

Construcción y cálculo del IMTM

Abel Luis Muñoz Vera

14 de mayo de 2023

Acerca de R y Rstudio

El siguiente documento busca compartir los resultados obtenidos en esta investigación, permitiendo replicar el proceso de construcción y transformación. Espero sirva como ejemplo del uso del lenguaje R y Rstudio en la carrera de Administración Pública y Ciencia Política ya que permite un análisis de datos cuantitativos de mayor complejidad y profundidad.

El repositorio con las encuestas aplicadas, libro de claves, base de datos en formato excel (xlsx), así como otros documentos se encuentran disponibles en <https://github.com/Abeluis/IMTM2022>.

Actualizaciones

Actualización 1

Durante marzo de 2023 recibí las respuestas faltantes de San Rosendo, Tirúa y Alto Biobío, los cuales fueron incluidos en esta última versión del documento. Se aplicaron cambios para que algunos bloques de código sean calculados con 33 que son los municipios actuales y no los 30 de la versión de Diciembre de 2022.

Actualización 2

Durante mayo de 2023 apliqué los cálculos de estadística descriptiva mediante una función, que busca simplificar y disminuir la cantidad de líneas de código utilizadas.

En este R script fueron utilizadas las siguientes paquets:

```
library("readxl")
library("car")
library("dplyr")
library("tidyverse")
library("knitr")
library("modeest")
library("summarytools")
library("psych")
library("sjPlot")
library("ggplot2")
```

Base

Se importará el archivo **base.xlsx** con el libro **investigación_1** correspondiente a la base de datos con municipios, provincias, código FIGEM, variable IMTM 2015 y las que conforman las variables requeridas para la construcción del índice de madurez tecnológica municipal en las dimensiones infraestructura tecnológica, recursos humanos, gestión tecnológica municipal y servicios municipales en línea. Los subíndices correspondientes a **investigacion_2**, **investigacion_3** e **investigacion_4** corresponden a *seg_info*, *procesos* y *tramites*.

```
# Archivo cargado con la libreria "readxl", libros separados
cuestionarios <- read_excel("Base.xlsx", sheet = 1)
medidas_seguridad <- read_excel("Base.xlsx", sheet = 2)
procesos <- read_excel("Base.xlsx", sheet = 3)
tramites <- read_excel("Base.xlsx", sheet = 4)
IMTM_2015 <- read_excel("Base.xlsx", sheet = 5)
```

Creación Índice IMTM 2022

Construcción Dataframe

```
# Sumar filas de variables subíndices
medidas_seguridad <- medidas_seguridad %>% mutate(num_seg = rowSums(.[4:7]))
procesos <- procesos %>% mutate(num_procesos = rowSums(.[4:21]))
tramites <- tramites %>% mutate(num_tramites = rowSums(.[4:26]))

# Calcular indicador con fórmula lineal
medidas_seguridad <- mutate(medidas_seguridad, seg_info = (num_seg)/4)
procesos <- mutate(procesos, procesos = (num_procesos)/18)
tramites <- mutate(tramites, tramites = (num_tramites)/18)

# Limitar valor máximo a 1 según fórmula
tramites$tramites <- ifelse(tramites$tramites > 1, 1, tramites$tramites)

# Agregar variables transformadas
cuestionarios$seg_info <- medidas_seguridad$seg_info
cuestionarios$procesos <- procesos$procesos
cuestionarios$tramites <- tramites$tramites

# Conversión a valores numericos
cuestionarios <- cuestionarios %>% mutate_at(c('seg_info', 'num_serv', 'area_info',
        'educ_info', 'org_info', 'org_info_dep', 'procesos', 'tramites'), as.numeric)

# Creación de las dimensiones
cuestionarios <- mutate(cuestionarios, IT = (seg_info + num_serv)/2) %>%
  mutate(cuestionarios, RRHH = (area_info + educ_info + org_info)/3) %>%
  mutate(cuestionarios, GTM = (intranet + procesos + estrategia_servicios)/3) %>%
  mutate(cuestionarios, SML = (tramites)) %>%
  mutate(cuestionarios, IMTM_2022 = (IT + RRHH + GTM + SML)/4)

# Creación Dataframe IMTM 2022
IMTM_2022 <- select(cuestionarios, Provincia, Municipio, FIGEM, IMTM_2022)
```

Objetivo general

El objetivo planteado fue *Analizar el nivel de madurez digital en los municipios de la región del Biobío al año 2022*

```
# Resultados como ranking
```

```
IMTM_2022_rank <- IMTM_2022 %>% arrange(desc(IMTM_2022))
```

```
Ranking <- c(1:33)
```

```
IMTM_2022_rank <- cbind(Ranking, IMTM_2022_rank)
```

```
kable(IMTM_2022_rank, digits= 2, caption = "IMTM Region del Biobío", align =  
'r', col.names = c("Ranking", "Provincia", "Municipalidades", "Tipología", "IMTM"))
```

Table 1: IMTM Region del Biobío

Ranking	Provincia	Municipalidades	Tipología	IMTM
1	Concepción	Concepción	1	0.89
2	Concepción	Hualpén	1	0.81
3	Concepción	San Pedro de la Paz	1	0.79
4	Biobío	Los Ángeles	2	0.78
5	Concepción	Talcahuano	1	0.73
6	Concepción	Chiguayante	1	0.73
7	Biobío	Nacimiento	3	0.65
8	Concepción	Coronel	2	0.63
9	Concepción	Tomé	2	0.62
10	Biobío	Quilleco	5	0.57
11	Biobío	Mulchén	3	0.56
12	Biobío	Santa Barbara	3	0.56
13	Concepción	Santa Juana	5	0.55
14	Arauco	Los Álamos	3	0.53
15	Concepción	Penco	2	0.50
16	Biobío	Laja	4	0.49
17	Concepción	Florida	5	0.45
18	Biobío	Tucapel	5	0.45
19	Concepción	Hualqui	5	0.42
20	Arauco	Curanilahue	3	0.42
21	Concepción	Lota	2	0.39
22	Arauco	Lebu	3	0.39
23	Biobío	Cabrero	3	0.34
24	Arauco	Contulmo	5	0.33
25	Arauco	Tirúa	5	0.33
26	Arauco	Cañete	3	0.31
27	Arauco	Arauco	4	0.31
28	Biobío	Antuco	5	0.31
29	Biobío	Alto Biobío	5	0.26
30	Biobío	San Rosendo	3	0.26
31	Biobío	Yumbel	5	0.25
32	Biobío	Quilaco	5	0.24
33	Biobío	Negrete	5	0.20

Objetivo 4:

Para *Contrastar el IMTM 2015 y el IMTM 2022* se realizará una tabla de datos que incluya la diferencia entre ambas variables. También estadística descriptiva y gráficos de caja.

```
# Crear una función que realice todos los cálculos de estadística descriptiva
stats_descr <- function(x) {
  c(Mínimo = min (x, na.rm = TRUE),
    Primer_Cuartil = quantile(x, probs = 0.25, na.rm = TRUE),
    Media = mean(x, na.rm = TRUE), Máximo = max(x, na.rm = TRUE),
    Mediana = median.default(x, na.rm = TRUE),
    Variación = var(x, na.rm = TRUE), Desviación_estandar = sd(x, na.rm = TRUE),
    Tercer_Cuartil = quantile(x, probs = 0.75, na.rm = TRUE),
    Rango = max(x, na.rm = TRUE) - min(x, na.rm = TRUE), Rango_Intercuartil =
      quantile(x, probs = 0.75, na.rm = TRUE) -
      quantile(x, probs = 0.25, na.rm = TRUE),
    Asimetria = skew((x)/sqrt(6/1401)),
    Curtosis = kurtosi((x)/sqrt(6/1401)))
}

# Convertir valores en character a numeric
IMTM_2015 <- IMTM_2015 %>% mutate_at(c('IMTM_2015'), as.numeric)
# Apicar la función al dataframe y variables del IMTM 2015 y 2022
Descr_IMTM_2015 <- stats_descr(IMTM_2015$IMTM_2015)
Descr_IMTM_2022 <- stats_descr(IMTM_2022$IMTM_2022)
# Crear un dataframe con los valores de estadística descriptiva de ambos IMTM
Diferenciar <- data.frame(Descr_IMTM_2015, Descr_IMTM_2022)
# Aplicar mutate para agregar una columna que sea la sustracción entre los IMTM
Diferenciar <- mutate(Diferenciar, Diferencia = (Descr_IMTM_2015 - Descr_IMTM_2022))

kable(Diferenciar , digits = 2, align = 'r',
      caption = "Diferencia estadística descriptiva IMTM 2015 y 2022",
      col.names = c("IMTM 2015", "IMTM 2022", "Diferencia"))
```

Table 2: Diferencia estadística descriptiva IMTM 2015 y 2022

	IMTM 2015	IMTM 2022	Diferencia
Mínimo	0.21	0.20	0.01
Primer_Cuartil.25%	0.29	0.33	-0.04
Media	0.44	0.49	-0.04
Máximo	0.80	0.89	-0.09
Mediana	0.45	0.45	0.00
Variación	0.02	0.04	-0.01
Desviación_estandar	0.15	0.19	-0.04
Tercer_Cuartil.75%	0.54	0.62	-0.08
Rango	0.59	0.69	-0.10
Rango_Intercuartil.75%	0.25	0.29	-0.04
Asimetria	0.27	0.40	-0.14
Curtosis	-0.74	-0.98	0.24

```

# Seleccionar columnas
Diferenciar <- select(cuestionarios, Provincia, Municipio, IMTM_2022)
# Agregar IMTM del 2015
Diferenciar$IMTM_2015 <- IMTM_2015$IMTM_2015
# Calcular la diferencia
Diferenciar <- mutate(Diferenciar, Diferencia = (IMTM_2022-IMTM_2015))

kable(Diferenciar, digits = 2, align = 'r', caption = "Diferencia IMTM 2015 y 2022",
      col.names = c("Provincia", "Municipio", "IMTM 2022", "IMTM 2015", "Diferencia"))

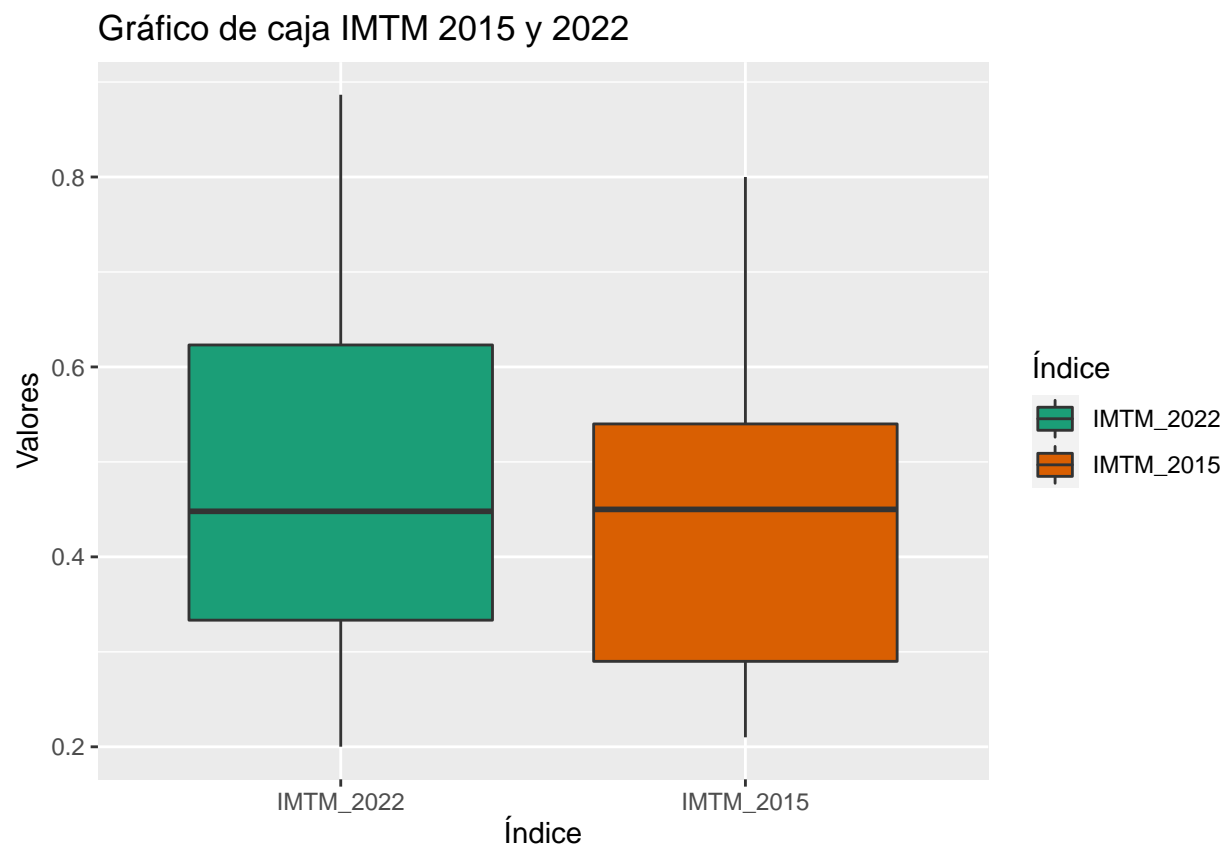
```

