

# Practica 2: Limpieza y validación de los datos

Anddy Aldave Valle, Alejandro Pulido Duque

9 de Junio de 2020

## 1. Descripción del dataset. ¿Por qué es importante y qué pregunta/problema pretende responder?

El dataset “Diamonds” ha sido descargado de Kaggle, cuya licencia es *desconocida* tal y como indica el mismo.

Este Set de datos puede ser descargado de: <https://www.kaggle.com/shivam2503/diamonds> El set de datos contiene 53940 registros de diamantes. Para cada registro, los campos del conjunto de datos son los siguientes

- x: El número de registro
- carat: Peso en kilates del diamante
- cut: La calidad del corte del diamante
- color: El color del diamante
- clarity: Califica la apariencia visual de cada diamante
- depth: La altura de un diamante, medida desde el culet, o base, hasta la tabla, o tope superior, dividido por su diámetro medio ( $z / \text{media}(x, y)$ )
- table: El ancho de la tabla del diamante expresado como un porcentaje de su diámetro medio
- price: El precio del diamante
- x: longitud del diamante en mm
- y: ancho del diamante en mm
- z: profundidad del diamante en mm

Además, se añadirá un atributo secundario que facilitará el análisis. Este atributo secundario, calculado a partir de los descritos en la lista, es:

- Volumen

A continuación, para mayor claridad, se incluyen las partes del diamante, que nos ayudará a localizar los atributos de medida (Altura, Tabla, X, Y, Z)

Resulta interesante desde un punto de vista de la limpieza y el análisis de los datos obtenidos. En primer lugar, nos permite ejecutar ciertas tareas de limpieza para adecuar los datos a un posterior análisis exhaustivo de las variables.

## Las diferentes partes de un diamante

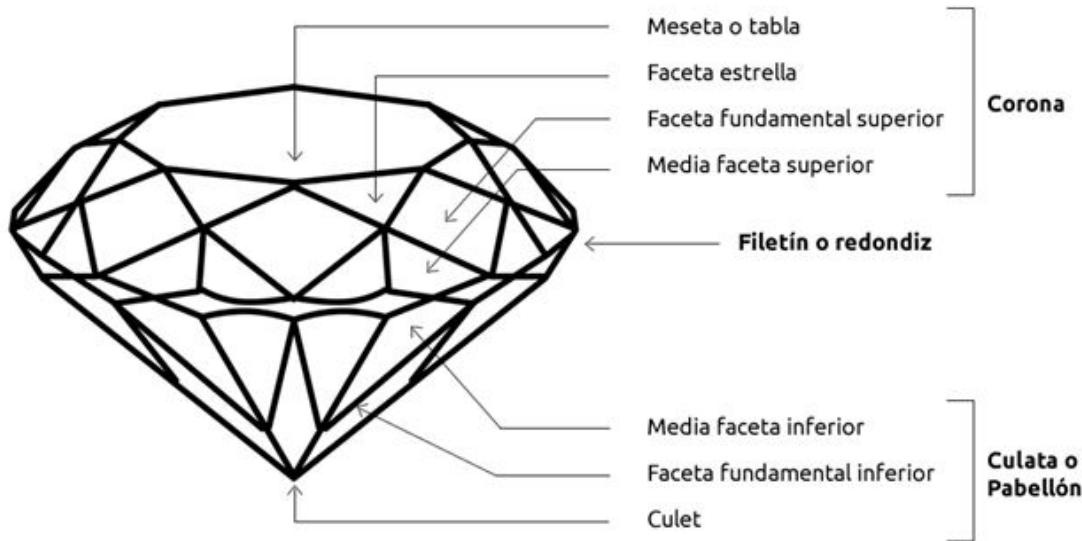


Figure 1: Partes del diamante

La principal pregunta que este análisis intentará responder cómo se relacionan las diferentes características físicas de un diamante entre sí, y qué grado de relación guardan con el precio de cada uno de esos diamantes.

Las características de los atributos disponibles nos permitirán hacer varios estudios, a destacar:

- Correlaciones
- Regresiones de varios tipos
- Hipótesis
- Árboles de clasificación

Todos los modelos son característicos del análisis de datos en la Ciencia de Datos, por tanto, la importancia radica en la usabilidad de este dataset y sus aplicaciones prácticas de los modelos anteriormente mencionados.

## 2. Integración y selección de los datos de interés a analizar.

```
# Lectura de datos
diamonds_df <- read.csv("diamonds.csv", header = TRUE, sep=",", dec = ".")
#Ejecutando la función summary sobre el dataframe, nos mostrará un resumen de cada variable
summary(diamonds_df)
```

	X	carat	cut	color	clarity
## Min.	: 1	Min. :0.2000	Fair : 1610	D: 6775	SI1 :13065
## 1st Qu.	:13486	1st Qu.:0.4000	Good : 4906	E: 9797	VS2 :12258
## Median	:26971	Median :0.7000	Ideal :21551	F: 9542	SI2 : 9194
## Mean	:26971	Mean :0.7979	Premium :13791	G:11292	VS1 : 8171

```

## 3rd Qu.:40455   3rd Qu.:1.0400   Very Good:12082   H: 8304   VVS2    : 5066
## Max.    :53940   Max.    :5.0100                  I: 5422   VVS1    : 3655
##
##          depth      table      price       x
##  Min.   :43.00   Min.   :43.00   Min.   : 326   Min.   : 0.000
##  1st Qu.:61.00   1st Qu.:56.00   1st Qu.: 950   1st Qu.: 4.710
##  Median :61.80   Median :57.00   Median :2401   Median : 5.700
##  Mean   :61.75   Mean   :57.46   Mean   :3933   Mean   : 5.731
##  3rd Qu.:62.50   3rd Qu.:59.00   3rd Qu.:5324   3rd Qu.: 6.540
##  Max.   :79.00   Max.   :95.00   Max.   :18823  Max.   :10.740
##
##          y      z
##  Min.   : 0.000   Min.   : 0.000
##  1st Qu.: 4.720   1st Qu.: 2.910
##  Median : 5.710   Median : 3.530
##  Mean   : 5.735   Mean   : 3.539
##  3rd Qu.: 6.540   3rd Qu.: 4.040
##  Max.   :58.900   Max.   :31.800
##

```

```
str(diamonds_df)
```

```

## 'data.frame': 53940 obs. of 11 variables:
## $ X      : int 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
## $ carat  : num 0.23 0.21 0.23 0.29 0.31 0.24 0.24 0.26 0.22 0.23 ...
## $ cut     : Factor w/ 5 levels "Fair","Good",...: 3 4 2 4 2 5 5 5 1 5 ...
## $ color   : Factor w/ 7 levels "D","E","F","G",...: 2 2 2 6 7 7 6 5 2 5 ...
## $ clarity : Factor w/ 8 levels "I1","IF","SI1",...: 4 3 5 6 4 8 7 3 6 5 ...
## $ depth   : num 61.5 59.8 56.9 62.4 63.3 62.8 62.3 61.9 65.1 59.4 ...
## $ table   : num 55 61 65 58 58 57 57 55 61 61 ...
## $ price   : int 326 326 327 334 335 336 336 337 337 338 ...
## $ x       : num 3.95 3.89 4.05 4.2 4.34 3.94 3.95 4.07 3.87 4 ...
## $ y       : num 3.98 3.84 4.07 4.23 4.35 3.96 3.98 4.11 3.78 4.05 ...
## $ z       : num 2.43 2.31 2.31 2.63 2.75 2.48 2.47 2.53 2.49 2.39 ...

```

La lectura del fichero y el resumen de estadísticos de las variables nos muestra que el conjunto de datos consta de 53940 registros y 11 variables o columnas.

La función de importación del fichero csv ha asignado correctamente cada variable con su tipo de datos, los que tienen decimales son números, los que son cualitativos se han importado como factores y el precio es un número entero

De todas ellas la variable X no aporta nada, ya que contiene el número o identificador de registro, por ello, la eliminaremos del conjunto de datos

```
diamonds_df<-diamonds_df[,-1]
```

Consideramos que necesitamos una variable que contenga el volumen de los diamantes, basándonos en sus medidas x, y, z

```

volume<-diamonds_df$x*diamonds_df$y*diamonds_df$z
diamonds_df<-cbind(diamonds_df,volume)

```

### 3. Limpieza de los datos.

Antes de proceder con la evaluación de ceros o elementos vacíos, se va a realizar una limpieza de datos duplicados. En primer lugar, veamos si tenemos duplicidades en nuestros datos:

```
nrow(diamonds_df[duplicated(diamonds_df), ])
```

```
## [1] 146
```

Vemos que tenemos 146 registros duplicados, vamos a proceder a su eliminación, ya que para nuestro estudio posterior, podrían alterar los resultados.

```
suppressWarnings(suppressMessages(library(dplyr)))  
diamonds_df<-distinct(diamonds_df)
```

Volvemos a comprobar

```
nrow(diamonds_df[duplicated(diamonds_df), ])
```

```
## [1] 0
```

Ya podríamos continuar con el análisis.

#### 3.1. ¿Los datos contienen ceros o elementos vacíos? ¿Cómo gestionarías cada uno de estos casos?

```
#Comprobamos si hay registros con elementos vacíos o NA  
sapply(diamonds_df, anyNA)
```

```
##   carat      cut      color clarity depth table price     x     y     z  
##   FALSE     FALSE    FALSE   FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  
##   volume  
##   FALSE
```

Hemos comprobado que no hay ningún registro con elementos vacíos

```
#Comprobamos si hay registros que contienen ceros  
sapply(diamonds_df, function(x) any(x==0))
```

```
##   carat      cut      color clarity depth table price     x     y     z  
##   FALSE     FALSE    FALSE   FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  TRUE  TRUE  TRUE  
##   volume  
##   TRUE
```

Hemos comprobado que las variables volumen, x, y, z contienen ceros

Un diamante es un objeto que debe tener ancho, altura y profundidad, por lo tanto, asumimos que si alguna de estas variables son 0, es que no se ha medido o hay un error en los datos.

