, write_file=TRUE)
browseURL("control.html")
```



# Caso de estudio

## Industria O&G

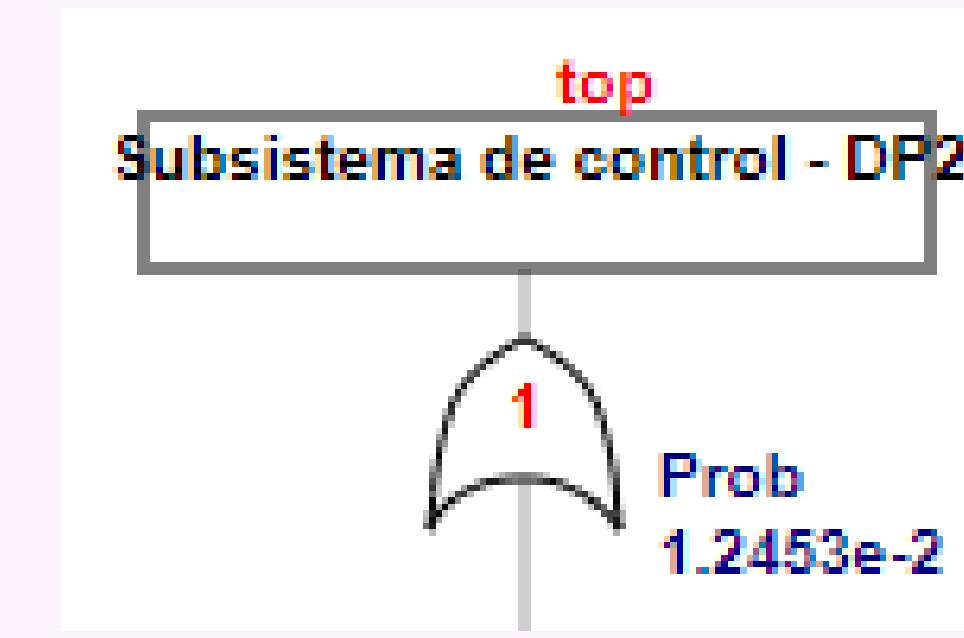
8760 horas

4380 horas

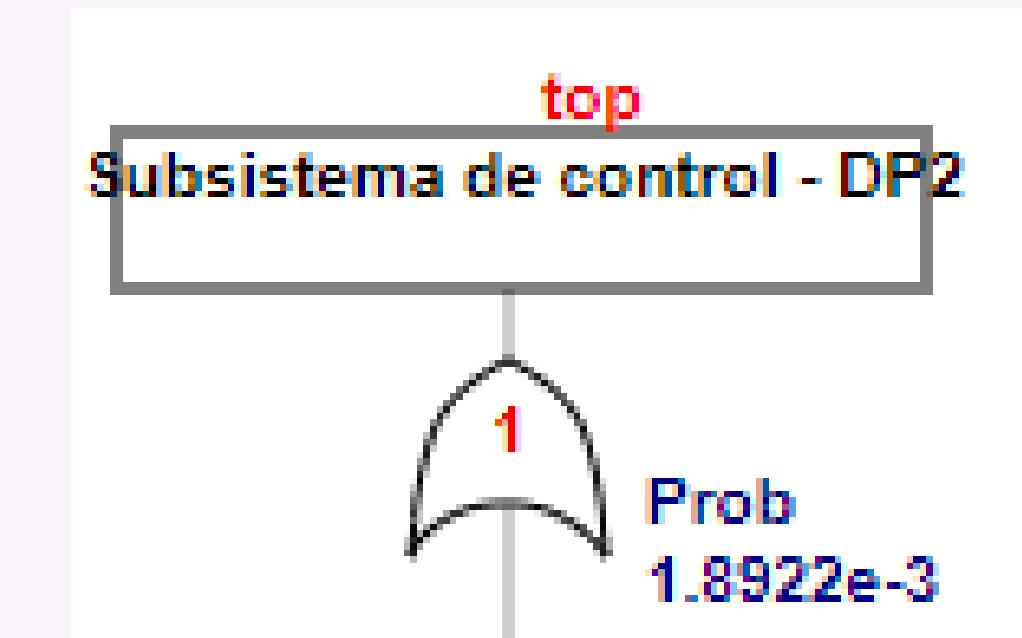
2160 horas



7.13%



1.25%



0.19%