Table 3: Diferencia IMTM 2015 y 2022

Provincia	Municipio	IMTM 2022	IMTM 2015	Diferencia
Concepción	Chiguayante	0.73	NA	NA
Concepción	Concepción	0.89	0.23	0.66
Concepción	Coronel	0.63	0.48	0.15
Concepción	Florida	0.45	0.53	-0.08
Concepción	Hualpén	0.81	NA	NA
Concepción	Hualqui	0.42	0.66	-0.24
Concepción	Lota	0.39	0.80	-0.41
Concepción	Penco	0.50	0.54	-0.04
Concepción	San Pedro de la Paz	0.79	0.50	0.29
Concepción	Santa Juana	0.55	0.49	0.06
Concepción	Talcahuano	0.73	0.49	0.24
Concepción	Tomé	0.62	NA	NA
Biobío	Alto Biobío	0.26	0.29	-0.03
Biobío	Antuco	0.31	0.29	0.02
Biobío	Cabrero	0.34	0.36	-0.02
Biobío	Laja	0.49	0.21	0.28
Biobío	Los Ángeles	0.78	0.59	0.19
Biobío	Mulchén	0.56	0.26	0.30
Biobío	Nacimiento	0.65	0.29	0.36
Biobío	Negrete	0.20	0.45	-0.25
Biobío	Quilaco	0.24	0.44	-0.20
Biobío	Quilleco	0.57	0.54	0.03
Biobío	San Rosendo	0.26	0.23	0.03
Biobío	Santa Barbara	0.56	0.45	0.11
Biobío	Tucapel	0.45	0.40	0.05
Biobío	Yumbel	0.25	0.25	0.00
Arauco	Arauco	0.31	0.63	-0.32
Arauco	Cañete	0.31	NA	NA
Arauco	Contulmo	0.33	0.69	-0.36
Arauco	Curanilahue	0.42	0.37	0.05
Arauco	Lebu	0.39	0.45	-0.06
Arauco	Los Álamos	0.53	0.37	0.16
Arauco	Tirúa	0.33	0.59	-0.26

```
## Boxplot IMTM 2015 y 2022
# Apilar valores IMTM como factor
Diferenciar <- cbind(Diferenciar[1:2:5], stack(Diferenciar[3:4]))
Diferenciar <- rename(Diferenciar, Valores = values, Índice = ind)

qplot(data = Diferenciar, x = Índice, y = Valores, fill = Índice,
      geom = "boxplot", main = "Gráfico de caja IMTM 2015 y 2022") +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2")
```



Objetivo 1:

Para *Caracterizar la madurez digital de los municipios de la región del Biobío al año 2022 según el Índice de madurez tecnológica Municipal* se construirán dataframes para luego realizar tablas con los valores obtenidos en cada dimensión, correlaciones entre dimensión e índice, estadística descriptiva y por último gráficos de caja que permitan apreciar la distribución de estos valores.

```
# Crear dataframes de las dimensiones
IT <- select(cuestionarios, Municipio, seg_info, num_serv, IT)
RRHH <- select(cuestionarios, Municipio, area_info, educ_info, org_info, RRHH)
GTM <- select(cuestionarios, Municipio, intranet, procesos, estrategia_servicios, GTM)
SML <- select(cuestionarios, Municipio, tramites, SML)
```

```
kable(IT, digits= 2, caption = "IT Region del Biobío", align = 'r',
      col.names = c("Municipalidades", "Medidas seguridad", "Numero de servidores", "IT"))
```

Table 4: IT Region del Biobío

Municipalidades	Medidas seguridad	Numero de servidores	IT
Chiguayante	1.00	0.26	0.63
Concepción	1.00	0.13	0.56
Coronel	1.00	0.40	0.70
Florida	0.75	0.13	0.44
Hualpén	1.00	0.00	0.50
Hualqui	0.25	0.06	0.16
Lota	1.00	0.00	0.50
Penco	1.00	0.13	0.56
San Pedro de la Paz	0.75	0.06	0.41
Santa Juana	1.00	0.06	0.53
Talcahuano	1.00	0.66	0.83
Tomé	1.00	0.20	0.60
Alto Biobío	0.50	0.06	0.28
Antuco	0.00	0.00	0.00
Cabrero	1.00	0.26	0.63
Laja	0.75	0.06	0.41
Los Ángeles	1.00	0.40	0.70
Mulchén	1.00	0.00	0.50
Nacimiento	1.00	0.20	0.60
Negrete	0.00	0.06	0.03
Quilaco	0.25	0.13	0.19
Quilleco	0.75	0.20	0.48
San Rosendo	0.25	0.06	0.16
Santa Barbara	0.75	0.26	0.50
Tucapel	0.75	0.13	0.44
Yumbel	0.50	0.13	0.32
Arauco	0.50	0.06	0.28
Cañete	0.75	0.06	0.41
Contulmo	0.50	0.00	0.25
Curanilahue	0.50	0.20	0.35
Lebu	1.00	0.13	0.56
Los Álamos	0.75	0.06	0.41
Tirúa	0.00	0.00	0.00

```
# Dataframe RRHH
kable(RRHH, digits = 2, caption = "RRHH Region del Biobío", align = 'r',
      col.names = c("Municipalidades", "Area informática",
                    "Nivel educacional encargado", "Area dependencia", "RRHH"))
```

Table 5: RRHH Region del Biobío

Municipalidades	Area informática	Nivel educacional encargado	Area dependencia	RRHH
Chiguayante	1	1.0	1.0	1.00
Concepción	1	1.0	1.0	1.00
Coronel	1	1.0	1.0	1.00
Florida	0	1.0	1.0	0.67
Hualpén	1	1.0	1.0	1.00
Hualqui	1	0.5	1.0	0.83
Lota	1	1.0	0.4	0.80
Penco	1	1.0	1.0	1.00
San Pedro de la Paz	1	1.0	0.4	0.80
Santa Juana	1	1.0	0.6	0.87
Talcahuano	1	1.0	0.6	0.87
Tomé	1	0.5	0.4	0.63
Alto Biobío	0	0.5	1.0	0.50
Antuco	0	1.0	1.0	0.67
Cabrero	0	1.0	0.6	0.53
Laja	1	0.5	1.0	0.83
Los Ángeles	1	0.5	1.0	0.83
Mulchén	1	1.0	0.6	0.87
Nacimiento	1	1.0	1.0	1.00
Negrete	0	0.5	0.2	0.23
Quilaco	1	0.5	0.2	0.57
Quilleco	1	1.0	0.2	0.73
San Rosendo	0	0.5	1.0	0.50
Santa Barbara	1	1.0	1.0	1.00
Tucapel	1	1.0	0.2	0.73
Yumbel	0	1.0	0.6	0.53
Arauco	1	0.5	0.6	0.70
Cañete	0	0.5	1.0	0.50
Contulmo	1	1.0	0.6	0.87
Curanilahue	1	1.0	0.4	0.80
Lebu	1	1.0	0.2	0.73
Los Álamos	1	0.5	0.2	0.57
Tirúa	0	1.0	1.0	0.67


```
# Dataframe GTM
```

```
kable(GTM, digits= 2, caption = "GTM Region del Biobío", align = 'r',  
      col.names = c("Municipalidades", "Intranet",  
                    "Informatización procesos internos", "Estrategia a ciudadanos", "GTM"))
```

Table 6: GTM Region del Biobío

Municipalidades	Intranet	Informatización procesos internos	Estrategia a ciudadanos	GTM
Chiguayante	1	1.00	1	1.00
Concepción	1	0.94	1	0.98
Coronel	0	0.83	0	0.28
Florida	0	0.89	1	0.63
Hualpén	1	0.94	1	0.98
Hualqui	1	0.94	0	0.65
Lota	0	0.33	0	0.11
Penco	0	0.33	1	0.44
San Pedro de la Paz	1	0.89	1	0.96
Santa Juana	1	0.56	0	0.52
Talcahuano	1	0.89	0	0.63
Tomé	1	0.94	1	0.98
Alto Biobío	0	0.50	0	0.17
Antuco	1	0.50	0	0.50
Cabrero	0	0.39	0	0.13
Laja	1	0.78	0	0.59
Los Ángeles	1	0.72	0	0.57
Mulchén	1	0.61	0	0.54
Nacimiento	0	0.94	0	0.31
Negrete	0	0.61	0	0.20
Quilaco	0	0.44	0	0.15
Quilleco	1	0.72	1	0.91
San Rosendo	1	0.00	0	0.33
Santa Barbara	1	0.67	0	0.56
Tucapel	1	0.67	0	0.56
Yumbel	0	0.50	0	0.17
Arauco	0	0.44	0	0.15
Cañete	0	0.39	0	0.13
Contulmo	0	0.50	0	0.17
Curanilahue	1	0.39	0	0.46
Lebu	0	0.50	0	0.17
Los Álamos	0	0.94	1	0.65
Tirúa	0	0.50	1	0.50

```
# Dimensión SML
kable(SML, digits= 2, caption = "SML Region del Biobío", align = 'r',
      col.names = c("Municipalidades", "Digitalización trámites", "SML"))
```

Table 7: SML Region del Biobío

Municipalidades	Digitalización trámites	SML
Chiguayante	0.28	0.28
Concepción	1.00	1.00
Coronel	0.56	0.56
Florida	0.06	0.06
Hualpén	0.78	0.78
Hualqui	0.06	0.06
Lota	0.17	0.17
Penco	0.00	0.00
San Pedro de la Paz	1.00	1.00
Santa Juana	0.28	0.28
Talcahuano	0.61	0.61
Tomé	0.28	0.28
Alto Biobío	0.11	0.11
Antuco	0.06	0.06
Cabrero	0.06	0.06
Laja	0.11	0.11
Los Ángeles	1.00	1.00
Mulchén	0.33	0.33
Nacimiento	0.67	0.67
Negrete	0.33	0.33
Quilaco	0.06	0.06
Quilleco	0.17	0.17
San Rosendo	0.06	0.06
Santa Barbara	0.17	0.17
Tucapel	0.06	0.06
Yumbel	0.00	0.00
Arauco	0.11	0.11
Cañete	0.22	0.22
Contulmo	0.06	0.06
Curanilahue	0.06	0.06
Lebu	0.11	0.11
Los Álamos	0.50	0.50
Tirúa	0.17	0.17

Estadística descriptiva Dimensiones

```
# Aplicar la función stats_descr a todas las dimensiones
Descr_IT <- stats_descr(cuestionarios$IT)
Descr_RRHH <- stats_descr(cuestionarios$RRHH)
Descr_GTM <- stats_descr(cuestionarios$GTM)
Descr_SML <- stats_descr(cuestionarios$SML)
```

```
# Creación Dataframe estadísticos descriptivos por dimensión
Caracterizar <- data.frame(Descr_IT, Descr_RRHH, Descr_GTM, Descr_SML)
kable(Caracterizar, digits = 2, align = 'r', caption =
      "Estadística descriptiva Dimensiones IMTM 2022 Región del Biobío",
      col.names = c("IT", "RRHH", "GTM", "SML"))
```

Table 8: Estadística descriptiva Dimensiones IMTM 2022 Región del Biobío

	IT	RRHH	GTM	SML
Mínimo	0.00	0.23	0.11	0.00
Primer_Cuartil.25%	0.28	0.63	0.17	0.06
Media	0.42	0.75	0.49	0.29
Máximo	0.83	1.00	1.00	1.00
Mediana	0.44	0.80	0.50	0.17
Variación	0.04	0.04	0.09	0.09
Desviación_estandar	0.21	0.19	0.29	0.30
Tercer_Cuartil.75%	0.56	0.87	0.63	0.33
Rango	0.83	0.77	0.89	1.00
Rango_Intercuartil.75%	0.28	0.23	0.46	0.28
Asimetría	-0.41	-0.48	0.36	1.22
Curtosis	-0.53	-0.31	-1.08	0.24

Correlación entre dimensiones e índice

```
# Crear un data frame
corr <- select(cuestionarios, Provincia, Municipio, FIGEM, IT, RRHH,
              GTM, SML, IMTM_2022)
# Aplicar funcion con en las variables
cor_IT <- cor(corr$IT, corr$IMTM_2022, use = "everything", method=c("pearson"))
cor_RRHH <- cor(corr$RRHH, corr$IMTM_2022, use = "everything", method=c("pearson"))
cor_GTM <- cor(corr$GTM, corr$IMTM_2022, use = "everything", method=c("pearson"))
cor_SML <- cor(corr$SML, corr$IMTM_2022, use = "everything", method=c("pearson"))

# Crear los nombres de las filas
nombres_correlacion <- c("Correlación con IT", "Correlación con RRHH",
                        "Correlación con GTM", "Correlación con SML")
# Crear lista de valores
valores_correlacion <- c(cor_IT, cor_RRHH, cor_GTM, cor_SML)
# Crear dataframe
correlacion_IMTM <- data.frame(nombres_correlacion, valores_correlacion)
```

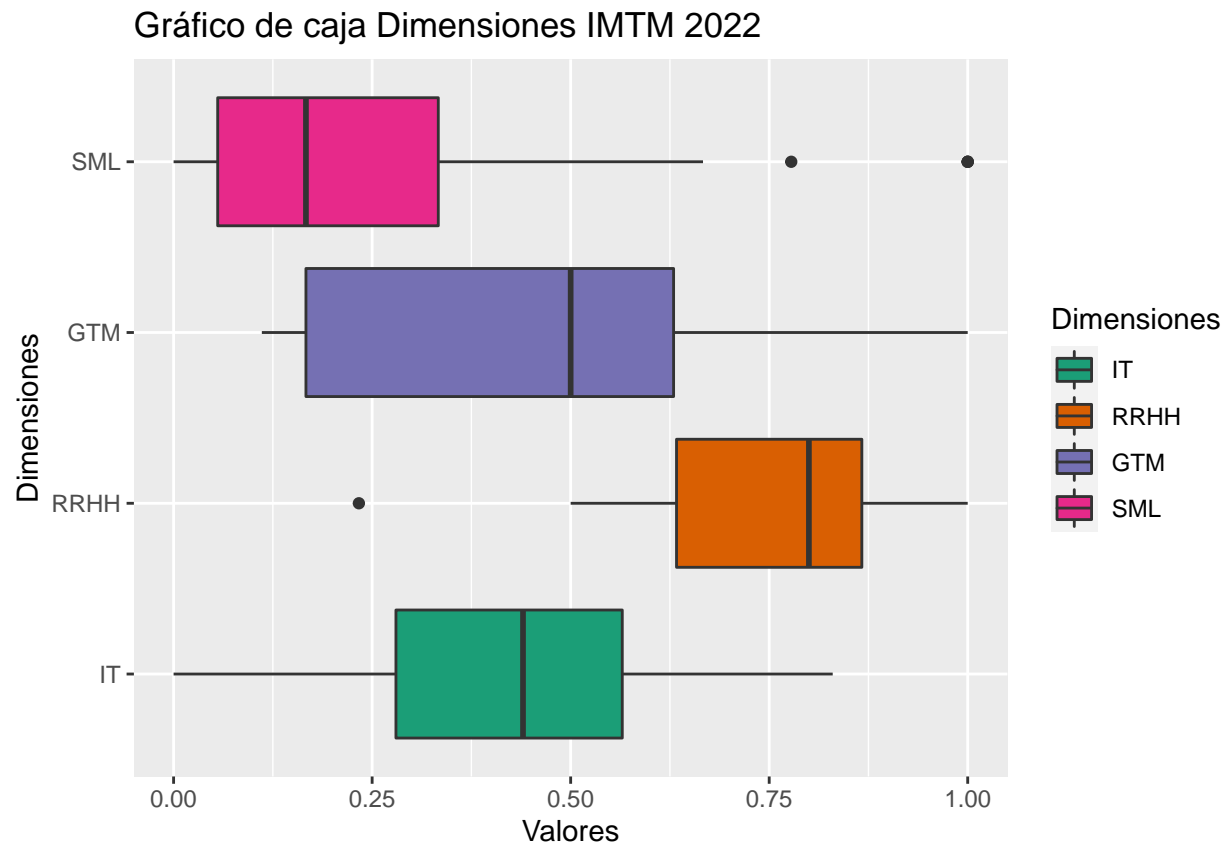
```
kable(correlacion_IMTM, digits = 3, align = 'c', caption =
  "Correlación entre las dimensiones y el IMTM",
  col.names = c("Dimensiones", "Correlación"))
```