Este tipo de problemas, tiene 2 soluciones: Podríamos eliminar estos registros o calcular un nuevo valor según la semejanza de este registro con otros dentro del mismo conjunto de datos.

Creemos que eliminar estos registros limitaría nuestro conjunto de datos y ocultaría información que queremos analizar, por ello, imputaremos los valores perdidos a través del modelo basado en los k-vecinos más cercanos.

El modelo Knn encuentra los k vecinos más cercanos según la semejanza de los registros perdidos con los demás registros del juego de datos.

Solo imputaremos el valor en las variables x, y, z, no tiene sentido aplicar este método a la variable volumen, ya que, es un campo calculado, lo que haremos será que después de calcular los nuevos valores, volveremos a calcular el volumen.

```
suppressWarnings(suppressMessages(library(VIM)))
library(VIM)
#Miramos que registros contienen ceros
indicesx <-which(diamonds_df$x==0)
indicesy <-which(diamonds_df$y==0)
indicesz <-which(diamonds_df$z==0)
#Asignamos el valor de NA a todos los campos que contienen ceros
diamonds_df[indicesx,"x"]<-NA
diamonds_df[indicesy,"y"]<-NA
diamonds_df[indicesz,"z"]<-NA
```

Miramos el estado de los registros que contienen ceros en la variable x, antes de la imputación

```
diamonds_df[indicesx,]
```

```
##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 11157  1.07    Ideal     F     SI2   61.6     56  4954 NA 6.62 NA     0
## 11936  1.00  Very Good     H     VS2   63.3     53  5139 NA NA NA     0
## 15915  1.14      Fair     G     VS1   57.5     67  6381 NA NA NA     0
## 24465  1.56    Ideal     G     VS2   62.2     54 12800 NA NA NA     0
## 26184  1.20   Premium     D    VVS1   62.1     59 15686 NA NA NA     0
## 27365  2.25   Premium     H     SI2   62.8     59 18034 NA NA NA     0
## 49414  0.71      Good     F     SI2   64.1     60  2130 NA NA NA     0
```

```
kNNx<-kNN(diamonds_df[,c("cut","color","clarity","depth","table","price","x","y","z")], variable="x",k=5)
diamonds_df[indicesx,"x"]<-kNNx[indicesx,"x"]
```

Después de la imputación en la variable x

```
diamonds_df[indicesx,]
```

```
##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 11157  1.07    Ideal     F     SI2   61.6     56  4954 6.50 6.62 NA     0
## 11936  1.00  Very Good     H     VS2   63.3     53  5139 6.61 NA NA     0
## 15915  1.14      Fair     G     VS1   57.5     67  6381 6.32 NA NA     0
## 24465  1.56    Ideal     G     VS2   62.2     54 12800 7.34 NA NA     0
## 26184  1.20   Premium     D    VVS1   62.1     59 15686 7.01 NA NA     0
## 27365  2.25   Premium     H     SI2   62.8     59 18034 8.42 NA NA     0
## 49414  0.71      Good     F     SI2   64.1     60  2130 6.50 NA NA     0
```

Miramos el estado de los registros que contienen ceros en la variable y, antes de la imputación

```
diamonds_df[indicesy,]
```

```
##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 11936  1.00 Very Good     H    VS2  63.3    53  5139 6.61 NA NA     0
## 15915  1.14      Fair     G    VS1  57.5    67  6381 6.32 NA NA     0
## 24465  1.56     Ideal     G    VS2  62.2    54 12800 7.34 NA NA     0
## 26184  1.20 Premium     D   VVS1  62.1    59 15686 7.01 NA NA     0
## 27365  2.25 Premium     H    SI2  62.8    59 18034 8.42 NA NA     0
## 49414  0.71     Good     F    SI2  64.1    60 2130 6.50 NA NA     0
```

```
kNNy<-kNN(diamonds_df[,c("cut","color","clarity","depth","table","price","x","y","z")], variable="y", k=5)
diamonds_df[indicesy,"y"]<-kNNy[indicesy,"y"]
```

Después de la imputación en la variable y

```
diamonds_df[indicesy,]
```

```
##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 11936  1.00 Very Good     H    VS2  63.3    53  5139 6.61 6.54 NA     0
## 15915  1.14      Fair     G    VS1  57.5    67  6381 6.32 6.19 NA     0
## 24465  1.56     Ideal     G    VS2  62.2    54 12800 7.34 7.31 NA     0
## 26184  1.20 Premium     D   VVS1  62.1    59 15686 7.01 6.88 NA     0
## 27365  2.25 Premium     H    SI2  62.8    59 18034 8.42 8.37 NA     0
## 49414  0.71     Good     F    SI2  64.1    60 2130 6.50 6.47 NA     0
```

Miramos el estado de los registros que contienen ceros en la variable z, antes de la imputación

```
diamonds_df[indicesz,]
```

```
##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 2202   1.00 Premium     G    SI2  59.1    59  3142 6.55 6.48 NA     0
## 2309   1.01 Premium     H     I1  58.1    59  3167 6.66 6.60 NA     0
## 4779   1.10 Premium     G    SI2  63.0    59  3696 6.50 6.47 NA     0
## 5458   1.01 Premium     F    SI2  59.2    58  3837 6.50 6.47 NA     0
## 10146  1.50     Good     G     I1  64.0    61  4731 7.15 7.04 NA     0
## 11157  1.07     Ideal     F    SI2  61.6    56  4954 6.50 6.62 NA     0
## 11936  1.00 Very Good     H    VS2  63.3    53  5139 6.61 6.54 NA     0
## 13571  1.15     Ideal     G    VS2  59.2    56  5564 6.88 6.83 NA     0
## 15915  1.14      Fair     G    VS1  57.5    67  6381 6.32 6.19 NA     0
## 24339  2.18 Premium     H    SI2  59.4    61 12631 8.49 8.45 NA     0
## 24465  1.56     Ideal     G    VS2  62.2    54 12800 7.34 7.31 NA     0
## 26064  2.25 Premium     I    SI1  61.3    58 15397 8.52 8.42 NA     0
## 26184  1.20 Premium     D   VVS1  62.1    59 15686 7.01 6.88 NA     0
## 27048  2.20 Premium     H    SI1  61.2    59 17265 8.42 8.37 NA     0
## 27365  2.25 Premium     H    SI2  62.8    59 18034 8.42 8.37 NA     0
## 27439  2.02 Premium     H    VS2  62.7    53 18207 8.02 7.95 NA     0
## 27673  2.80     Good     G    SI2  63.8    58 18788 8.90 8.85 NA     0
## 49414  0.71     Good     F    SI2  64.1    60 2130 6.50 6.47 NA     0
## 51362  1.12 Premium     G     I1  60.4    59 2383 6.71 6.67 NA     0
```

```
kNNz<-kNN(diamonds_df[,c("cut","color","clarity","depth","table","price","x","y","z")], variable="z", k=5)
diamonds_df[indicesz,"z"]<-kNNz[indicesz,"z"]
```

Después de la imputación en la variable z

```
diamonds_df[indicesz,]
```

	carat	cut	color	clarity	depth	table	price	x	y	z	volume
## 2202	1.00	Premium	G	SI2	59.1	59	3142	6.55	6.48	3.86	0
## 2309	1.01	Premium	H	I1	58.1	59	3167	6.66	6.60	4.05	0
## 4779	1.10	Premium	G	SI2	63.0	59	3696	6.50	6.47	4.05	0
## 5458	1.01	Premium	F	SI2	59.2	58	3837	6.50	6.47	3.82	0
## 10146	1.50	Good	G	I1	64.0	61	4731	7.15	7.04	4.63	0
## 11157	1.07	Ideal	F	SI2	61.6	56	4954	6.50	6.62	3.99	0
## 11936	1.00	Very Good	H	VS2	63.3	53	5139	6.61	6.54	4.14	0
## 13571	1.15	Ideal	G	VS2	59.2	56	5564	6.88	6.83	3.96	0
## 15915	1.14	Fair	G	VS1	57.5	67	6381	6.32	6.19	3.79	0
## 24339	2.18	Premium	H	SI2	59.4	61	12631	8.49	8.45	5.09	0
## 24465	1.56	Ideal	G	VS2	62.2	54	12800	7.34	7.31	4.55	0
## 26064	2.25	Premium	I	SI1	61.3	58	15397	8.52	8.42	5.02	0
## 26184	1.20	Premium	D	VVS1	62.1	59	15686	7.01	6.88	4.16	0
## 27048	2.20	Premium	H	SI1	61.2	59	17265	8.42	8.37	5.13	0
## 27365	2.25	Premium	H	SI2	62.8	59	18034	8.42	8.37	5.23	0
## 27439	2.02	Premium	H	VS2	62.7	53	18207	8.02	7.95	5.06	0
## 27673	2.80	Good	G	SI2	63.8	58	18788	8.90	8.85	5.10	0
## 49414	0.71	Good	F	SI2	64.1	60	2130	6.50	6.47	3.83	0
## 51362	1.12	Premium	G	I1	60.4	59	2383	6.71	6.67	4.02	0

calculamos nuevamente la variable volumen ya que, esta depende de los valores de x, y, z

```
diamonds_df$volume<-diamonds_df$x*diamonds_df$y*diamonds_df$z
```

Finalmente, volvemos a comprobar si hay registros ceros o elementos vacíos

```
#Comprobamos si hay registros con elementos vacíos o NA
sapply(diamonds_df, anyNA)
```

```
##   carat      cut    color clarity   depth   table   price      x      y      z
##   FALSE     FALSE   FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE
##   volume
##   FALSE
```

```
#Comprobamos si hay registros que contienen ceros
sapply(diamonds_df, function(x) any(x==0))
```