# El contenido del taller se encuentra disponible en...

**HTTPS://GITHUB.COM/RLADIESMEDELLIN**

The screenshot shows the GitHub profile page for the organization 'RLadiesMedellin'. The profile picture is a hexagonal logo featuring a stylized 'R' and a person's profile, with the word 'Medellín' at the bottom. The page includes a search bar, navigation tabs for Overview, Repositories (15), Projects, Packages, and Stars, and a 'Customize your pins' section. The main content displays eight repositories under 'Popular repositories', each with a brief description, public status, and statistics (R, stars, forks). The repositories are:

- Meetup2-Tallerggplot2** (Public): En este repositorio se encuentran todos los archivos del taller de visualización de datos con ggplot2.  
• R ⭐ 5 🏷 2
- Meetup4-TallerShiny** (Public): En este repositorio se encuentran los archivos del Taller Shiny: Tutorial para principiantes.  
• R ⭐ 2 🏷 7
- Meetup12-MachineLearningR** (Public): En este repositorio se encuentran todos los archivos utilizados durante el encuentro número 12 de R-Ladies capítulo Medellín: Introducción a Machine Learning en R.  
• R ⭐ 2 🏷 1
- Meetup3-Coronavirus** (Public): Taller de análisis de bases de datos de Coronavirus usando R  
• R ⭐ 1
- Meetup6-Tallerdplyr** (Public): En este repositorio se encuentran los archivos del Taller Procesamiento de datos con dplyr.  
• R ⭐ 0 🏷 0
- Meetup8-TallerAnalisisTexto** (Public): En este repositorio se encuentran todos los archivos del taller: Análisis y procesamiento de texto en R  
• R ⭐ 0 🏷 0

# El contenido del taller se encuentra disponible en...

**HTTPS://GITHUB.COM/RLADIESMEDELLIN**

The screenshot shows a GitHub repository page. At the top, the repository name is "RLadiesMedellin / Conferencia\_R\_para\_analisis\_de\_confiabilidad". The page is public, as indicated by the "Public" badge. Below the header, there are navigation links for "Code", "Issues", "Pull requests", "Actions", "Projects", "Wiki", "Security", "Insights", and "Settings". The "Code" link is currently selected. On the right side of the header, there are buttons for "Pin", "Unwatch", "Fork", and "Star". The main content area shows a list of recent commits:

Commit	Message	Date	Commits
	RLadiesMedellin Add files via upload	62b1249 19 minutes ago	4 commits
	FTA_Control_Subsystem.R	Add files via upload	54 minutes ago
	Presentacion.pdf	Add files via upload	19 minutes ago
	README.md	Update README.md	37 minutes ago
	Resumen.html	Add files via upload	54 minutes ago

Below the commit list, there is a "README.md" file preview with the title "Conferencia\_R\_para\_analisis\_de\_confiabilidad". To the right of the commit list, there is an "About" section containing a description of the repository's purpose and a sidebar with various repository statistics.

**About**

Este repositorio incluye el contenido necesario para diseñar árboles de falla en R. Adicionalmente es comentado un caso de estudio de la industria de petróleo y gas.

**Statistics**

- Readme
- Activity
- 0 stars
- 1 watching
- 0 forks

**Releases**

**¡GRACIAS POR SER PARTE DE ESTA  
COMUNIDAD!**



# Redes sociales



rladiesmedellin2



RLadies Medellín



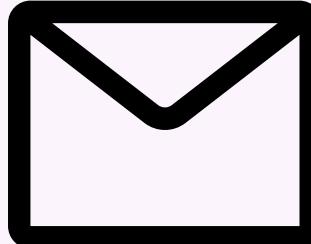
RLadiesMedellin



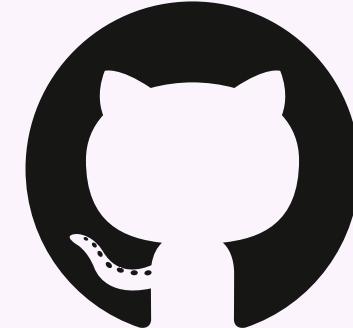
RLadiesMedellin



R-Ladies Medellín



medellin@rladies.org



RLadiesMedellin