Table 9: Correlación entre las dimensiones y el IMTM

Dimensiones	Correlación
Correlación con IT	0.702
Correlación con RRHH	0.726
Correlación con GTM	0.770
Correlación con SML	0.808

Gráficos de caja

```
# Preparar dataframe
dif_dim <- cbind(cuestionarios[1:3], stack(cuestionarios[18:21]))
dif_dim <- rename(dif_dim, Valores = values, Dimensiones = ind)
qplot(data = dif_dim, y = Dimensiones, x = Valores, fill = Dimensiones,
  geom = "boxplot", main = "Gráfico de caja Dimensiones IMTM 2022") +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2")
```



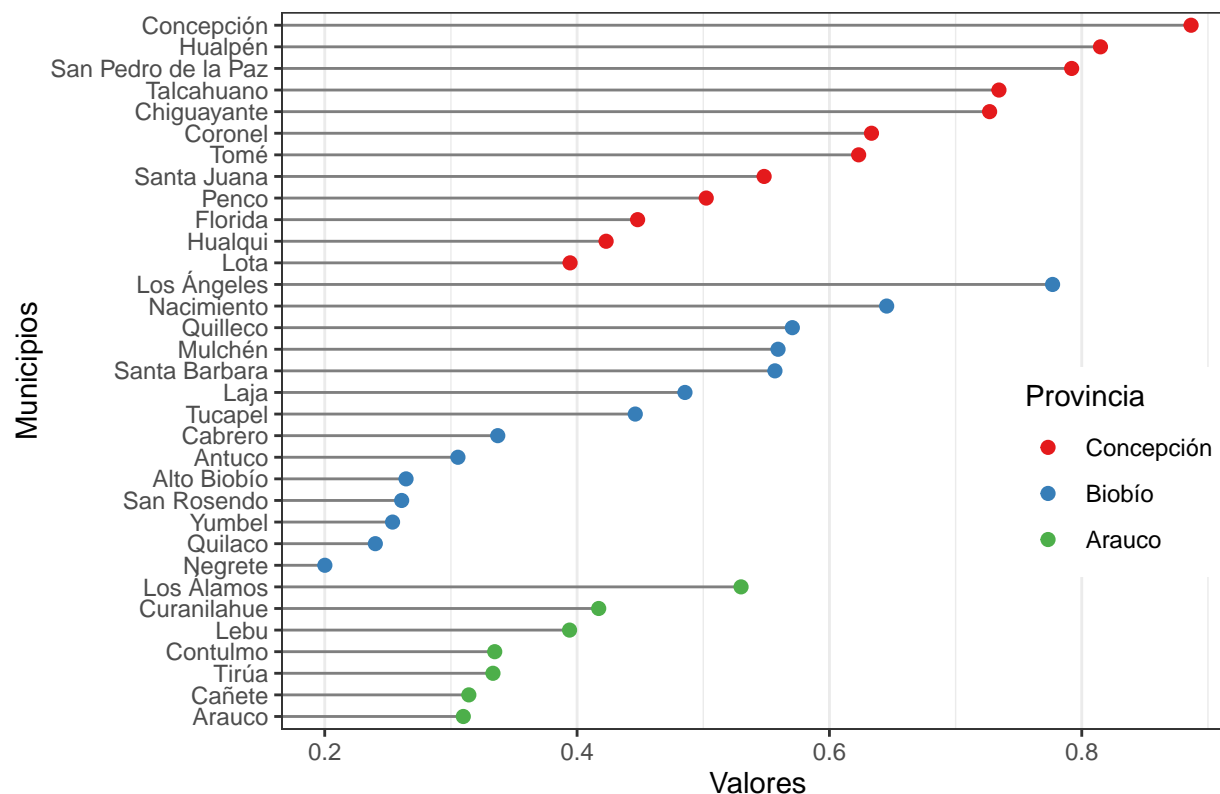
Objetivo 3:

Para Comparar la madurez digital entre los municipios de la región del Biobío al año 2022 se realizará un gráfico de puntos Cleveland, además de presentar los resultados de las variables.

Gráficos Cleveland de puntos agrupados por Provincia

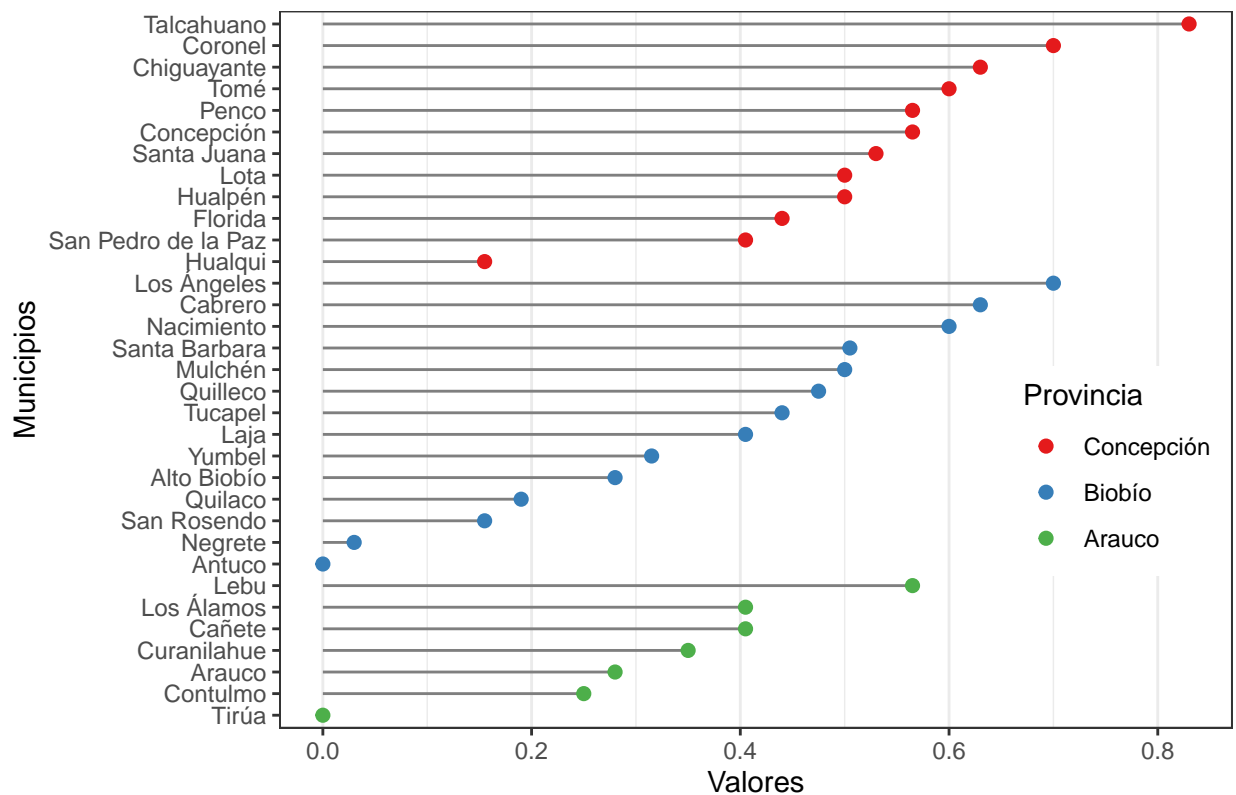
```
# Preparar dataframe para Gráfico Cleveland de puntos IMTM agrupado por Provincia
plot <- select(cuestionarios, Provincia, Municipio, IMTM_2022, IT, RRHH, GTM, SML)
# Poner los nombres, ordenarlos primero por provincia y luego por IMTM
nameorder <- plot$Municipio[order(plot$Provincia, plot$IMTM_2022)]
# Convertir nombres en factor, con niveles en el orden de nameorder
plot$Municipio <- factor(plot$Municipio, levels = nameorder)

# Realizar gráfico cleaveland IMTM
ggplot(plot, aes(x = IMTM_2022, y = Municipio)) +
  geom_segment(aes(yend = Municipio), xend = 0, colour = "grey50") +
  geom_point(size = 2, aes(colour = Provincia)) + labs(title = "",
  y = "Municipios", x = "Valores" ) + scale_colour_brewer(palette = "Set1", limits =
  element_blank(), legend.position = c(0.99, 0.3), legend.justification = c(0.99, 0.3))
```



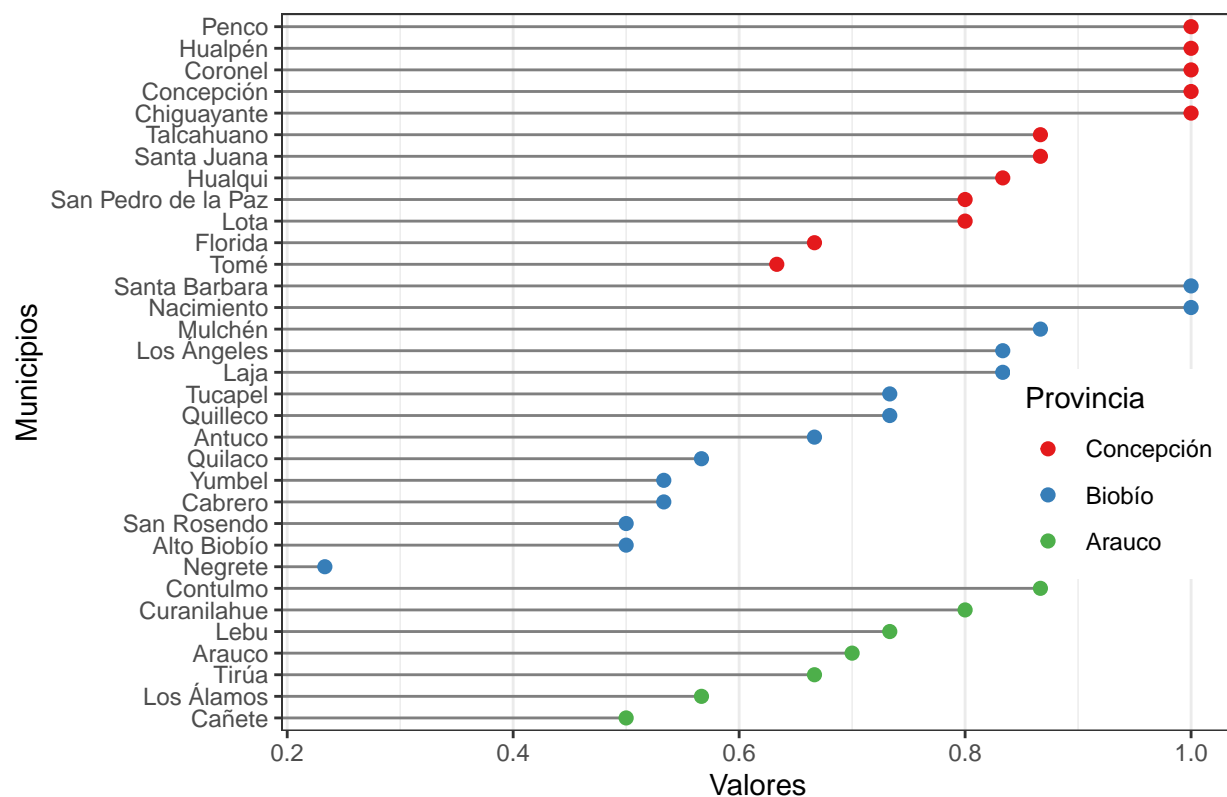
```
# Realizar gráfica cleaveland IT
nameorder <- plot$Municipio[order(plot$Provincia, plot$IT)]
plot$Municipio <- factor(plot$Municipio, levels = nameorder)

ggplot(plot, aes(x = IT, y = Municipio)) +
  geom_segment(aes(yend = Municipio), xend = 0, colour = "grey50") +
  geom_point(size = 2, aes(colour = Provincia)) + labs(title = "",
  y = "Municipios", x = "Valores" ) + scale_colour_brewer(palette = "Set1", limits =
  element_blank(), legend.position = c(0.99, 0.3), legend.justification = c(0.99, 0.3))
```