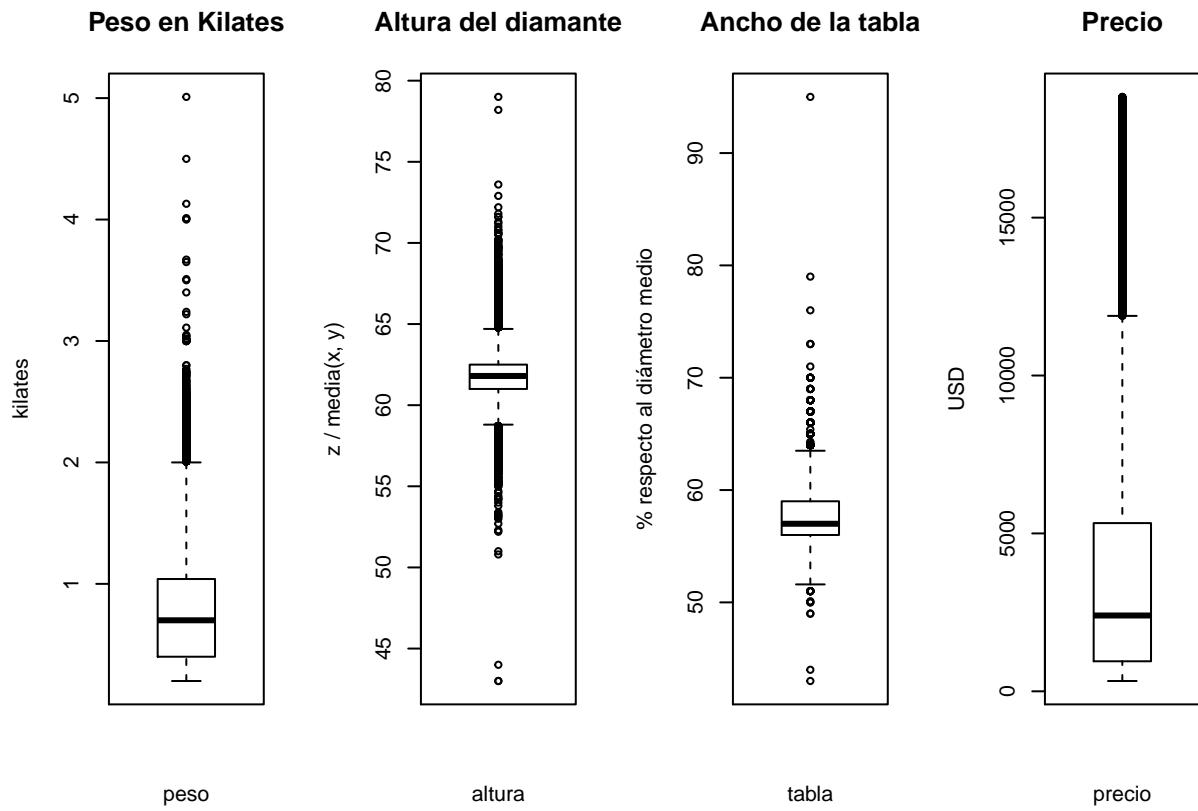
```
##   carat      cut    color clarity   depth   table   price      x      y      z
##   FALSE     FALSE   FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE  FALSE
##   volume
##   FALSE
```

Efectivamente, ya no hay ningún valor cero ni elementos vacío

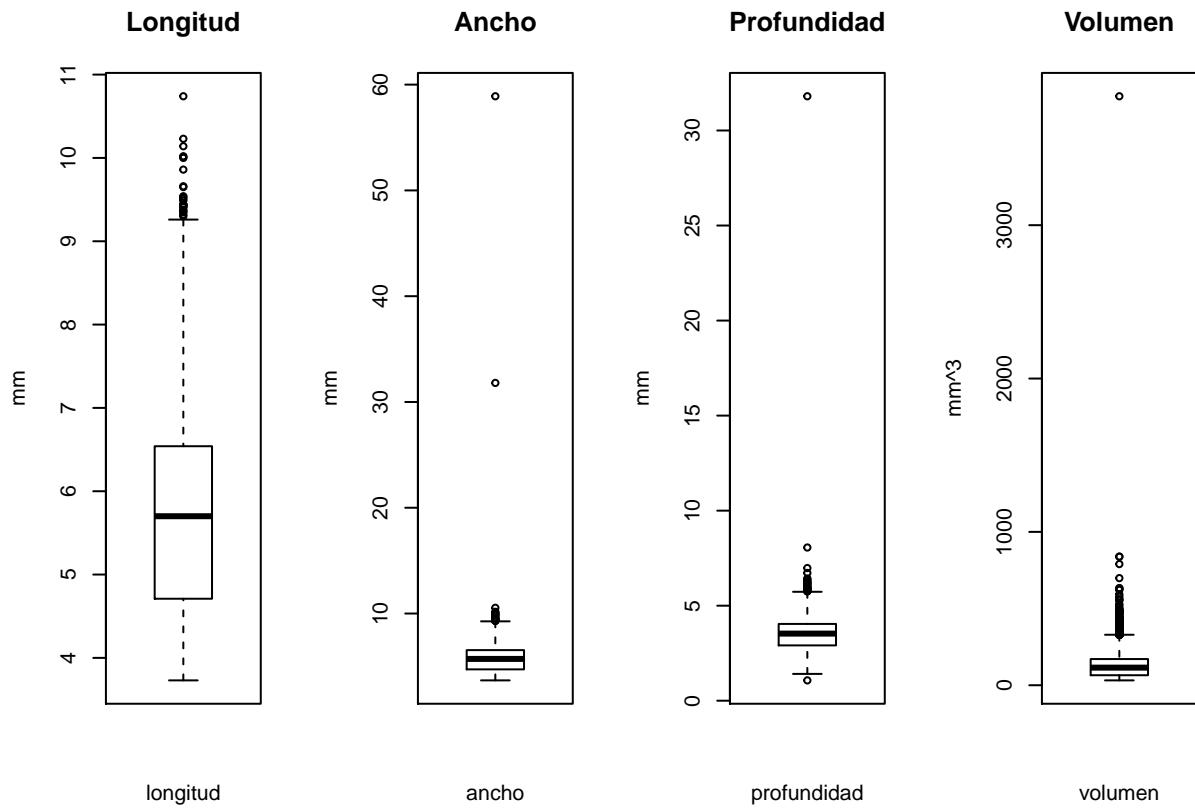
### 3.2 Identificación y tratamiento de valores extremos.

En primer lugar, en esta categoría analizaremos sólo los valores numéricos, para ello, vamos a realizar representaciones de tipo caja de cada una de las variables.

```
#Representamos cada variable
par (mfrow= c (1,4) )
boxplot(diamonds_df$carat, main="Peso en Kilates", xlab="peso", ylab="kilates")
boxplot(diamonds_df$depth, main="Altura del diamante", xlab="altura", ylab="z / media(x, y)")
boxplot(diamonds_df$table, main="Ancho de la tabla", xlab="tabla", ylab="% respecto al diámetro medio")
boxplot(diamonds_df$price, main="Precio", xlab="precio", ylab="USD")
```



```
par (mfrow= c (1,4))
boxplot(diamonds_df$x, main="Longitud", xlab="longitud", ylab="mm")
boxplot(diamonds_df$y, main="Ancho", xlab="ancho", ylab="mm")
boxplot(diamonds_df$z, main="Profundidad", xlab="profundidad", ylab="mm")
boxplot(diamonds_df$volume, main="Volumen", xlab="volumen", ylab="mm^3")
```



Observando los datos, vemos que existen datos que, claramente, suponen valores extremos que no difieren bastante de la media de la muestra, analizamos caso a caso.

```

preciomax<-max(diamonds_df$price)
volumenmax<-max(diamonds_df$volume)
cat("El precio máximo registrado es: ",preciomax, "\n El volumen máximo registrado es: ", volumenmax)

## El precio máximo registrado es: 18823
## El volumen máximo registrado es: 3840.598

diamonds_df[diamonds_df$price==preciomax,]

##           carat      cut color clarity depth table price     x     y     z   volume
## 27683  2.29 Premium     I    VS2    60.8   60 18823 8.5 8.47 5.16 371.4942

```

Evaluaremos los máximos de la Carat, Precio, “X”, “Y”, “Z”, Tabla, profundidad y Volumen, ya que, según los gráficos muestran los valores extremos más acusados.

En primer lugar, vamos a filtrar por los valores máximos de Peso, tabla, “X”, “Y”, “Z” y Volumen (variables que, como veremos más adelante, están fuertemente correlacionadas).

```

diamonds_df[diamonds_df$carat==max(diamonds_df$carat) | diamonds_df$table==max(diamonds_df$table) | diamonds_
##           carat depth table price     x     y     z   volume

```

```

## 24013 2.00 58.9 57.0 12210 8.09 58.90 8.06 3840.5981
## 24876 2.01 58.6 95.0 13387 8.32 8.31 4.87 336.7079
## 27351 5.01 65.5 59.0 18018 10.74 10.54 6.98 790.1332
## 48269 0.51 61.8 54.7 1970 5.12 5.15 31.80 838.5024
## 52716 0.50 79.0 73.0 2579 5.21 5.18 4.09 110.3801

```

Si observamos la tabla anterior, podemos ver que cuando tenemos el precio máximo, el tamaño “x” es el máximo también, y de la misma manera su peso en kilates, lo que tiene sentido. Sin embargo, para los otros dos máximos que tenemos para “y” y “z”, como podemos observar en la tabla de resultados al filtrar por los correspondientes máximos, no se corresponden a máximos en kilates ni máximos en precio, por tanto, teniendo en cuenta que, al menos las variables peso, “X”, “Y”, “Z” y volumen (variables físicas relacionadas), no aportan datos coherentes, debemos suponer que los datos son erróneos.

Además, en el caso de la Profundidad y la tabla, como veremos a continuación, son variables con correlación negativa, esto es, inversamente proporcionales, por tanto, el máximo que encontramos en Profundidad y Tabla tampoco tendrían sentido, observando los datos en su contexto, comparados con el peso, volumen y el precio.