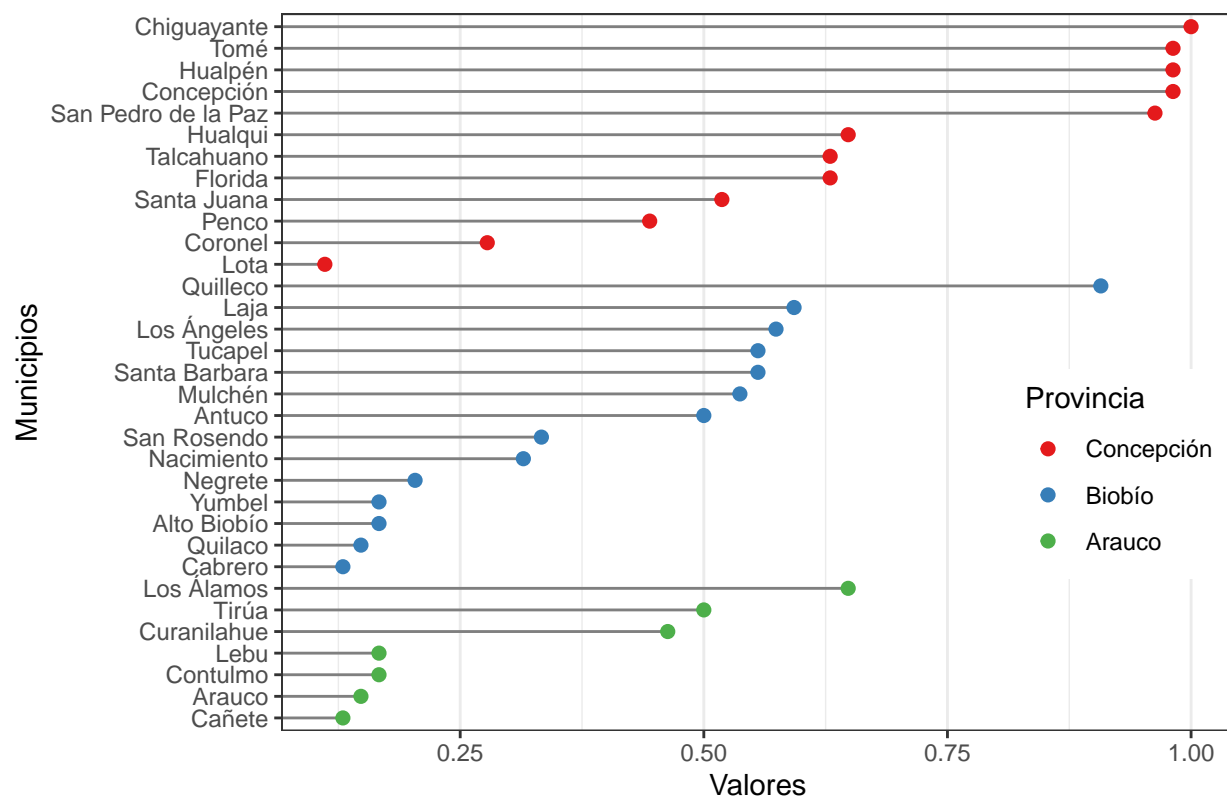
```
# Realizar gráfico cleaveland RRHH
nameorder <- plot$Municipio[order(plot$Provincia, plot$RRHH)]
plot$Municipio <- factor(plot$Municipio, levels = nameorder)

ggplot(plot, aes(x = RRHH, y = Municipio)) +
  geom_segment(aes(yend = Municipio), xend = 0, colour = "grey50") +
  geom_point(size = 2, aes(colour = Provincia)) + labs(title = "",
  y = "Municipios", x = "Valores" ) + scale_colour_brewer(palette = "Set1", limits =
  element_blank(), legend.position = c(0.99, 0.3), legend.justification = c(0.99, 0.3))
```



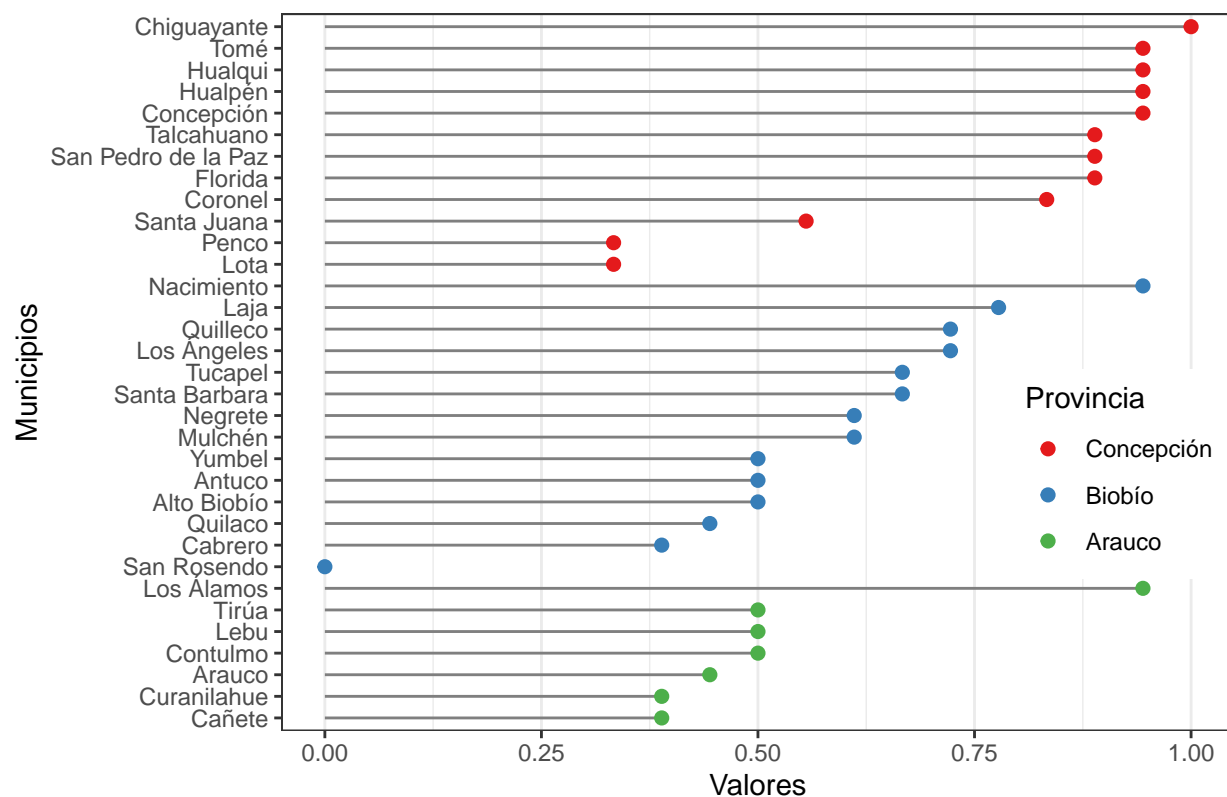
```
# Realizar gráfico cleaveland GTM
nameorder <- plot$Municipio[order(plot$Provincia, plot$GTM)]
plot$Municipio <- factor(plot$Municipio, levels = nameorder)

ggplot(plot, aes(x = GTM, y = Municipio)) +
  geom_segment(aes(yend = Municipio), xend = 0, colour = "grey50") +
  geom_point(size = 2, aes(colour = Provincia)) + labs(title = "",
  y = "Municipios", x = "Valores" ) + scale_colour_brewer(palette = "Set1", limits =
  element_blank(), legend.position = c(0.99, 0.3), legend.justification = c(0.99, 0.3))
```



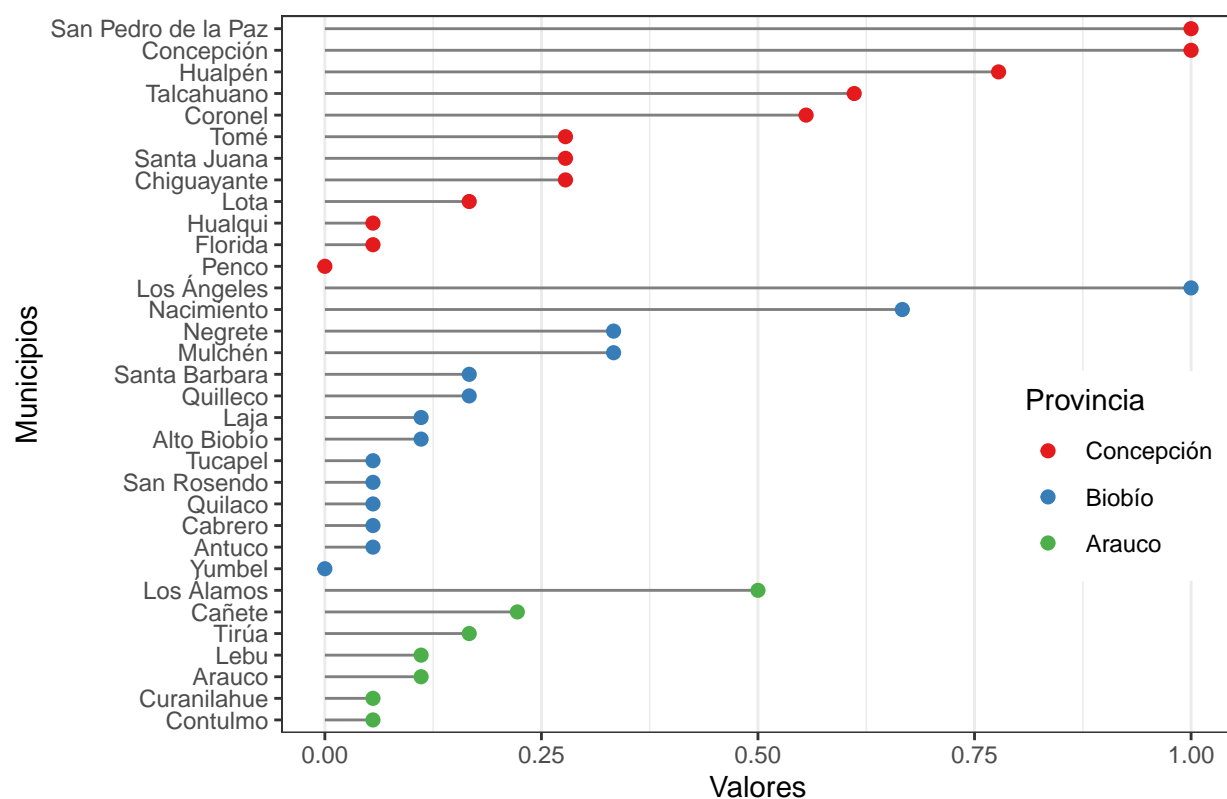
```
# Realizar gráfico cleaveland procesos
plot_prc <- select(cuestionarios, Provincia, Municipio, procesos)
nameorder <- plot_prc$Municipio[order(plot_prc$Provincia, plot_prc$procesos)]
plot_prc$Municipio <- factor(plot_prc$Municipio, levels = nameorder)

ggplot(plot_prc, aes(x = procesos, y = Municipio)) +
  geom_segment(aes(yend = Municipio), xend = 0, colour = "grey50") +
  geom_point(size = 2, aes(colour = Provincia)) + labs(title = "",
  y = "Municipios", x = "Valores" ) + scale_colour_brewer(palette = "Set1", limits =
  element_blank(), legend.position = c(0.99, 0.3), legend.justification = c(0.99, 0.3))
```

```
# Realizar gráfico cleaveland SML
nameorder <- plot$Municipio[order(plot$Provincia, plot$SML)]
plot$Municipio <- factor(plot$Municipio, levels = nameorder)

ggplot(plot, aes(x = SML, y = Municipio)) +
  geom_segment(aes(yend = Municipio), xend = 0, colour = "grey50") +
  geom_point(size = 2, aes(colour = Provincia)) + labs(title = "",
  y = "Municipios", x = "Valores" ) + scale_colour_brewer(palette = "Set1", limits =
  element_blank(), legend.position = c(0.99, 0.3), legend.justification = c(0.99, 0.3))
```



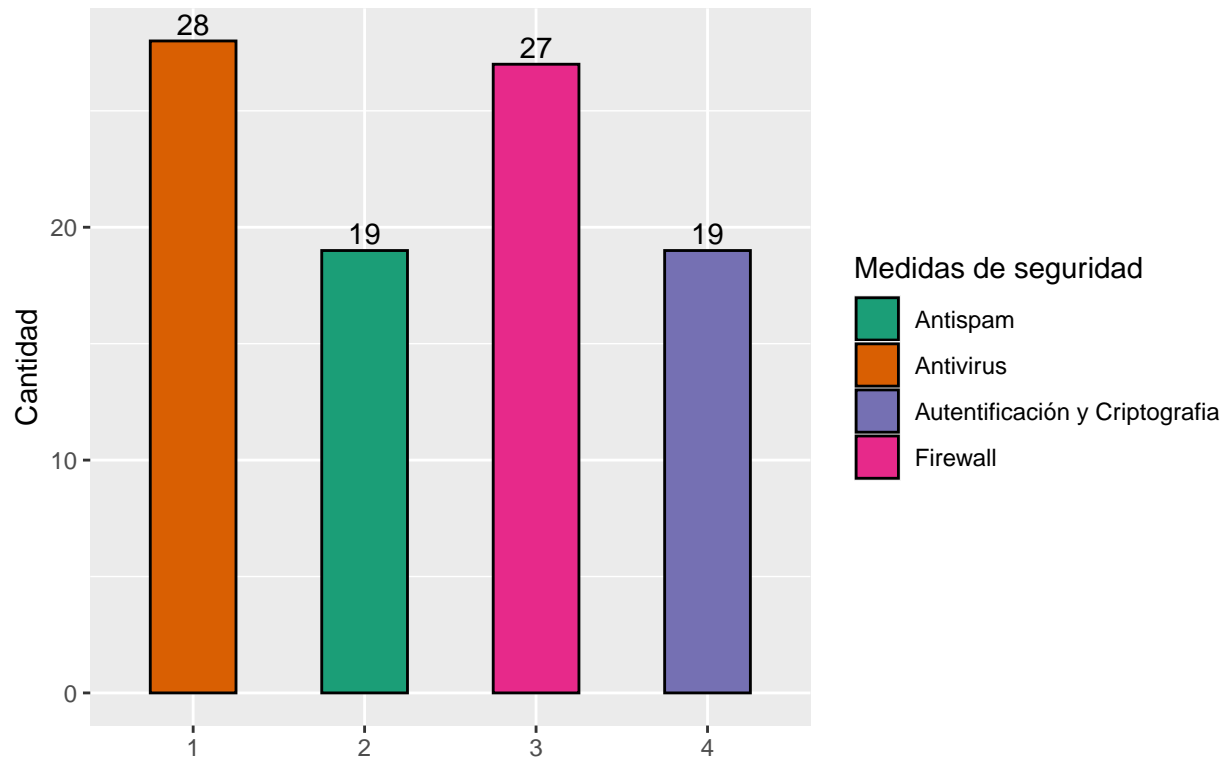
Resultados IT

```
# seg_info datos
Total_seg_info <- colSums(medidas_seguridad[, 4:7], na.rm = TRUE)
txt_seg_info <- c("Antivirus", "Antispam", "Firewall", "Autenticación y Criptografía")
# Preparar dataframe
lista_seg_info <- c(1:4)
lista_seg_info <- factor(lista_seg_info)
Total_seg_info <- data.frame(lista_seg_info, txt_seg_info, Total_seg_info)
Total_seg_info <- mutate(Total_seg_info, no_seg_info = (33-Total_seg_info))
row.names(Total_seg_info) <- NULL
# Crear tabla
kable(Total_seg_info, caption = "Total de medidas de seguridad", align= 'r',
      col.names = c("Num", "Medidas de seguridad", "Total", "Faltantes"))
```

Table 10: Total de medidas de seguridad

Num	Medidas de seguridad	Total	Faltantes
1	Antivirus	28	5
2	Antispam	19	14
3	Firewall	27	6
4	Autenticación y Criptografía	19	14

```
# seg_info gráfico
ggplot(Total_seg_info, aes(x = lista_seg_info, y = Total_seg_info)) +
  geom_col(aes(fill = txt_seg_info), colour = "black", position = "dodge",
    width = 0.5) + scale_x_discrete("") + scale_y_continuous("Cantidad") +
    labs(title = "") + geom_text(aes(label = Total_seg_info), vjust = -0.3) +
    scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill=guide_legend(title="Medidas de seguridad"))
```



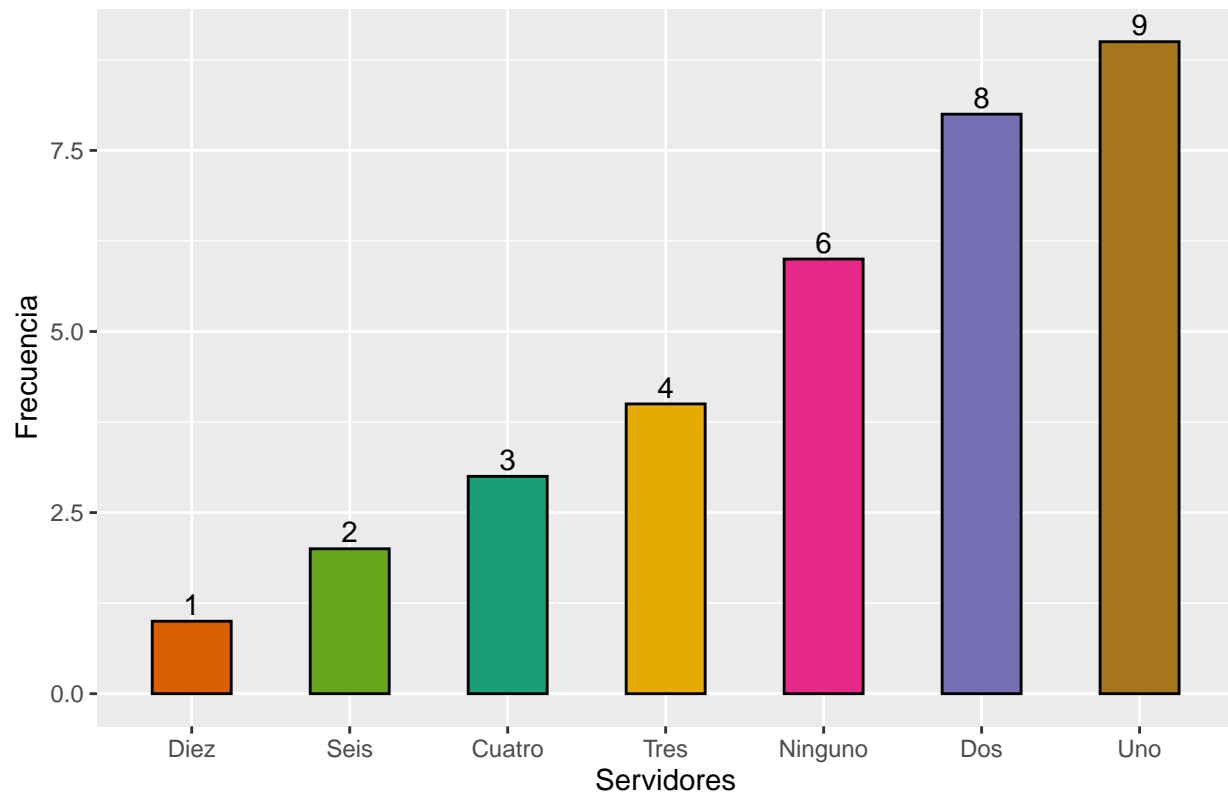
```
# num_serv datos
cant_serv <- c("Ninguno", "Uno", "Dos", "Tres", "Cuatro", "Seis", "Diez")
total_serv <- medidas_seguridad %>% count(cant_serv)
total_serv <- total_serv$n # Elim
Total_num_serv <- data.frame(cant_serv, total_serv)
row.names(Total_num_serv) <- NULL
```

```
kable(Total_num_serv, caption = "Cantidad de servidores", align= 'r',
      col.names = c("Cantidad", "Total"))
```

Table 11: Cantidad de servidores

Cantidad	Total
Ninguno	6
Uno	9
Dos	8
Tres	4
Cuatro	3
Seis	2
Diez	1

```
# num_serv gráfico
ggplot(Total_num_serv, aes(x = fct_reorder(cant_serv, total_serv), y = total_serv)) +
  geom_col(aes(fill = cant_serv), colour = "black", position = "dodge",
           width = 0.5) + scale_x_discrete("Servidores") + scale_y_continuous("Frecuencia") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_serv), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill = "none")
```



Resultados RRHH

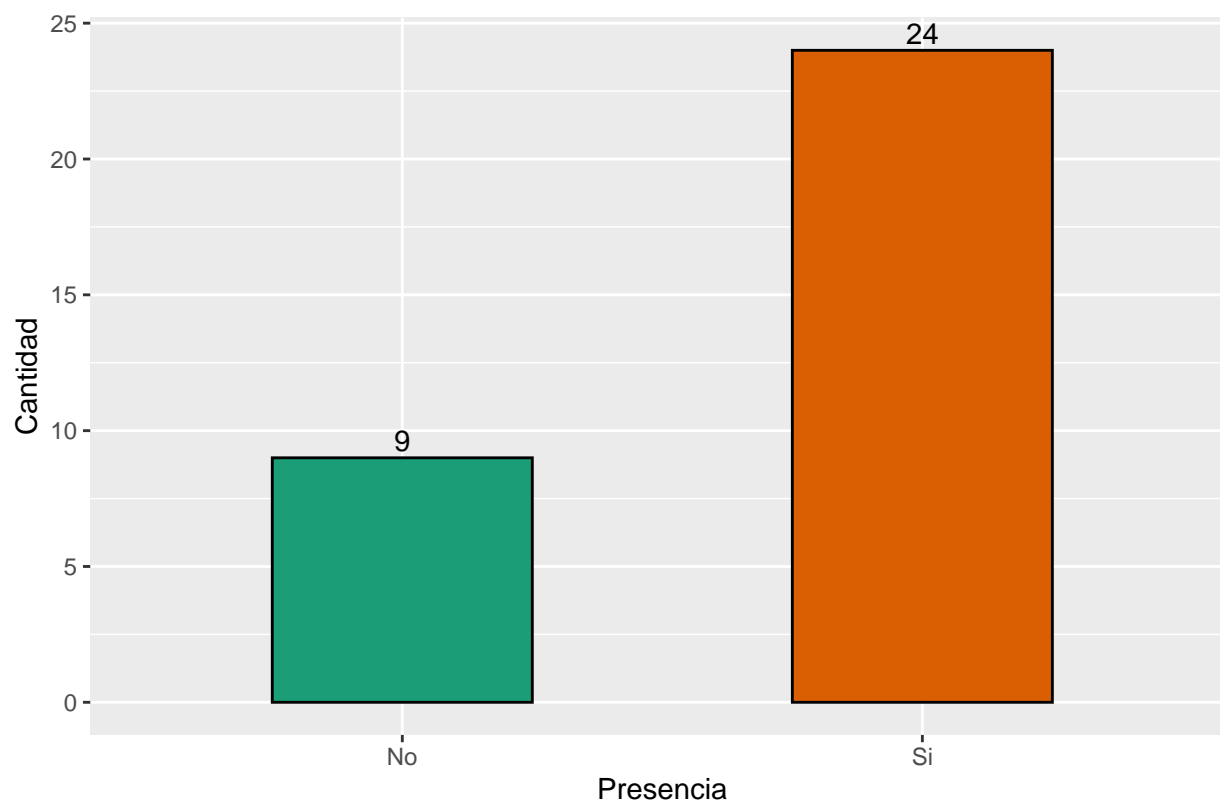
```
# area_info datos
si_no <- c("No", "Si")
total_area_info <- RRHH %>% count(area_info)
total_area_info <- total_area_info$n
Total_area_info <- data.frame(si_no, total_area_info)
row.names(Total_area_info) <- NULL

kable(Total_area_info, caption = "Presencia de área informática municipal",
      align= 'c', col.names = c("Presencia", "Total"))
```

Table 12: Presencia de área informática municipal

Presencia	Total
No	9
Si	24

```
# area_info gráfico
ggplot(Total_area_info, aes(x = si_no, y = total_area_info)) +
  geom_col(aes(fill = si_no), colour = "black", position = "dodge", width = 0.5) +
  scale_x_discrete("Presencia") + scale_y_continuous("Cantidad") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_area_info), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill = "none")
```



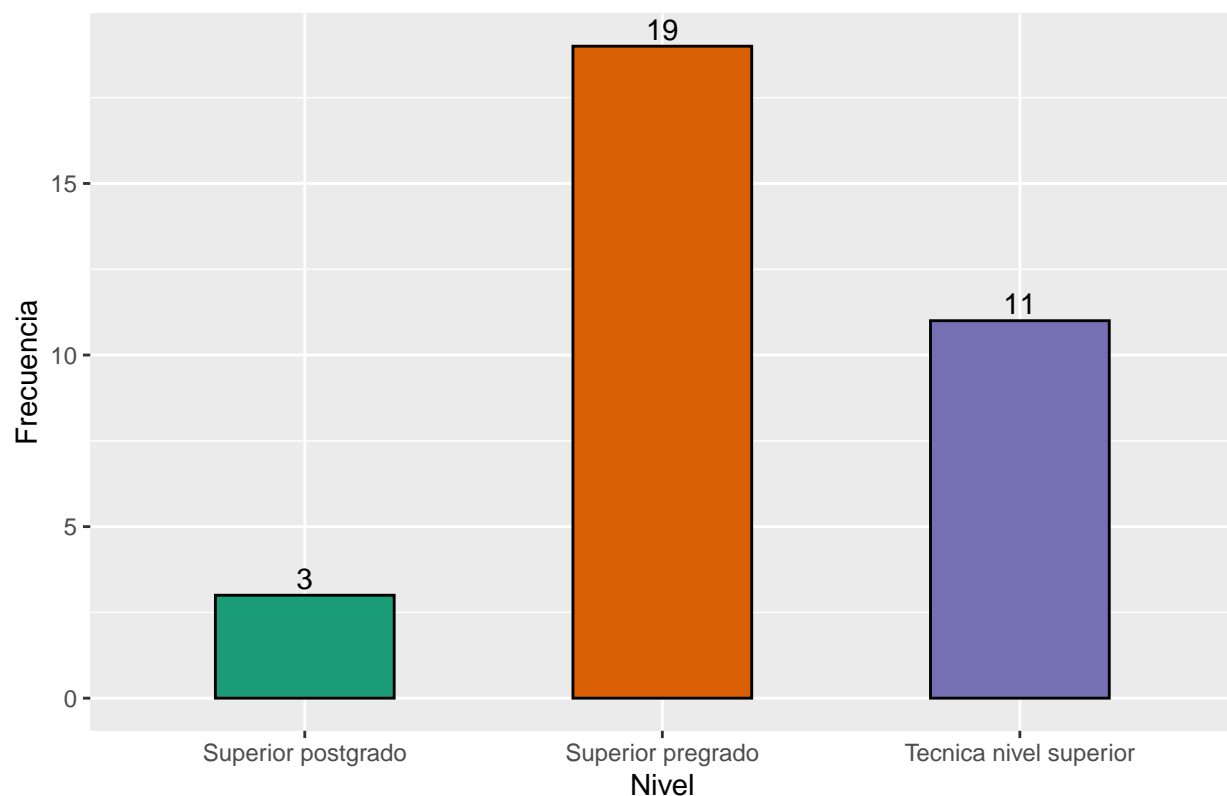
```
# educ_info datos
nivel_ed <- c("Tecnica nivel superior", "Superior pregrado", "Superior postgrado")
total_educ_info <- cuestionarios %>% count(educ_info_lvl)
total_educ_info <- total_educ_info$n
Total_educ_info <- data.frame(nivel_ed, total_educ_info)
row.names(Total_educ_info) <- NULL

kable(Total_educ_info, caption = "Nivel educacional encargado informática",
      align= 'c', col.names = c("Nivel", "Total"))
```

Table 13: Nivel educacional encargado informática

Nivel	Total
Tecnica nivel superior	11
Superior pregrado	19
Superior postgrado	3

```
# educ_info gráfico
ggplot(Total_educ_info, aes(x = nivel_ed, y = total_educ_info)) +
  geom_col(aes(fill = nivel_ed), colour = "black", position = "dodge",
    width = 0.5) + scale_x_discrete("Nivel") + scale_y_continuous("Frecuencia") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_educ_info), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill = "none")
```