Vamos a continuar analizando las variables Tabla, Profundidad y ancho (“Y”):

```

suppressWarnings(suppressMessages(library(tidyverse)))
library(tidyverse)
diamonds_df %>% top_n(n=5, y)

```

```

##   carat      cut color clarity depth table price     x     y     z   volume
## 1  2.00 Premium     H    SI2  58.9     57 12210 8.09 58.90 8.06 3840.5981
## 2  4.01 Premium     I    I1   61.0     61 15223 10.14 10.10 6.17 631.8944
## 3  5.01 Fair       J    I1   65.5     59 18018 10.74 10.54 6.98 790.1332
## 4  4.50 Fair       J    I1   65.8     58 18531 10.23 10.16 6.72 698.4553
## 5  0.51 Ideal      E    VS1  61.8     55 2075  5.15 31.80 5.12  838.5024

```

En Y, tenemos otro máximo que no tiene ningún sentido, procedemos al borrado.

```

diamonds_df[diamonds_df$y==31.8, ]

```

```

##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z   volume
## 49048 0.51 Ideal     E    VS1  61.8     55 2075  5.15 31.8 5.12  838.5024

```

Por otra parte, con el resto de variables no se encuentran más incosistencias.

```

diamonds_df %>% top_n(n=5, table)

```

```

##   carat      cut color clarity depth table price     x     y     z   volume
## 1  2.01 Fair      F    SI1  58.6     95 13387 8.32 8.31 4.87 336.70790
## 2  0.70 Fair      H    VS1  62.0     73 2100  5.65 5.54 3.47 108.61447
## 3  0.81 Fair      F    SI2  68.8     79 2301  5.26 5.20 3.58  97.92016
## 4  0.79 Fair      G    SI1  65.3     76 2362  5.52 5.13 3.35  94.86396
## 5  0.71 Fair      D    VS2  55.6     73 2368  6.01 5.96 3.33 119.27927
## 6  0.50 Fair      E    VS2  79.0     73 2579  5.21 5.18 4.09 110.38010

```

```
diamonds_df %>% top_n(n=5, depth)
```

```
##   carat cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 1  1.03 Fair     E      I1  78.2     54 1262 5.72 5.59 4.42 141.3286
## 2  0.99 Fair     J      I1  73.6     60 1789 6.01 5.80 4.35 151.6323
## 3  0.96 Fair     G      SI2  72.2     56 2438 6.01 5.81 4.28 149.4495
## 4  0.50 Fair     E      VS2  79.0     73 2579 5.21 5.18 4.09 110.3801
## 5  0.90 Fair     G      SI1  72.9     54 2691 5.74 5.67 4.16 135.3905
```

Por tanto, resumiendo:

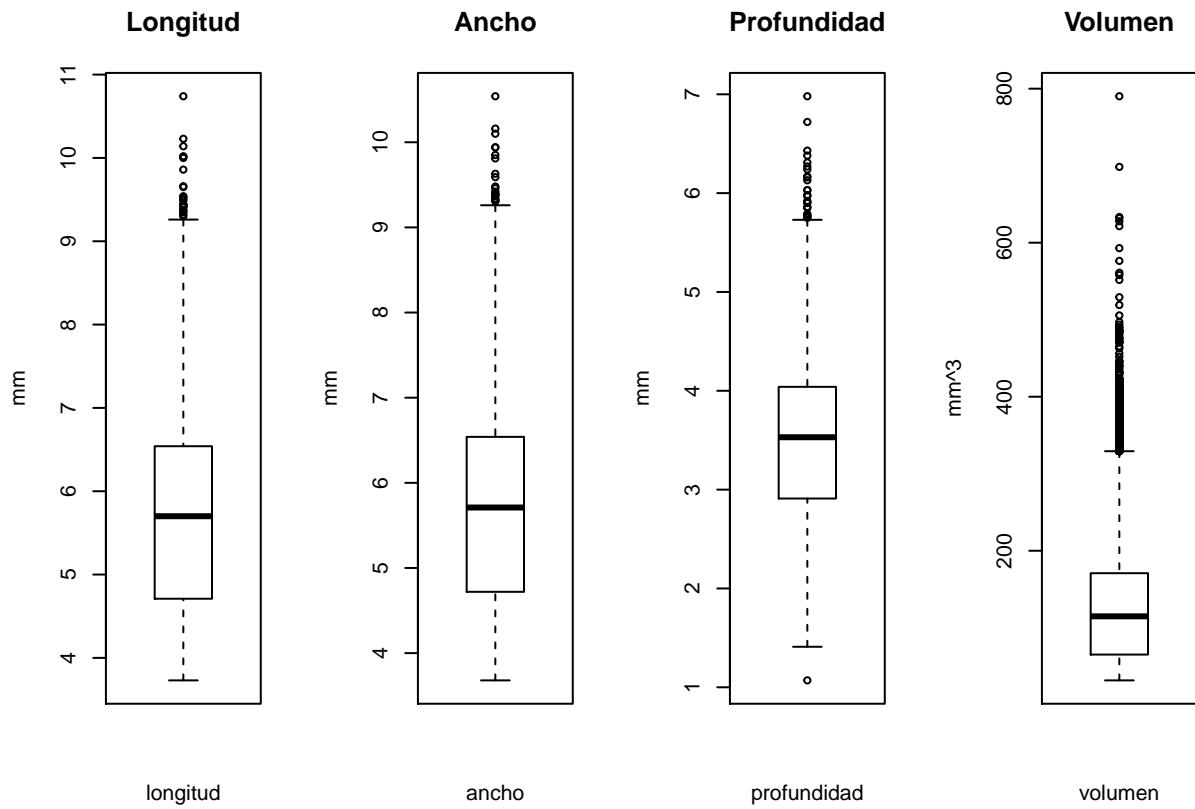
- Máximo en Precio y Peso y medida “X”: los tres valores corresponden al mismo registro, por tanto, son valores coherentes
- Máximo en Profundidad y Tabla: El máximo de Profundidad no corresponde con un mínimo de Tabla y viceversa, como veremos, ambas variables son inversamente proporcionales, por tanto, no son valores coherentes, ya que ademas, no se corresponden con máximos de otras variables
- Maximos en Volumen y medida “y”: En este caso tampoco son coherentes ya que no se corresponden con un máximo de Precio y Peso, siendo estas variables altamente correlacionadas.
- Maximo en “Z”: Tampoco sería coherente, ya que, para ese registro, su volumen es relativamente alto, pero su precio y su peso son mínimos.

Para corregir lo anterior, se van a proceder a borrar los datos que registran máximos incoherentes.

```
diamonds_df<-diamonds_df[-c(24013, 24876, 48269, 52716, 49048), ]
```

Comprobamos de nuevo cómo han quedado las variables de las que hemos eliminado valores extremos:

```
par (mfrow= c (1,4))
boxplot(diamonds_df$x, main="Longitud", xlab="longitud", ylab="mm")
boxplot(diamonds_df$y, main="Ancho", xlab="ancho", ylab="mm")
boxplot(diamonds_df$z, main="Profundidad", xlab="profundidad", ylab="mm")
boxplot(diamonds_df$volume, main="Volumen", xlab="volumen", ylab="mm^3")
```



Quedando, sin lugar a dudas, mucho más coherente.

Recordemos el valor que indica el máximo que vemos en las 4 gráficas:

```
diamonds_df[diamonds_df$volume==max(diamonds_df$volume), ]
```

```
##      carat cut color clarity depth table price     x     y     z   volume
## 27351  5.01 Fair     J       I1  65.5    59 18018 10.74 10.54 6.98 790.1332
```

Observando que este diamante en concreto, presenta máximos en todas sus variables numéricas: Precio, Peso, x, y, z, Volumen.

## 4. Análisis de los datos.

### 4.1. Selección de los grupos de datos que se quieren analizar/comparar (planificación de los análisis a aplicar).

Vamos a realizar un análisis que responderá cómo están relacionadas las principales características de un diamante.

Las características que analizaremos son:

- El precio
- El volumen
- Los tipos de corte : Good y Premium

- El color
- La apariencia visual

Los estudios y pruebas que realizaremos sobre los atributos disponibles del conjunto de datos serán:

- Correlaciones
- Regresiones de varios tipos
- Hipótesis
- Árboles de clasificación

## 4.2. Comprobación de la normalidad y homogeneidad de la varianza.

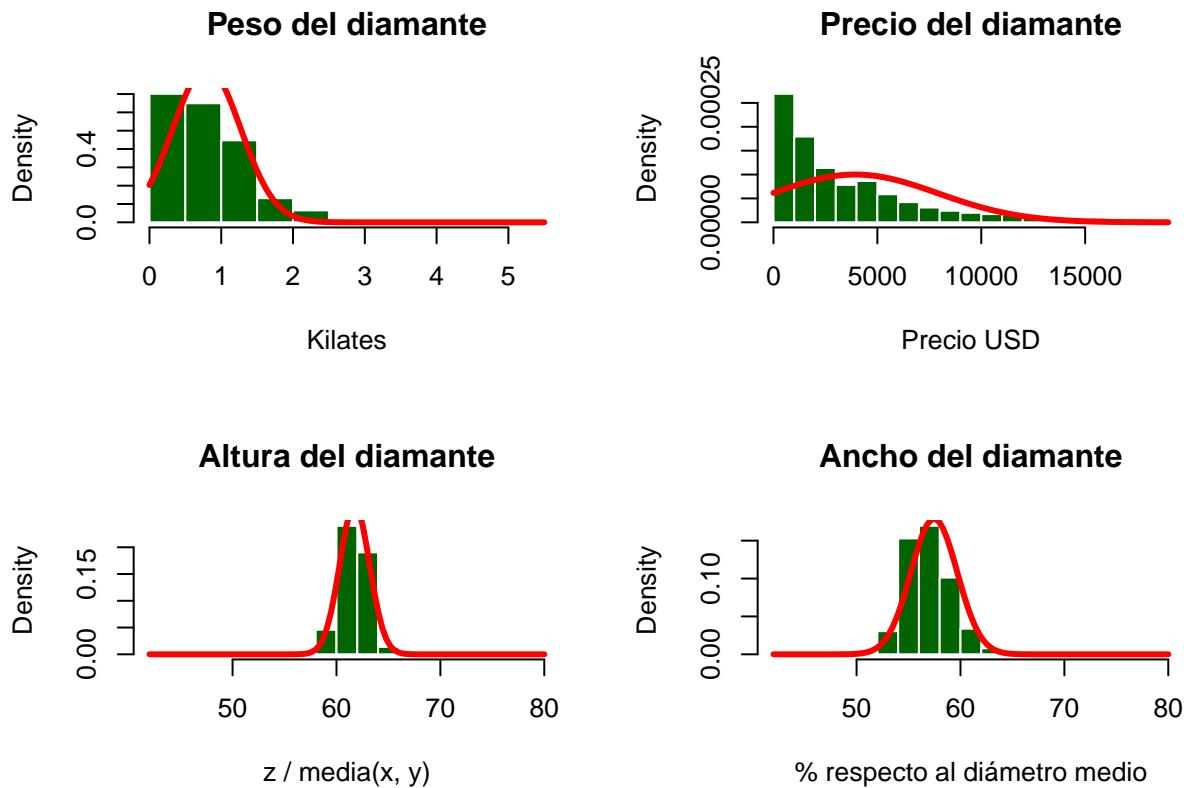
### 4.2.1. Normalidad en variables numéricas