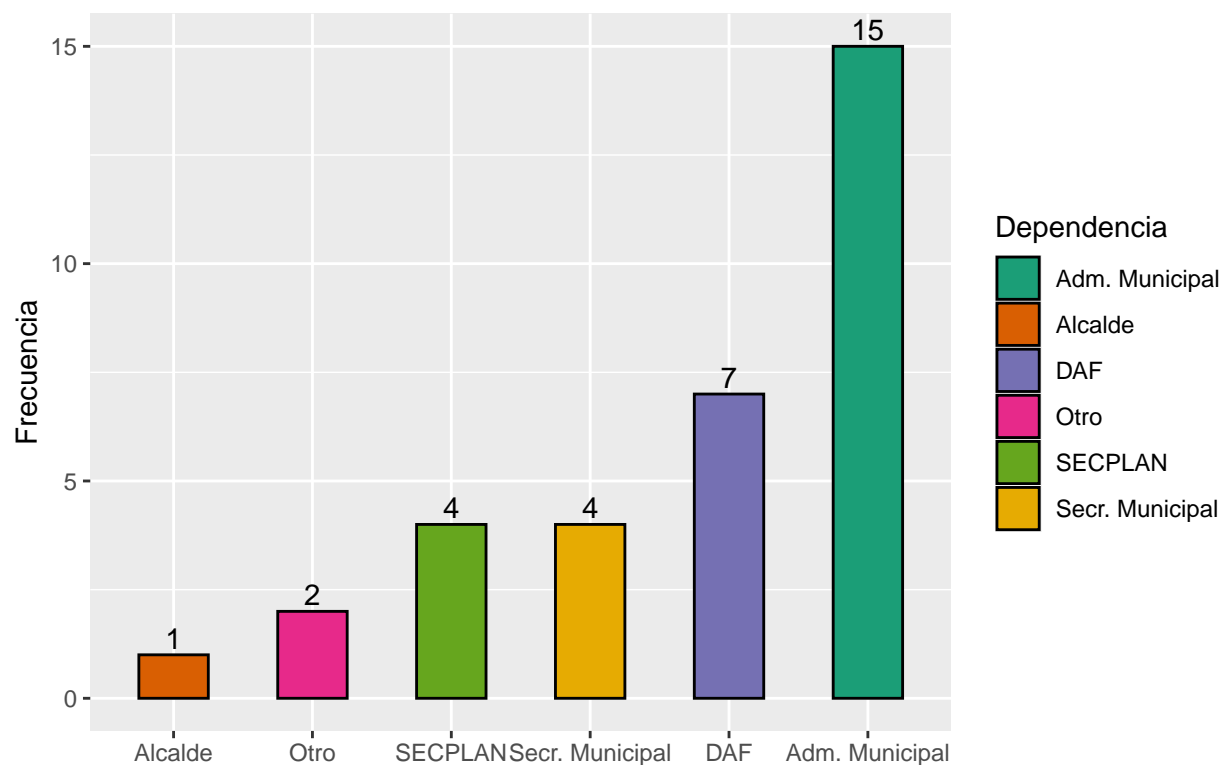


```
# org_info datos
org_info <- c("Alcalde", "Adm. Municipal", "DAF", "SECPLAN", "Secr. Municipal", "Otro")
total_org_info <- cuestionarios %>% count(org_info_dep)
total_org_info <- total_org_info$n
Total_org_info <- data.frame(org_info, total_org_info)
row.names(Total_org_info) <- NULL
kable(Total_org_info, caption = "Dependencia de la unidad de informática",
      align= 'c', col.names = c("Dependencia", "Total"))
```

Table 14: Dependencia de la unidad de informática

Dependencia	Total
Alcalde	1
Adm. Municipal	15
DAF	7
SECPLAN	4
Secr. Municipal	4
Otro	2

```
# org_info_gráfico
ggplot(Total_org_info, aes(x = fct_reorder(org_info, total_org_info), y = total_org_info)) +
  geom_col(aes(fill = org_info), colour = "black", position = "dodge",
    width = 0.5) + scale_x_discrete("") + scale_y_continuous("Frecuencia") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_org_info), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill=guide_legend(title="Dependencia"))
```



```
# intranet datos
total_intranet <- cuestionarios %>% count(intranet)
total_intranet <- total_intranet$n
Total_intranet <- data.frame(si_no, total_intranet)
row.names(Total_intranet) <- NULL

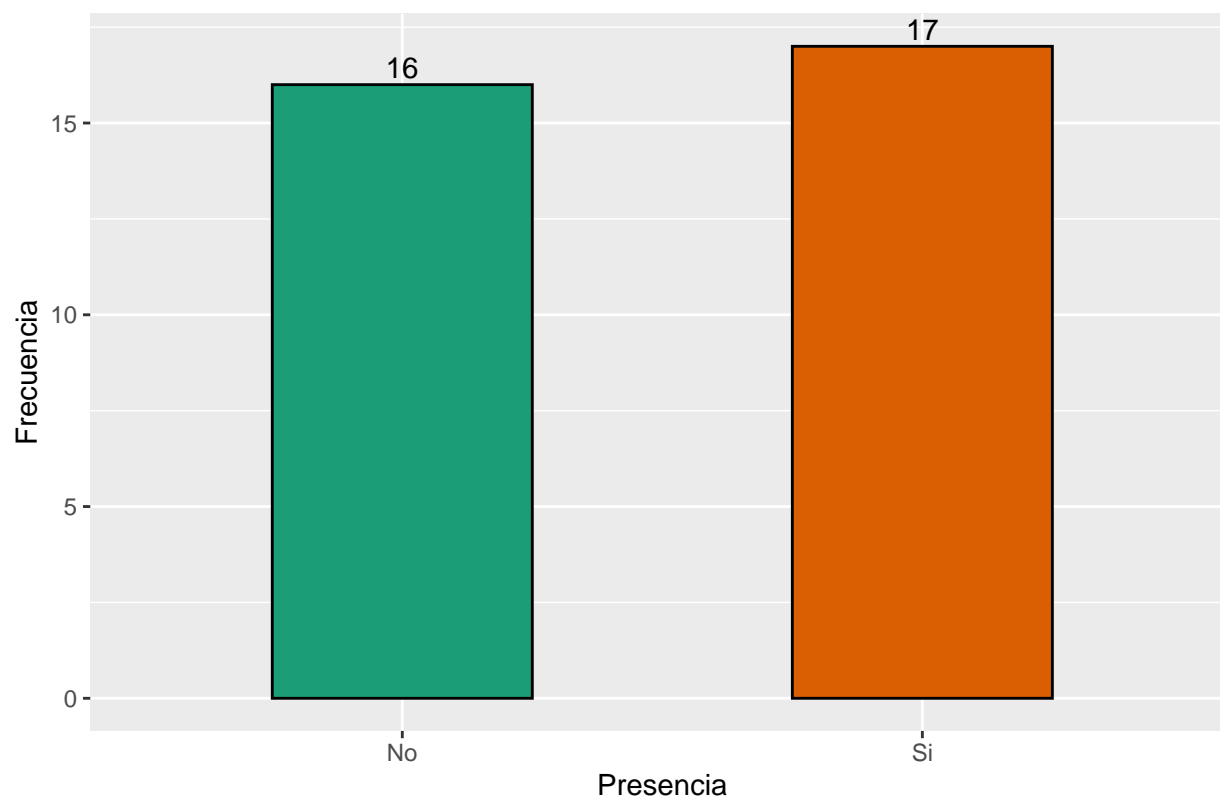
kable(Total_intranet, caption = "Presencia de intranet municipal",
      align= 'c', col.names = c("Presencia", "Total"))
```

Table 15: Presencia de intranet municipal

Presencia	Total
No	16
Si	17

Resultados GTM

```
# intranet gráfico
ggplot(Total_intranet, aes(x = si_no, y = total_intranet)) +
  geom_col(aes(fill = si_no), colour = "black", position = "dodge",
    width = 0.5) + scale_x_discrete("Presencia") + scale_y_continuous("Frecuencia") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_intranet), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill = "none")
```

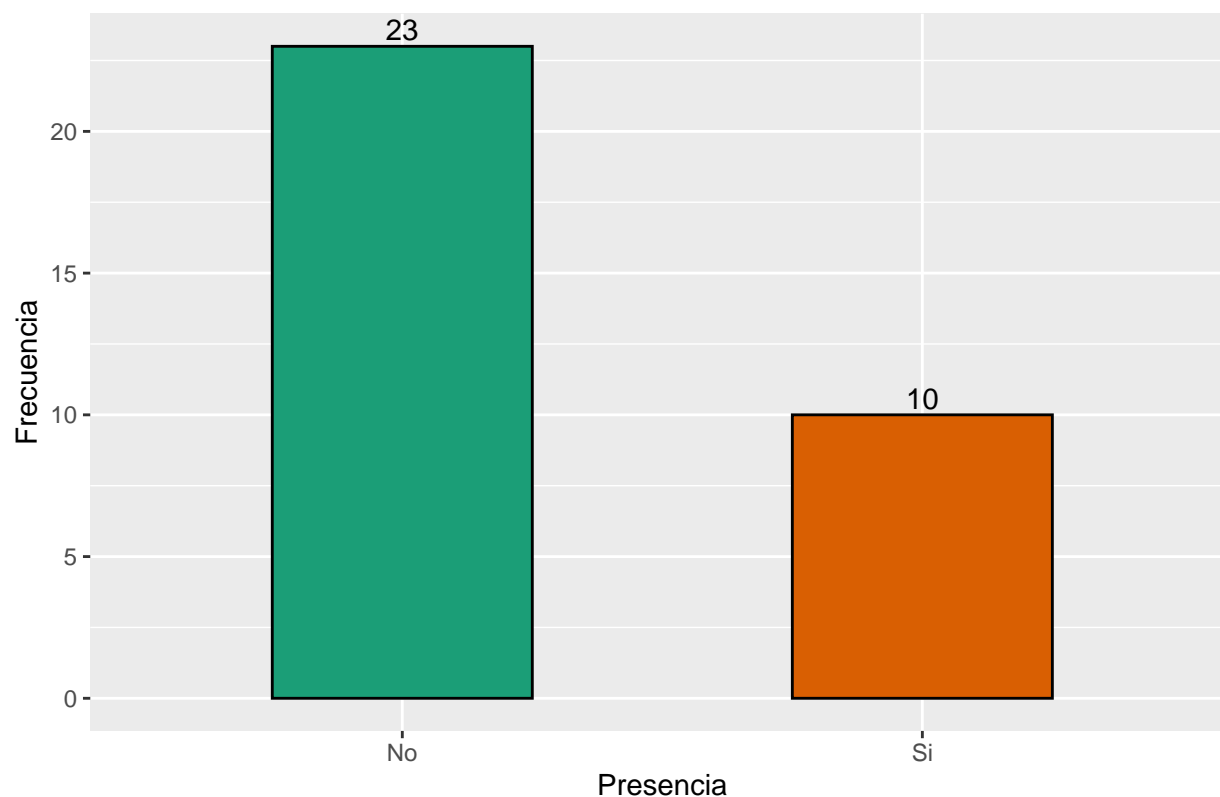
```
# estrategia_servicios datos
total_estrategia_s <- cuestionarios %>% count(estrategia_servicios)
total_estrategia_s <- total_estrategia_s$n
Total_estrategia_s <- data.frame(si_no, total_estrategia_s)
row.names(Total_estrategia_s) <- NULL

kable(Total_estrategia_s, caption = "Presencia de estrategia servicios municipales",
      align= 'c', col.names = c("Presencia", "Total"))
```

Table 16: Presencia de estrategia servicios municipales

Presencia	Total
No	23
Si	10

```
# estrategia_servicios gráfico
ggplot(Total_estrategia_s, aes(x = si_no, y = total_estrategia_s)) +
  geom_col(aes(fill = si_no), colour = "black", position = "dodge",
    width = 0.5) + scale_x_discrete("Presencia") + scale_y_continuous("Frecuencia") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_estrategia_s), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill = "none")
```



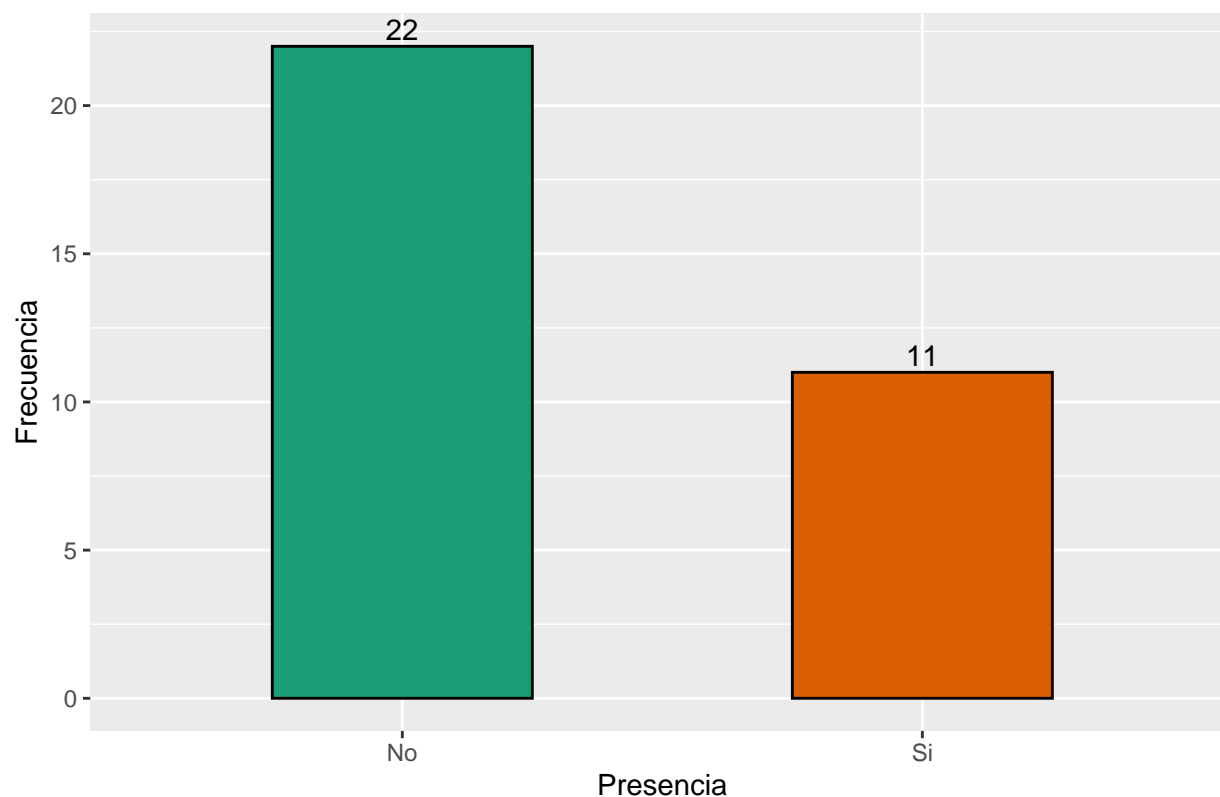
```
# estrategia_gestión datos
total_estrategia_g <- cuestionarios %>% count(estrategia_gestion)
total_estrategia_g <- total_estrategia_g$n
Total_estrategia_g <- data.frame(si_no, total_estrategia_g)
row.names(Total_estrategia_s) <- NULL

kable(Total_estrategia_g, caption = "Presencia de estrategia de gestión municipal",
      align= 'c', col.names = c("Presencia", "Total"))
```