En primer lugar, se realiza un estudio sobre la normalidad de las variables precio, altura, tabla, x, y, z y volumen.

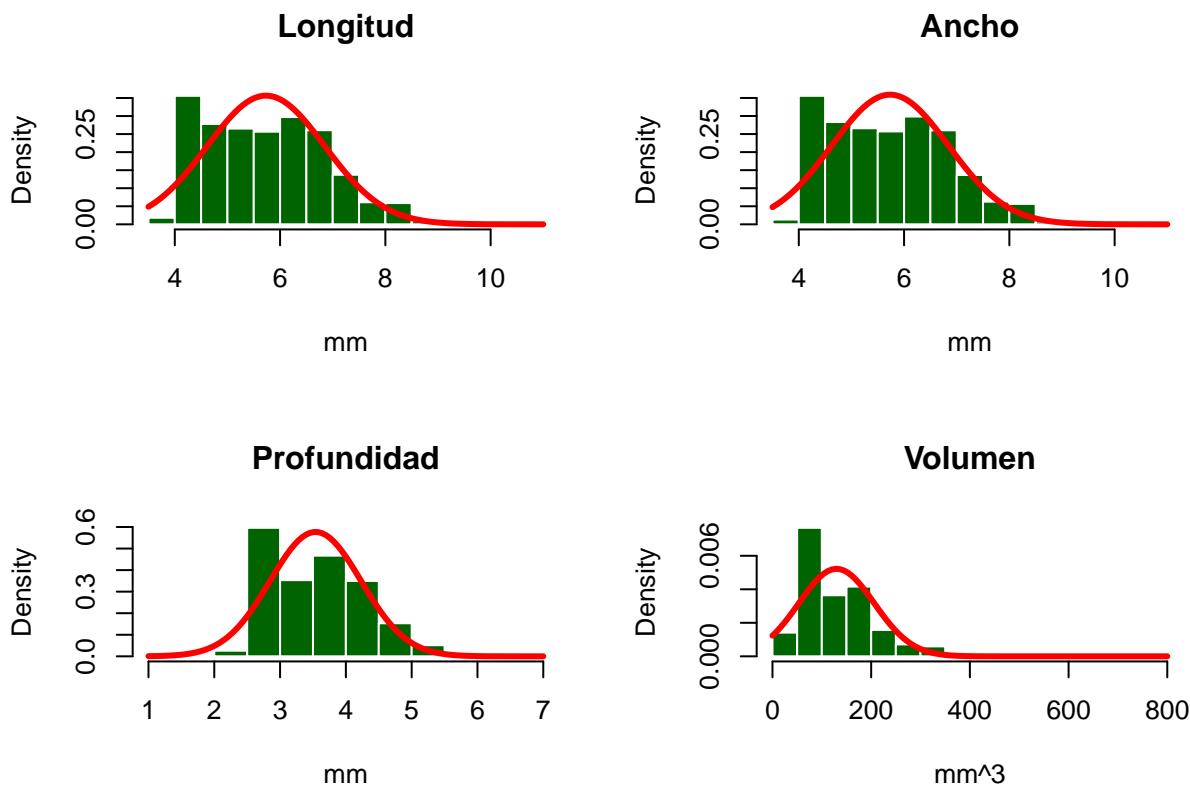
Se realizará un estudio visual y, a continuación, un test Shapiro (considerado de los más potentes para el contraste de la normalidad).

En el estudio visual se utilizarán histogramas de frecuencias relativas con curva de normalidad superpuesta

```
par(mfrow=c(2,2))
#Variable peso
hist(diamonds_df$carat, main= "Peso del diamante", freq = FALSE, xlab = "Kilates", col = "dark green", lwd=3)
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$carat), sd=sd(diamonds_df$carat)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Variable precio
hist(diamonds_df$price, main= "Precio del diamante", freq = FALSE, xlab = "Precio USD", col = "dark green", lwd=3)
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$price), sd=sd(diamonds_df$price)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Variable altura
hist(diamonds_df$depth, main= "Altura del diamante", freq = FALSE, xlab = "z / media(x, y)", col = "dark green", lwd=3)
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$depth), sd=sd(diamonds_df$depth)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Variable ancho
hist(diamonds_df$table, main= "Ancho del diamante", freq = FALSE, xlab = "% respecto al diámetro medio", lwd=3)
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$table), sd=sd(diamonds_df$table)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
```



```
par(mfrow=c(2,2))
#Variable "x"
hist(diamonds_df$x, main= "Longitud", freq = FALSE, xlab = "mm", col = "dark green", border="white")
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$x), sd=sd(diamonds_df$x)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Variable "y"
hist(diamonds_df$y, main= "Ancho", freq = FALSE, xlab = "mm", col = "dark green", border="white")
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$y), sd=sd(diamonds_df$y)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Variable z"
hist(diamonds_df$z, main= "Profundidad", freq = FALSE, xlab = "mm", col = "dark green", border="white")
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$z), sd=sd(diamonds_df$z)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Volumen
hist(diamonds_df$volume, main= "Volumen", freq = FALSE, xlab = "mm^3", col = "dark green", border="white")
curve(dnorm(x, mean=mean(diamonds_df$volume), sd=sd(diamonds_df$volume)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
```



Vemos que en el caso del precio seguiría una distribución exponencial negativa, por otra parte, la longitud no seguiría ninguna distribución apreciable.

Vamos a realizar el Test Shapiro a las variables que podrían asemejarse a una distribución normal, si atendemos a su gráfico.

```
shapiro.test(diamonds_df$carat[1:5000])
```

```
##  
##  Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data: diamonds_df$carat[1:5000]  
## W = 0.90915, p-value < 2.2e-16
```

```
shapiro.test(diamonds_df$depth[1:5000])
```

```
##  
##  Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data: diamonds_df$depth[1:5000]  
## W = 0.95418, p-value < 2.2e-16
```

```
shapiro.test(diamonds_df$table[1:5000])
```

```
##
```

```

## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: diamonds_df$table[1:5000]
## W = 0.95044, p-value < 2.2e-16

shapiro.test(diamonds_df$y[1:5000])

## Shapiro-Wilk normality test
## data: diamonds_df$y[1:5000]
## W = 0.82562, p-value < 2.2e-16

shapiro.test(diamonds_df$z[1:5000])

## Shapiro-Wilk normality test
## data: diamonds_df$z[1:5000]
## W = 0.85945, p-value < 2.2e-16

shapiro.test(diamonds_df$volume[1:5000])

## Shapiro-Wilk normality test
## data: diamonds_df$volume[1:5000]
## W = 0.90739, p-value < 2.2e-16

```

Como vemos, la distribución de ningún atributo es normal.

#### 4.2.2. Normalidad en variables categóricas

De manera adicional, vamos a realizar un estudio de normalidad sobre una variable categórica, en este caso, la variable corte, para ello vamos a asignar un valor numérico a cada uno de los niveles de la variable categorica “cut”.

```

table(diamonds_df$cut)

##
##      Fair      Good      Ideal     Premium  Very Good
##      1596     4891    21487     13747     12068

```

Siendo estos valores:

- Fair: 1
- Good: 2
- Very Good: 3
- Premium: 4
- Ideal: 5

```

level.cut<-diamonds_df$cut
level.cut[level.cut=="Fair"]<-"1"

## Warning in `[<- .factor`(`*tmp*`, level.cut = "Fair", value = "1"): invalid
## factor level, NA generated

level.cut[level.cut=="Good"]<-"2"

## Warning in `[<- .factor`(`*tmp*`, level.cut = "Good", value = "2"): invalid
## factor level, NA generated

level.cut[level.cut=="Very Good"]<-"3"

## Warning in `[<- .factor`(`*tmp*`, level.cut = "Very Good", value = "3"): invalid
## factor level, NA generated

level.cut[level.cut=="Premium"]<-"4"

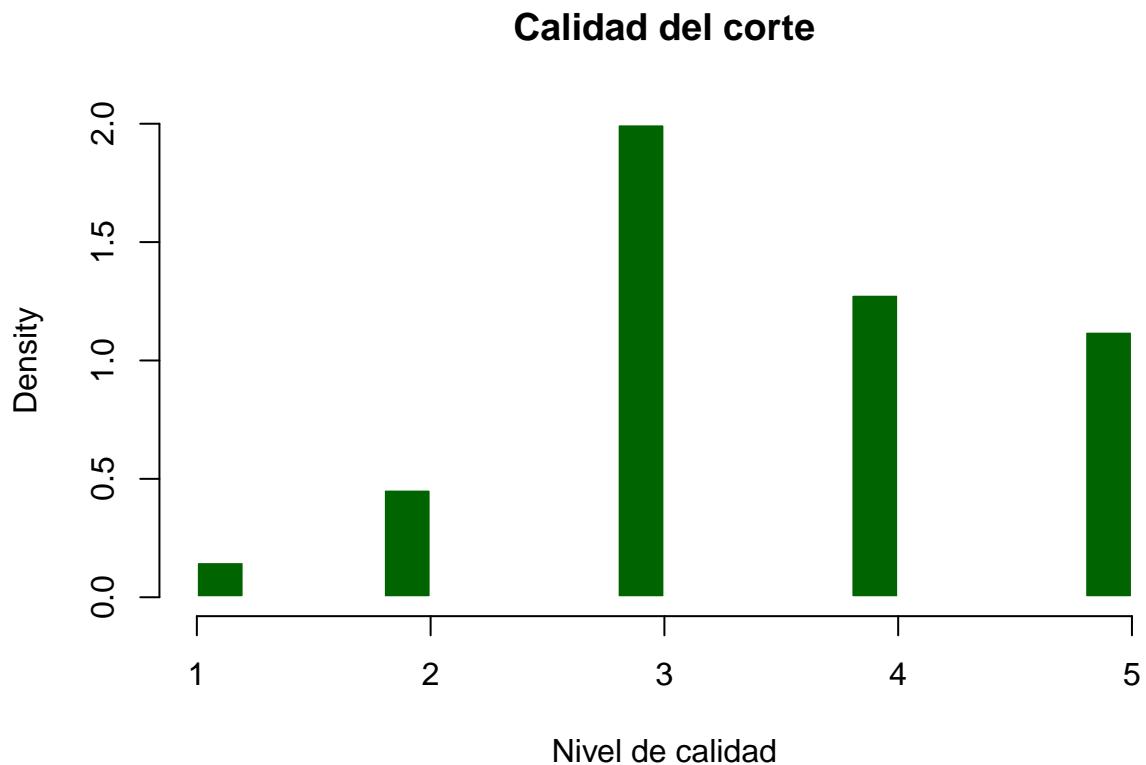
## Warning in `[<- .factor`(`*tmp*`, level.cut = "Premium", value = "4"): invalid
## factor level, NA generated

level.cut[level.cut=="Ideal"]<-"5"

## Warning in `[<- .factor`(`*tmp*`, level.cut = "Ideal", value = "5"): invalid
## factor level, NA generated

level.cut<-as.numeric(level.cut)
#Variable corte
hist(level.cut, main= "Calidad del corte", freq = FALSE, xlab = "Nivel de calidad", col = "dark green",

```



```
#curve(dnorm(x, mean=mean(level.cut), sd=sd(level.cut)), add=TRUE, col="red", lwd=3)
#Test Shapiro
shapiro.test(level.cut[1:5000])
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data: level.cut[1:5000]
## W = 0.89186, p-value < 2.2e-16
```

Y tampoco podemos afirmar que sea normal.

#### 4.2.2. Análisis de la varianza en variables numéricas en función de la variable “Corte”

A continuación, vamos a comprobar si la varianza es homogénea para las variables numéricas, es decir, cumple con el principio de homocedasticidad, para ello, ya que las muestras no son normales, vamos a utilizar el test de Fligner-Killeen en función de los diferentes niveles de corte para las variables “Precio”, “Volumen” y “Peso”.

##### 4.2.2.1 “Precio” en función de “Corte”

```
a1 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Fair", "price"]
a2 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Good", "price"]
a3 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Very Good", "price"]
```

```
a4 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Premium","price"]
a5 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Ideal","price"]
```

Aplicamos el test de Fligner-Killeen

```
fligner.test(x=list(a1,a2,a3,a4,a5))
```

```
##
##  Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
##
## data:  list(a1, a2, a3, a4, a5)
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 1657.6, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Su varianza no es constante.

#### 4.2.2.2 “Peso” en función de “Corte”

```
b1 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Fair","carat"]
b2 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Good","carat"]
b3 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Very Good","carat"]
b4 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Premium","carat"]
b5 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Ideal","carat"]
```

Aplicamos el test de Fligner-Killeen

```
fligner.test(x=list(b1,b2,b3,b4,b5))
```

```
##
##  Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
##
## data:  list(b1, b2, b3, b4, b5)
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 1156.8, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

La varianza no es constante

#### 4.2.2.3 “Volumen” en función de “Corte”

```
c1 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Fair","volume"]
c2 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Good","volume"]
c3 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Very Good","volume"]
c4 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Premium","volume"]
c5 <- diamonds_df[diamonds_df$cut == "Ideal","volume"]
```

Aplicamos el test de Fligner-Killeen

```
fligner.test(x=list(c1,c2,c3,c4,c5))
```

```

## 
## Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
## 
## data: list(c1, c2, c3, c4, c5)
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 1152.5, df = 4, p-value < 2.2e-16

```

Su varianza no es constante

#### 4.2.3. Otros análisis de la Varianza

Como no hemos obtenido resultados satisfactorios para ninguna de las variables, volvemos a repetir el análisis para otros parámetros. Veamos la varianza del “Precio” en función del “Color” y en función de la “Claridad”

##### 4.2.3.1. “Precio” en función del “Color”

Los diferentes niveles de la variable “Color” son los siguientes:

```
table(diamonds_df$color)
```

```

## 
##      D      E      F      G      H      I      J
##  6755  9773  9519 11262  8271  5407  2802

```

Procedemos de igual modo al anterior:

```

d1 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "D","price"]
d2 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "E","price"]
d3 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "F","price"]
d4 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "G","price"]
d5 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "H","price"]
d6 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "I","price"]
d7 <- diamonds_df[diamonds_df$color == "J","price"]

```

Aplicamos el test de Fligner-Killeen

```
fligner.test(x=list(d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7))
```

```

## 
## Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
## 
## data: list(d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7)
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 2730.5, df = 6, p-value < 2.2e-16

```

Y seguimos sin tener homocedasticidad

##### 4.2.3.1. “Precio” en función de la “Claridad”

Los diferentes niveles de la variable “Claridad” son los siguientes:

```



```

Procedemos de igual modo al anterior:

```

e1 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "I1","price"]
e2 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "IF","price"]
e3 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "SI1","price"]
e4 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "SI2","price"]
e5 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "VS1","price"]
e6 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "VS2","price"]
e7 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "VVS1","price"]
e8 <- diamonds_df[diamonds_df$clarity == "VVS2","price"]

```

Aplicamos el test de Fligner-Killeen

```

fligner.test(x=list(d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7))

```

```

##
##  Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
##
## data:  list(d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7)
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 2730.5, df = 6, p-value < 2.2e-16

```

Y seguimos sin tener homocedasticidad

**4.3. Aplicación de pruebas estadísticas para comparar los grupos de datos.** En función de los datos y el objetivo del estudio, aplicar pruebas de contraste de hipótesis, correlaciones, regresiones, etc. Aplicar al menos tres métodos de análisis diferentes.

#### 4.3.1. Análisis de correlaciones

Procedemos con los análisis de correlaciones, para ello, vamos a utilizar el precio como principal indicador, correlacionando éste con todas las variables, numéricas y categoricas, para las numéricas realizaremos un análisis de correlación para distribuciones no normales. Para las categóricas realizaremos el test chi-square y el método Kruskal-Wallis.

##### 4.3.1.1. Variables Numéricas

Las variables numéricas con las que contamos son:

- Precio
- Peso
- Profundidad
- Tabla
- Volumen

Como ya hemos comprobado, ninguna sigue una distribución normal, por tanto, para comprobar su correlación vamos a utilizar dos métodos diferentes y evaluamos los resultados:

### Spearman

Utilizaremos la correlación de Spearman que, en lugar de ser lineal, se basa en rangos y no presupone normalidad en los datos.

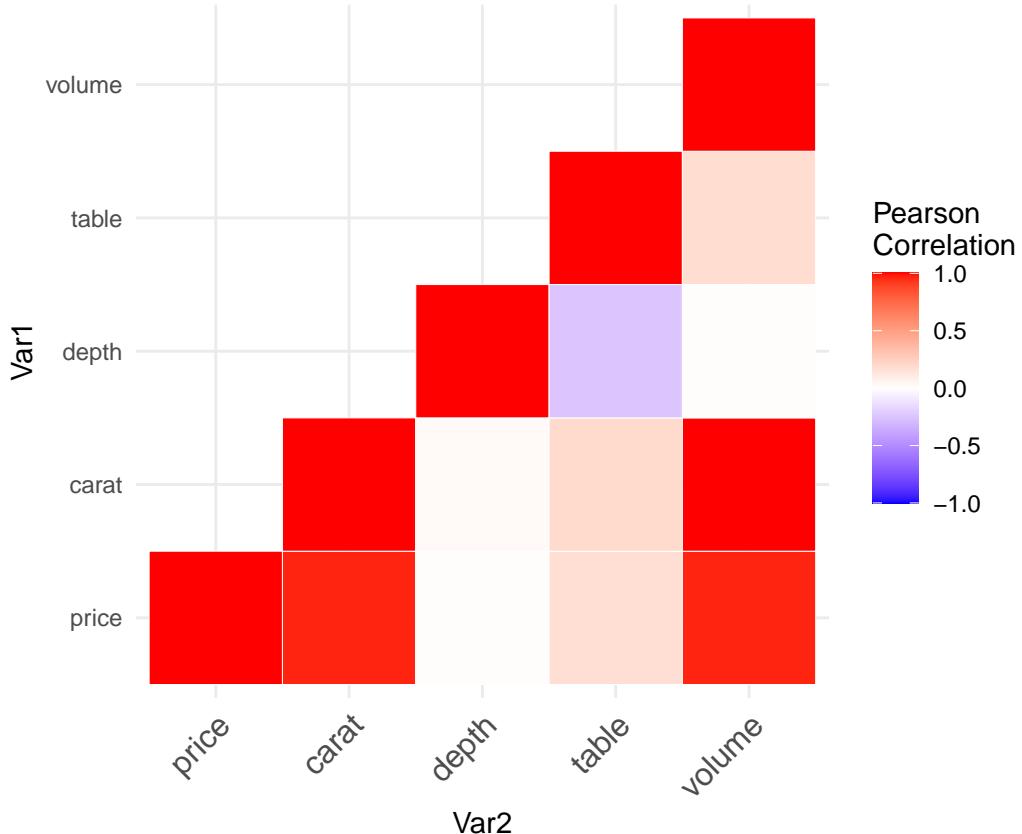
```
library (reshape2, warn.conflicts = FALSE)

## Warning: package 'reshape2' was built under R version 3.6.3

library(ggplot2)
#Creamos una matriz de correlación con los datos descritos
corr.mat<-round(cor(diamonds_df[,c(7,1,5,6,11)], method = "spearman"),2)
#Visualizamos los datos mediante un mapa de calor
corr.mat[lower.tri(corr.mat)]<- NA
m.corr.mat<-melt(corr.mat, na.rm=TRUE)

# Fuente: http://www.sthda.com/english/wiki/ggplot2-quick-correlation-matrix-heatmap-r-software-and-data

ggplot(data = m.corr.mat, aes(Var2, Var1, fill = value))+
  geom_tile(color = "white")+
  scale_fill_gradient2(low = "blue", high = "red", mid = "white",
    midpoint = 0, limit = c(-1,1), space = "Lab",
    name="Pearson\nCorrelation") +
  theme_minimal()+
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, vjust = 1,
    size = 12, hjust = 1))+
```