Table 17: Presencia de estrategia de gestión municipal

Presencia	Total
No	22
Si	11

```
# estrategia_gestion gráfico
ggplot(Total_estrategia_g, aes(x = si_no, y = total_estrategia_g)) +
  geom_col(aes(fill = si_no), colour = "black", position = "dodge",
    width = 0.5) + scale_x_discrete("Presencia") + scale_y_continuous("Frecuencia") +
  labs(title = "") + geom_text(aes(label = total_estrategia_g), vjust = -0.3) +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2") + guides(fill = "none")
```



```
# procesos datos
T_proc <- colSums(procesos[ , 4:21], na.rm = TRUE) #1er paso

n_proc <- c("Inventario", "Oficina de Partes (Documentos)",
"Aseo y Ornato (Parques y Jardines)", "Planificación y control presupuestario",
"Ingreso/egreso Tesorería", "Rentas y Patentes", "Licencias de conducir",
"Permisos de circulación", "Juzgado de policía local y registro de multas", "Inspección",
"Administración del cementerio municipal", "Registro Social de hogares",
"Subsidios (incluye asistencia social y apoyo a la comunidad)", "OMIL (bolsa de empleo)",
"Administración de consultorios / farmacias", "Ventanilla única") #2do paso

l_proc <- c(1:18)
T_proc <- data.frame(l_proc, n_proc, T_proc) # 3er crear DF

row.names(T_proc) <- NULL # 4to paso quitar rownames

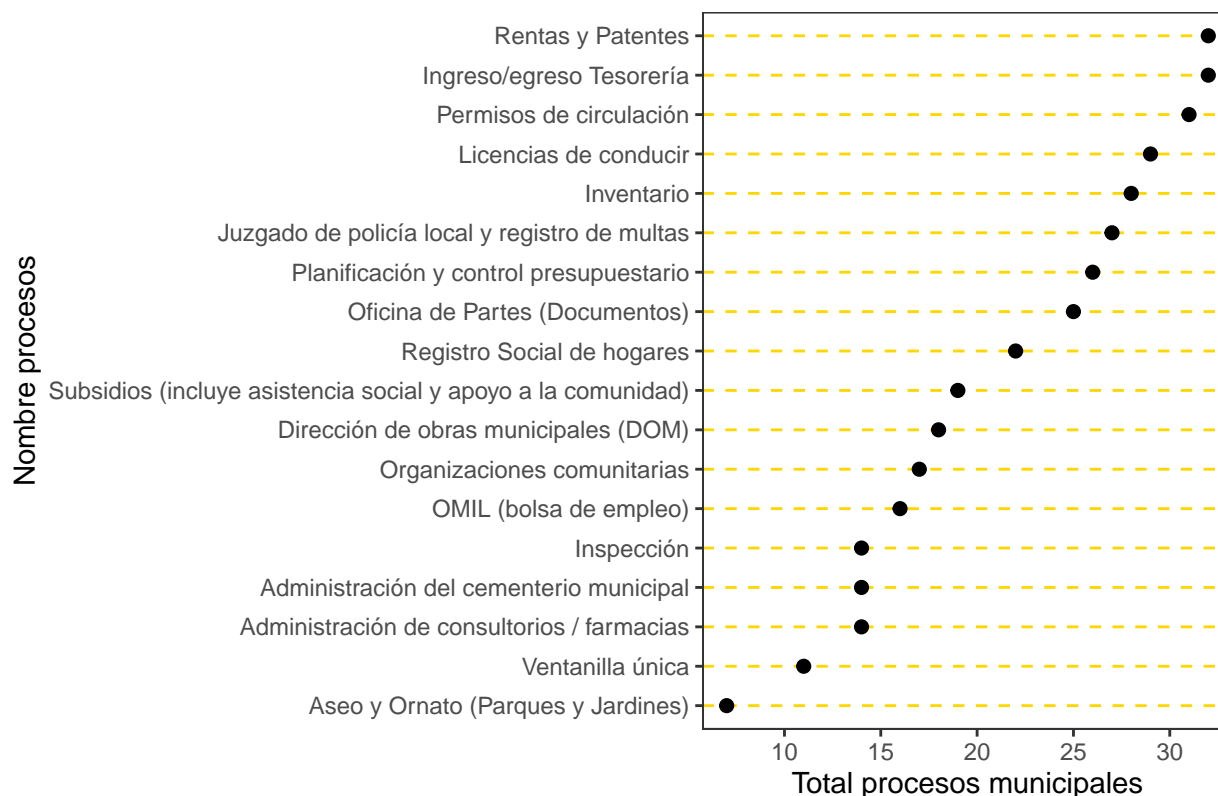
kable(T_proc, caption = "Total de procesos", align = 'c',
col.names = c("Num", "Nombre procesos", "Total")) # 5to paso crear tabla
```

Table 18: Total de procesos

Num	Nombre procesos	Total
1	Inventario	28
2	Oficina de Partes (Documentos)	25

Num	Nombre procesos	Total
3	Aseo y Ornato (Parques y Jardines)	7
4	Planificación y control presupuestario	26
5	Ingreso/egreso Tesorería	32
6	Rentas y Patentes	32
7	Licencias de conducir	29
8	Permisos de circulación	31
9	Juzgado de policía local y registro de multas	27
10	Inspección	14
11	Administración del cementerio municipal	14
12	Registro Social de hogares	22
13	Subsidios (incluye asistencia social y apoyo a la comunidad)	19
14	OMIL (bolsa de empleo)	16
15	Organizaciones comunitarias	17
16	Dirección de obras municipales (DOM)	18
17	Administración de consultorios / farmacias	14
18	Ventanilla única	11

```
# cleveland procesos
ggplot(T_proc, aes(x = T_proc, y = reorder(n_proc, T_proc))) +
  geom_point(size = 2) + labs(title = "", y = "Nombre procesos",
                             x = "Total procesos municipales" ) + theme_bw() +
  theme(panel.grid.major.x = element_blank(), panel.grid.minor.x = element_blank(),
        panel.grid.major.y = element_line(colour = "gold", linetype = "dashed"))
```



Correlación estrategias y subíndices

```
cor_es_t <- cor(cuestionarios$estrategia_servicios, cuestionarios$tramites,
               use = "everything", method=c("pearson"))
cor_eg_p <- cor(cuestionarios$estrategia_gestion, cuestionarios$procesos,
               use = "everything", method=c("pearson"))

n_estrategias <- c("Estrategia servicios", "Estrategia gestión")
n_subindice <- c("Subíndice tramites", "Subíndice procesos")
valores_correlacion <- c(cor_es_t, cor_eg_p)

cor_estrategias <- data.frame(n_estrategias, n_subindice, valores_correlacion)

kable(cor_estrategias, digits = 3, align = 'c', caption =
      "Correlación entre estrategias y subíndices",
      col.names = c("Estrategias", "Subíndices", "Correlación"))
```

Table 19: Correlación entre estrategias y subíndices

Estrategias	Subíndices	Correlación
Estrategia servicios	Subíndice tramites	0.299
Estrategia gestión	Subíndice procesos	0.556

Resultados SML

```
T_tramite <- colSums(tramites[ , 4:26], na.rm = TRUE)
n_tramite <- c("Obtención de Patente comercial",
              "Renovación de la Patente comercial", "Pago de la Patente comercial",
              "Obtención de la Patente industrial", "Renovación de la Patente industrial",
              "Obtención de Patente de alcoholes", "Renovación de la Patente de alcoholes",
              "Pago de la Patente de alcoholes", "Certificado de no expropiación",
              "Permiso de demolición", "Obtención de Permiso de edificación",
              "Renovación de Permiso de edificación", "Pago de Permiso de edificación",
              "Permiso de uso de bienes nacionales de uso público", "Informe de zonificación",
              "Recepción de obra", "Certificado de informaciones previas", "Permiso de circulación",
              "Pago de multas en Juzgado de policía local", "Solicitud de corte y poda de árboles",
              "Solicitud de cambio de domicilio", "Obtención de Patente comercial", "Otro")

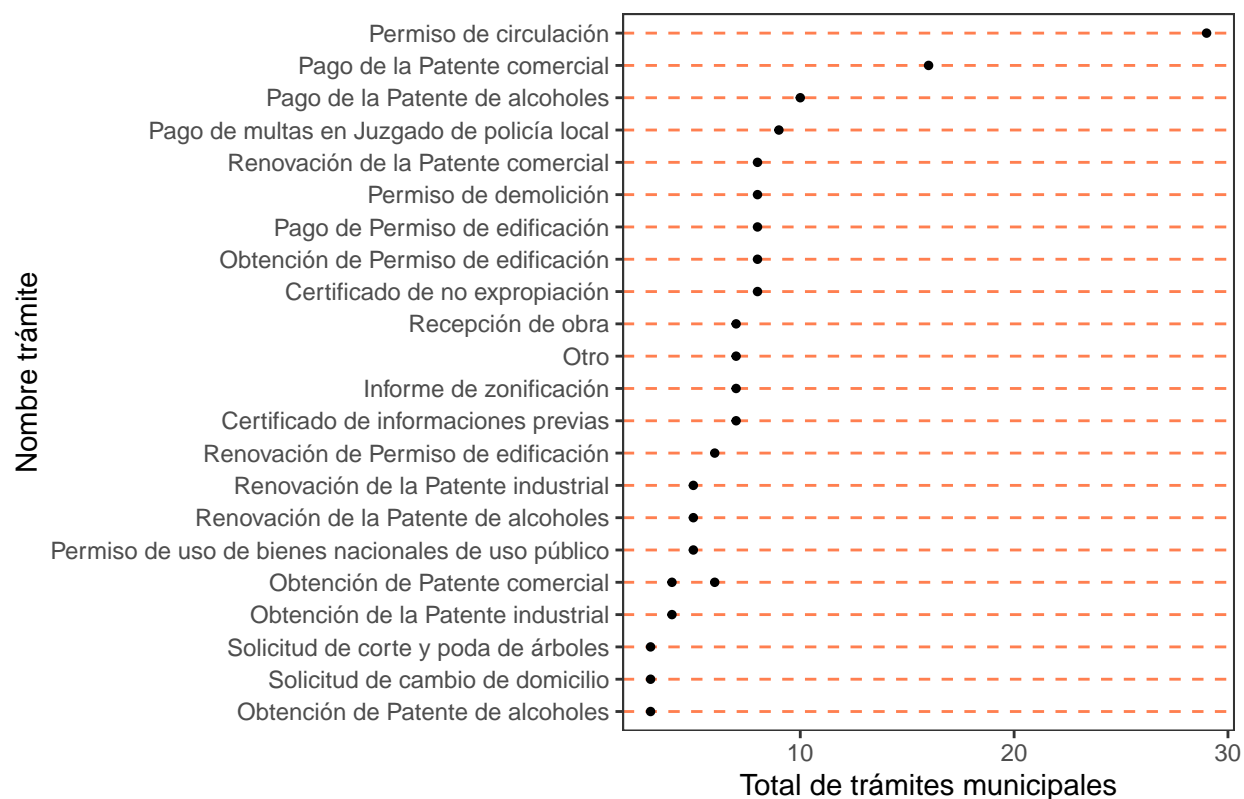
l_tramite <- c(1:23)
T_tramites <- data.frame(l_tramite, n_tramite, T_tramite)
row.names(T_tramites) <- NULL

kable(T_tramites, caption = "Total de trámites", align= 'c', col.names =
      c("Num", "Nombre trámites", "Total"))
```

Table 20: Total de trámites

Num	Nombre trámites	Total
1	Obtención de Patente comercial	6
2	Renovación de la Patente comercial	8
3	Pago de la Patente comercial	16
4	Obtención de la Patente industrial	4
5	Renovación de la Patente industrial	5
6	Obtención de Patente de alcoholes	3
7	Renovación de la Patente de alcoholes	5
8	Pago de la Patente de alcoholes	10
9	Certificado de no expropiación	8
10	Permiso de demolición	8
11	Obtención de Permiso de edificación	8
12	Renovación de Permiso de edificación	6
13	Pago de Permiso de edificación	8
14	Permiso de uso de bienes nacionales de uso público	5
15	Informe de zonificación	7
16	Recepción de obra	7
17	Certificado de informaciones previas	7
18	Permiso de circulación	29
19	Pago de multas en Juzgado de policía local	9
20	Solicitud de corte y poda de árboles	3
21	Solicitud de cambio de domicilio	3
22	Obtención de Patente comercial	4
23	Otro	7

```
ggplot(T_tramites, aes(x = T_tramite, y = reorder(n_tramite, T_tramite))) +
  geom_point(size = 1) + labs(title = "", y = "Nombre trámite",
                             x = "Total de trámites municipales" ) + theme_bw() +
  theme(panel.grid.major.x = element_blank(), panel.grid.minor.x = element_blank(),
        panel.grid.major.y = element_line(colour = "coral", linetype = "dashed"))
```



Objetivo 4:

Para *Categorizar según FIGEM y Provincia* se filtrará el Dataframe y se realizará estadística descriptiva, también gráficos de caja.

```
FIGEM_1 <- filter(cuestionarios, FIGEM== 1)
FIGEM_2 <- filter(cuestionarios, FIGEM== 2)
FIGEM_3 <- filter(cuestionarios, FIGEM== 3)
FIGEM_4 <- filter(cuestionarios, FIGEM== 4)
FIGEM_5 <- filter(cuestionarios, FIGEM== 5)

Provincia_conce <- filter(cuestionarios, Provincia== "Concepción")
Provincia_biobio <- filter(cuestionarios, Provincia== "Biobío")
Provincia_arauco <- filter(cuestionarios, Provincia== "Arauco")
```