Vemos que las variables más correlacionadas con el precio son el peso en kilates y el volumen del diamante. Además, un dato importante que podemos observar es que las variables Profundidad y Tabla son inversamente proporcionales, teniendo una correlación negativa.

Para estas dos variables, vamos a estudiar una a una su índice de correlación:

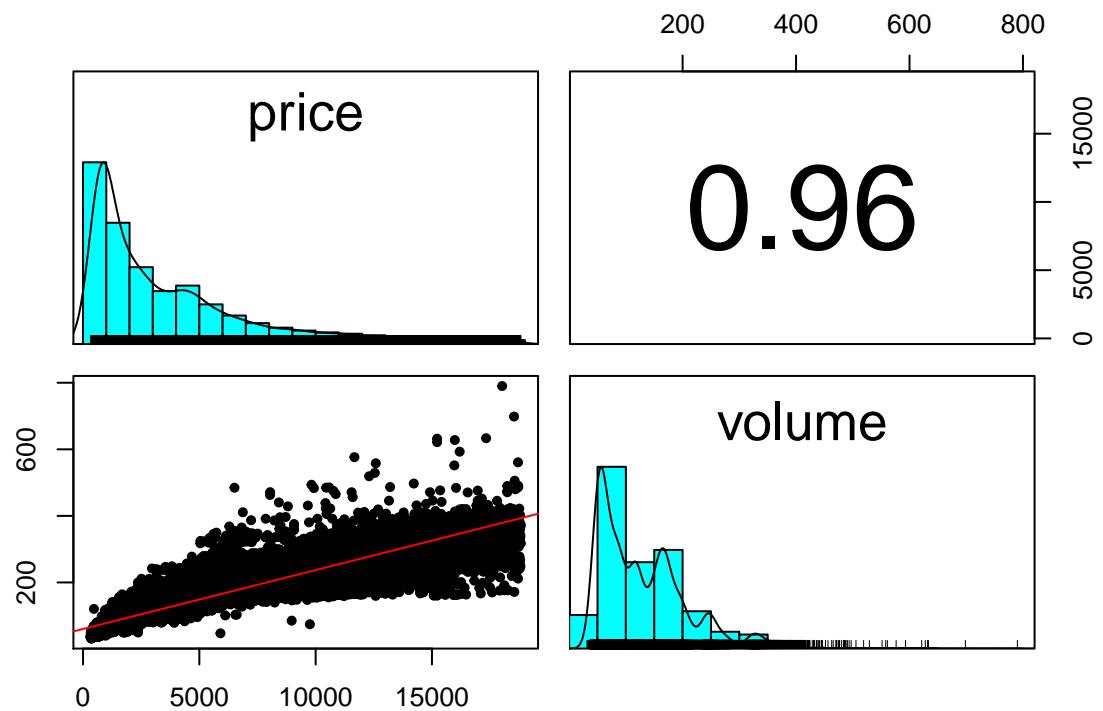
```
library(psych)

## Warning: package 'psych' was built under R version 3.6.3

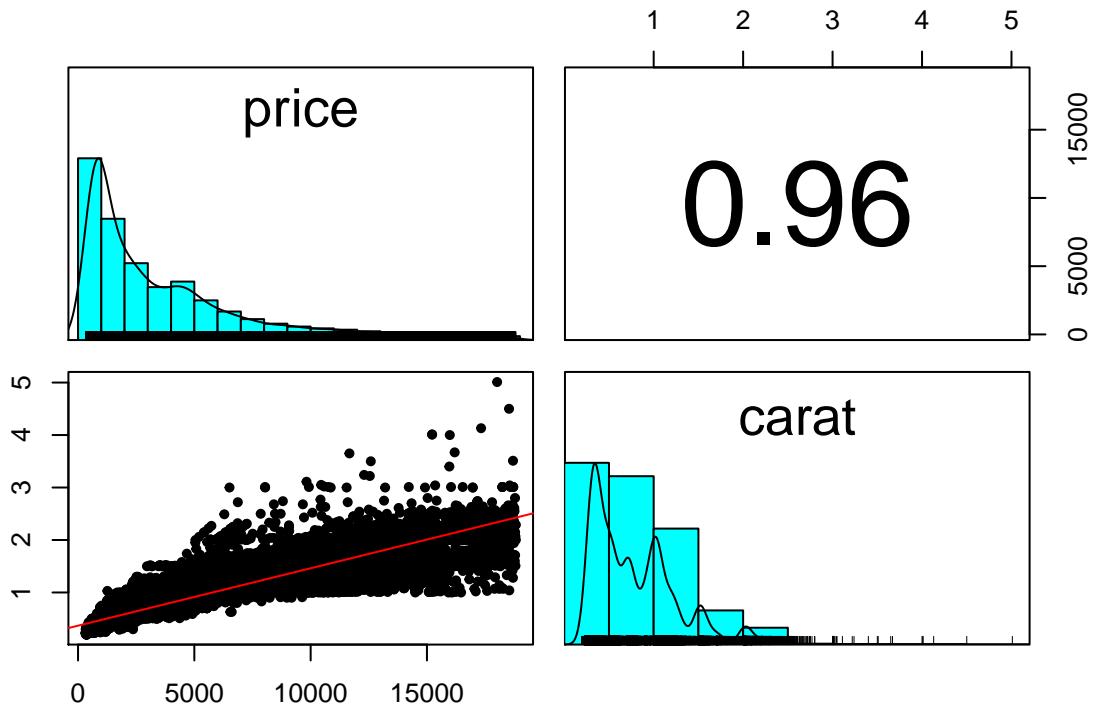
##
## Attaching package: 'psych'

## The following objects are masked from 'package:ggplot2':
##     %+%, alpha

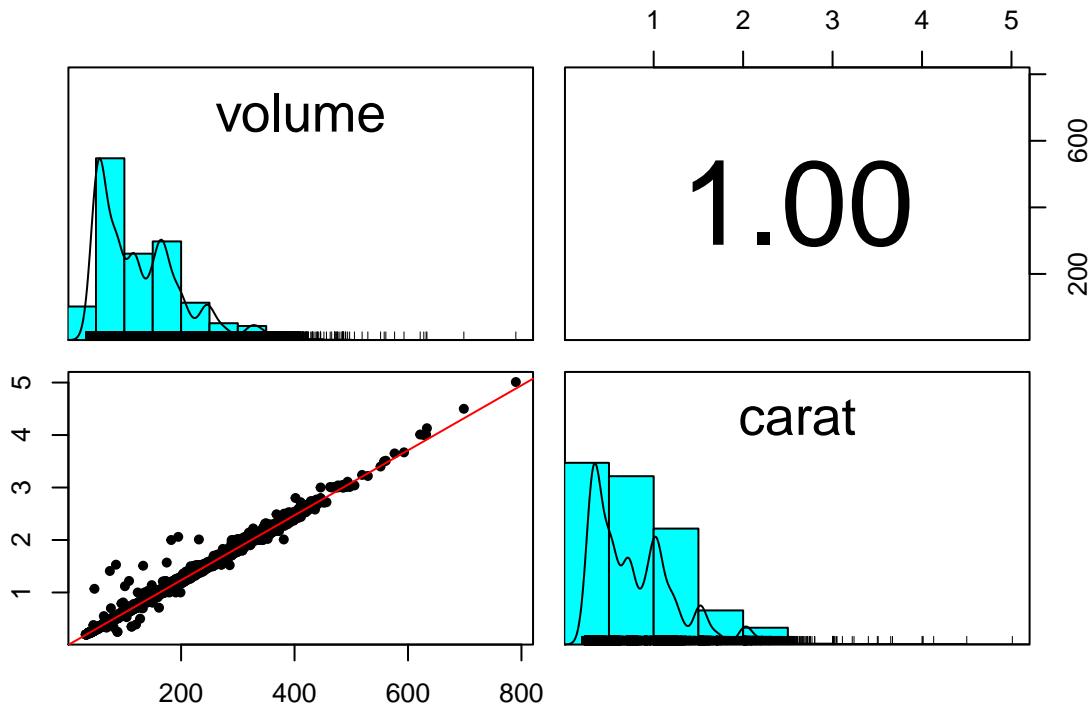
pairs.panels(diamonds_df[,c(7,11)], ellipses = FALSE, lm=TRUE, method = "spearman")
```



```
pairs.panels(diamonds_df[,c(7,1)], ellipses = FALSE, lm=TRUE, method = "spearman")
```



```
pairs.panels(diamonds_df[,c(11,1)], ellipses = FALSE, lm=TRUE, method = "spearman")
```



Vemos que la correlación entre el Precio y el Peso, y entre el Precio y su volumen es bastante alta.