Estadística descriptiva FIGEM

```
Descr_F1 <- stats_descr(FIGEM_1$IMTM_2022)
Descr_F2 <- stats_descr(FIGEM_2$IMTM_2022)
Descr_F3 <- stats_descr(FIGEM_3$IMTM_2022)
Descr_F4 <- stats_descr(FIGEM_4$IMTM_2022)
Descr_F5 <- stats_descr(FIGEM_5$IMTM_2022)
```

```
Categorizar_F <- data.frame(Descr_F1, Descr_F2, Descr_F3, Descr_F4, Descr_F5)

kable(Categorizar_F, digits = 2, align = 'r', caption =
      "Estadística descriptiva IMTM 2022 por FIGEM",
      col.names = c("1", "2", "3", "4", "5"))
```

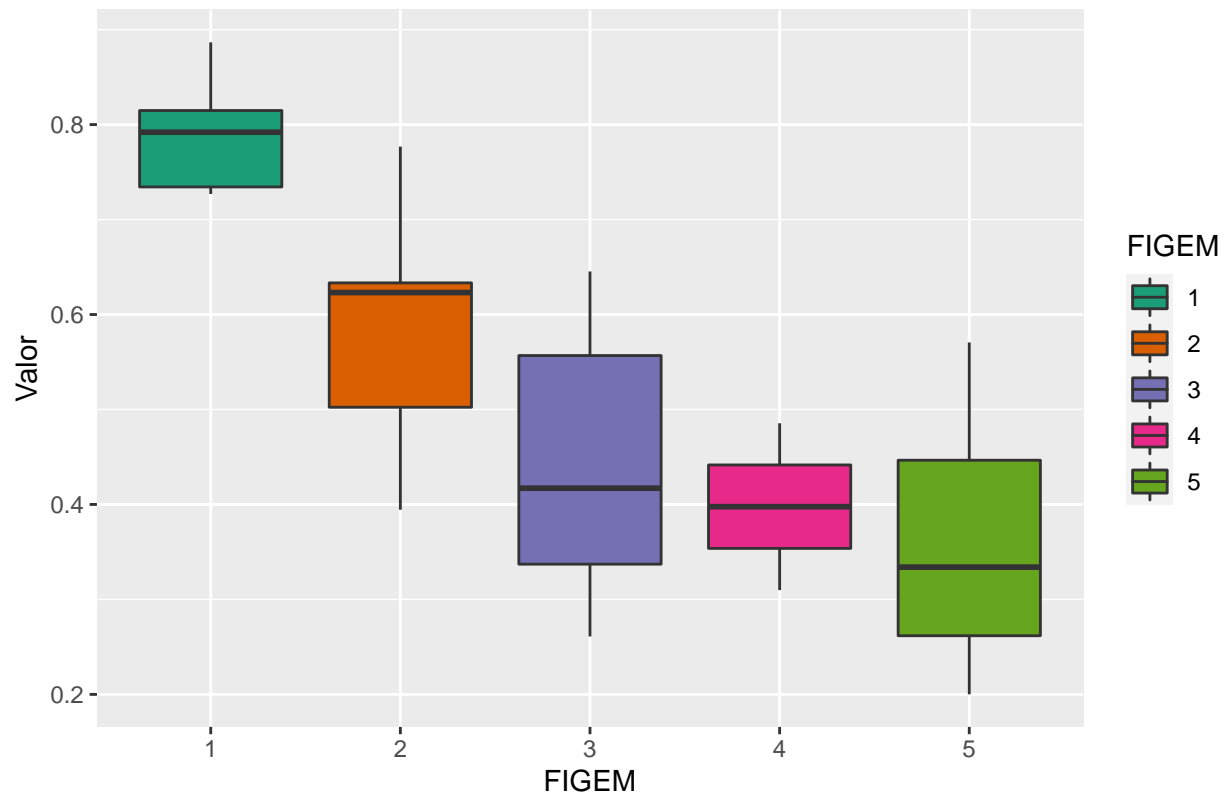
Table 21: Estadística descriptiva IMTM 2022 por FIGEM

	1	2	3	4	5
Mínimo	0.73	0.39	0.26	0.31	0.20
Primer_Cuartil.25%	0.73	0.50	0.34	0.35	0.26
Media	0.79	0.59	0.45	0.40	0.36
Máximo	0.89	0.78	0.65	0.49	0.57
Mediana	0.79	0.62	0.42	0.40	0.33
Variación	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01
Desviación_estandar	0.07	0.14	0.13	0.12	0.12
Tercer_Cuartil.75%	0.81	0.63	0.56	0.44	0.45
Rango	0.16	0.38	0.38	0.18	0.37
Rango_Intercuartil.75%	0.08	0.13	0.22	0.09	0.18
Asimetria	0.32	-0.03	0.06	0.00	0.35
Curtosis	-1.77	-1.75	-1.69	-2.75	-1.38

Boxplot IMTM 2022 según FIGEM

```
cuestionarios$FIGEM <- factor(cuestionarios$FIGEM)
qplot(data = cuestionarios, x = FIGEM, y = IMTM_2022, fill = FIGEM,
      geom = "boxplot", ylab = "Valor", main = "Gráfico de caja por FIGEM 2022") +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2")
```

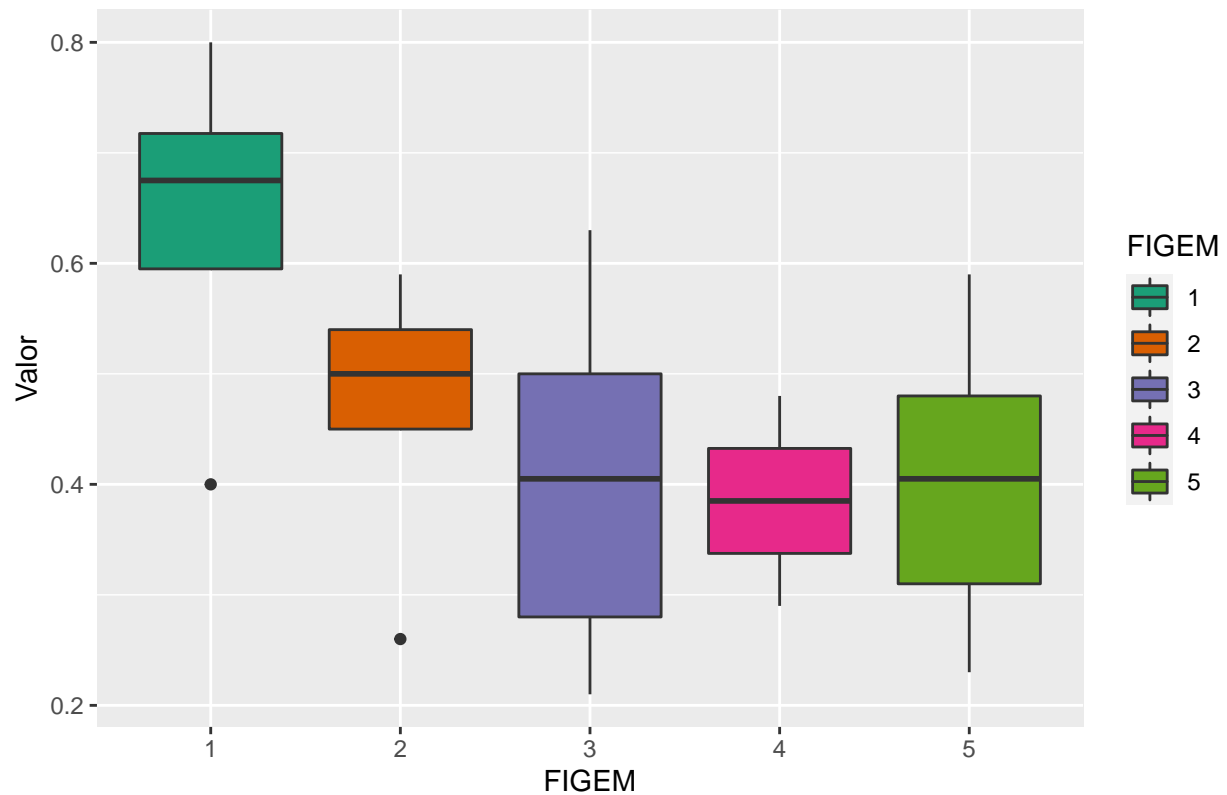

Gráfico de caja por FIGEM 2022



Boxplot IMTM 2015 según FIGEM

```
IMTM_2015$FIGEM <- factor(IMTM_2015$FIGEM)
qplot(data = IMTM_2015, x = FIGEM, y = IMTM_2015, fill = FIGEM,
      geom = "boxplot", ylab = "Valor", main = "Gráfico de caja por FIGEM 2015") +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2")
```

Gráfico de caja por FIGEM 2015



Estadística descriptiva Provincia

```
Descr_Concepcion <- stats_descr(Provincia_conce$IMTM_2022)
Descr_Biobio <- stats_descr(Provincia_biobio$IMTM_2022)
Descr_Arauco <- stats_descr(Provincia_arauco$IMTM_2022)

Categorizar_P <- data.frame(Descr_Concepcion, Descr_Biobio, Descr_Arauco)

kable(Categorizar_P, digits = 2, align = 'r', caption =
      "Estadística descriptiva IMTM 2022 por provincia",
      col.names = c("Concepción", "Biobío", "Arauco"))
```

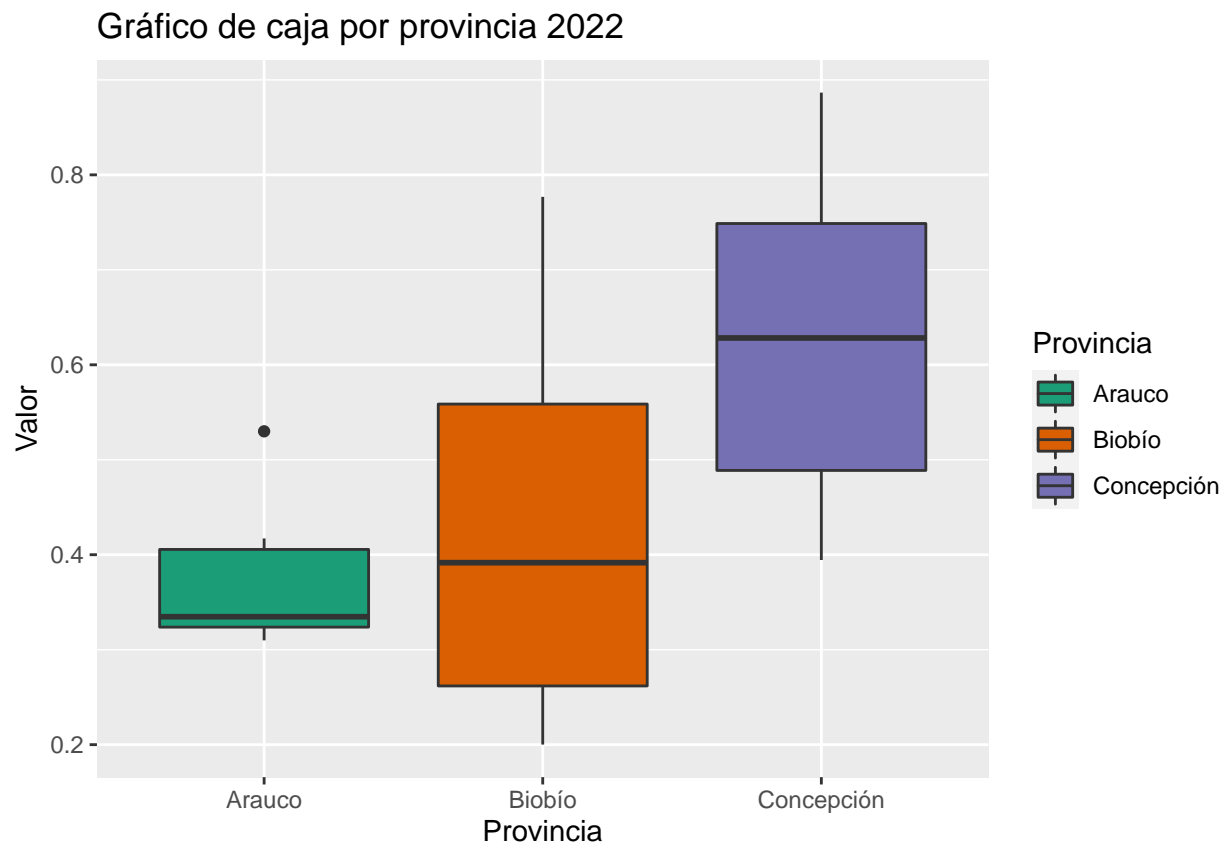
Table 22: Estadística descriptiva IMTM 2022 por provincia

	Concepción	Biobío	Arauco
Mínimo	0.39	0.20	0.31
Primer_Cuartil.25%	0.49	0.26	0.32
Media	0.63	0.42	0.38
Máximo	0.89	0.78	0.53
Mediana	0.63	0.39	0.33
Variación	0.03	0.03	0.01
Desviación_estandar	0.17	0.18	0.08

	Concepción	Biobío	Arauco
Tercer_Cuartil.75%	0.75	0.56	0.41
Rango	0.49	0.58	0.22
Rango_Intercuartil.75%	0.26	0.30	0.08
Asimetria	0.03	0.40	0.88
Curtosis	-1.58	-1.27	-0.79

Boxplot IMTM 2022 según provincia

```
cuestionarios$Provincia <- factor(cuestionarios$Provincia)
qplot(data = cuestionarios, x = Provincia, y = IMTM_2022, fill = Provincia,
      geom = "boxplot", ylab = "Valor", main = "Gráfico de caja por provincia 2022") +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2")
```



Boxplot IMTM 2015 según provincia

```
IMTM_2015$Provincia <- factor(IMTM_2015$Provincia)
qplot(data = IMTM_2015, x = Provincia, y = IMTM_2015, fill = Provincia,
      geom = "boxplot", ylab = "Valor", main = "Gráfico de caja por provincia 2015") +
  scale_fill_brewer(palette = "Dark2")
```

Gráfico de caja por provincia 2015