Los resultados del análisis son:

- Precio y Peso están altamente relacionados
- Precio y Volumen están altamente relacionados
- Peso y Volumen están totalmente relacionados, esto puede ser causa de multicolinealidad, se estudiará más adelante.
- Tabla y Profundidad están inversamente relacionados
- El resto de variables no tienen una relación evidente.

#### 4.3.1.2. Variables Categóricas

##### Métodos Chi-square y Cramer-V

A continuación, vamos a realizar un estudio de correlación para variables categóricas utilizando el test chi-square, para ello, en primer lugar, tenemos que crear una tabla de frecuencias de las variables y luego estudiar su relación mediante dicho test.

Pero antes, debemos discretizar la variable precio. lo haremos mediante divisiones en función de la frecuencia, para tener grupos lo más parecidos posibles, tendremos 4 niveles de precio:

- Primer cuartil: Bajo
- Segundo cuartil: Medio-bajo
- Tercer cuartil: Medio-alto
- Tercer cuartil: Alto

```

suppressWarnings(suppressMessages(library(arules)))
library(arules)
cuartil.price<-discretize(diamonds_df$price, method="frequency",breaks=4,labels=c("Bajo","Medio-Bajo","Medio-Alto","Alto"))
table(cuartil.price)

## cuartil.price
##      Bajo Medio-Bajo Medio-Alto      Alto
## 13442     13432     13467     13448

Una vez realizada la discretización, procedemos a crear las tablas de contingencia para ver la relación entre el Precio y las variables cualitativas.

#Variable "cut"
tbl.cut<-table(cuartil.price,diamonds_df$cut)
tbl.cut

## 
## cuartil.price Fair Good Ideal Premium Very Good
##   Bajo          88 1055  6275   2900    3124
##   Medio-Bajo    457 1080  6318   3053    2524
##   Medio-Alto    664 1636  4296   3496    3375
##   Alto           387 1120  4598   4298    3045

#Variable "Color"
tbl.color<-table(cuartil.price,diamonds_df$color)
tbl.color

## 
## cuartil.price D E F G H I J
##   Bajo         1868 2784 2263 2906 2011 1184 426
##   Medio-Bajo   2038 2971 2616 2951 1445  887 524
##   Medio-Alto   1699 2467 2533 2225 2303 1454 786
##   Alto          1150 1551 2107 3180 2512 1882 1066

#Variable "Clarity"
tbl.clarity<-table(cuartil.price,diamonds_df$clarity)
tbl.clarity

## 
## cuartil.price I1 IF SI1 SI2 VS1 VS2 VVS1 VVS2
##   Bajo          55 614 2920 1023 2289 3375 1388 1778
##   Medio-Bajo   189 729 2847 1512 2178 3100 1352 1525
##   Medio-Alto   318 171 4121 4097 1437 2197  458  668
##   Alto          178 270 3143 2517 2250 3556  449 1085

```

Donde, de manera visual, parece difícil establecer relaciones entre el Precio y el resto de las variables.

A continuación, realizamos los tests chi-square para cada una de las tablas, con el fin de comprobar si existe relación.

```

chisq.test(cuartil.price, diamonds_df$cut)

##
## Pearson's Chi-squared test
##
## data: cuartil.price and diamonds_df$cut
## X-squared = 1730.9, df = 12, p-value < 2.2e-16

#chisq.test(tbl.clarity)
#chisq.test(tbl.color)

```

Alternativa utilizando el método V de Cramer, este método da un valor entre 0 y 1, donde 0 es nada relacionado y 1 totalmente relacionado

```

suppressWarnings(suppressMessages(library(rcompanion)))
library(rcompanion)
cramerV(cuartil.price, diamonds_df$cut)

##
## Cramer V
## 0.1036

cramerV(cuartil.price, diamonds_df$color)

##
## Cramer V
## 0.1131

cramerV(cuartil.price, diamonds_df$clarity)

##
## Cramer V
## 0.1845

```

Y vemos que no podemos establecer una relación directa entre el Precio y las variables de Color, Corte y Claridad.

### Método Kruskal-Wallis

A continuación, vamos a utilizar el método Kruskal-Wallis con el fin de no parametrizar la variable “Precio”, y vemos su posible relación con el resto de variables categóricas:

```

kruskal.test(price~cut, data = diamonds_df)

##
## Kruskal-Wallis rank sum test
##
## data: price by cut
## Kruskal-Wallis chi-squared = 960.33, df = 4, p-value < 2.2e-16

kruskal.test(price~color, data = diamonds_df)

```

```

## 
## Kruskal-Wallis rank sum test
## 
## data: price by color
## Kruskal-Wallis chi-squared = 1325.3, df = 6, p-value < 2.2e-16

kruskal.test(price~clarity, data = diamonds_df)

```

```

## 
## Kruskal-Wallis rank sum test
## 
## data: price by clarity
## Kruskal-Wallis chi-squared = 2695.5, df = 7, p-value < 2.2e-16

```

En todos los casos obtenemos un p-valor  $\sim 0$ , para una significancia de 0.05. Por tanto, para todos los casos, podemos rechazar la hipótesis de que existe relación entre las variables categóricas “Corte”, “Color”, “Claridad” y la variable “Precio”

#### Otros Análisis de relación de variables categóricas

```
cramerV(diamonds_df$color, diamonds_df$carat)
```

```

## Cramer V
## 0.1747

```

```
cramerV(diamonds_df$color, diamonds_df$clarity)
```

```

## Cramer V
## 0.07948

```

```
kruskal.test(carat~cut, data = diamonds_df)
```

```

## 
## Kruskal-Wallis rank sum test
## 
## data: carat by cut
## Kruskal-Wallis chi-squared = 1757.7, df = 4, p-value < 2.2e-16

```

Por tanto, para todas las variables categóricas, podemos descartar relaciones entre ellas, así como posibles relaciones con el precio o el peso.

#### 4.3.2. Contraste de Hipótesis

Vamos a investigar si el precio medio de los diamantes con tipo de corte Premium es igual al de tipo de corte Good

Escribimos la hipótesis nula y la hipótesis alternativa

La Hipótesis nula sería que la esperanza de ambas muestras sean iguales y la Hipótesis alternativa H1 que la esperanza de ambas muestras sea diferente, por lo tanto es bilateral

$H_0: \mu_1 = \mu_2$   $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Para poder asumir una normalidad en los datos, las muestran deben ser superiores a 30, por ello, imprimireé el dataset del primer apartado, en el que se mostraba un gráfico según el número de muestras para ambos tipos de corte

```

#Nivel de significacion
alpha<-1-0.95
hipdiamonds_df<-diamonds_df[diamonds_df$cut=="Good" | diamonds_df$cut=="Premium", ]
#Datos de Good
dfGood <- diamonds_df[diamonds_df$cut=="Good",]
nGood <- nrow(dfGood)
nGood

## [1] 4891

medGood <- mean(dfGood$ price)
sdGood <- sd(dfGood$ price)
#Datos de Premium
dfPremium <- diamonds_df[diamonds_df$cut=="Premium",]
nPremium <- nrow(dfPremium)
medPremium <- mean(dfPremium$ price)
sdPremium <- sd(dfPremium$ price)
s<- sqrt(((nGood-1)*sdGood^2+(nPremium-1)*sdPremium^2)/(nGood+nPremium-2))
s

## [1] 4180.785

sx<- s*sqrt(1/nGood + 1/nPremium)
sx

## [1] 69.60728

#Calculo de t
t<-(medGood-medPremium)/sx
t

## [1] -9.536733

#Calculo el valor critico
tcritico<-qt((1-alpha/2),df=nGood+nPremium-2)
tcritico

## [1] 1.960091

#Calculo el pvalue
pvalue<-2*(1- (pt(abs(t),df=nGood+nPremium-2)))
pvalue

## [1] 0

#Aplicaré el test Wilcox para verificar que las medias son diferentes
res <- wilcox.test(dfGood$ price, dfPremium$ price, paired = F)
res

```

```

## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: dfGood$price and dfPremium$price
## W = 31296504, p-value = 6.744e-13
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

res$p.value

```

## [1] 6.743803e-13

El valor de pvalue es 0 es muy inferior al nivel de significación, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, ya que la esperanza del precio medio es diferente entre ambos tipos de corte. Con respecto al valor crítico expresa el mismo resultado: el valor crítico es -1.96 hasta 1.96 y el valor del estadístico t es de -9 que está totalmente fuera de este intervalo, estamos muy alejados de la zona de aceptación de la Hipótesis nula. Después de ver los resultados, a través del p value y de valor crítico, se deduce que hay diferencias significativas en el precio entre los corte Premium y Good.

Hemos realizado la misma prueba con el test wilcox y nos muestra los mismos datos, al ser el p-value muy inferior al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis de que ambas medias sean iguales

#### 4.3.3. Regresiones

```

modelo1<-lm(price~volume, data=diamonds_df)
summary(modelo1)

##
## Call:
## lm(formula = price ~ volume, data = diamonds_df)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -17748.8   -800.3    -22.0    545.2  12598.8
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) -2.325e+03  1.301e+01 -178.8   <2e-16 ***
## volume       4.821e+01  8.637e-02   558.2   <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1530 on 53787 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8528, Adjusted R-squared:  0.8528
## F-statistic: 3.116e+05 on 1 and 53787 DF,  p-value: < 2.2e-16

ds1 <- data.frame(variables="volume", r_squared=summary(modelo1)$r.squared)

modelo2<-lm(price~volume+carat, data=diamonds_df)
summary(modelo2)

```

```

## 
## Call:
## lm(formula = price ~ volume + carat, data = diamonds_df)
## 
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max 
## -17274.2    -797.0     -23.2    543.9   12538.4 
## 
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
## (Intercept) -2347.457    13.108 -179.09 <2e-16 ***
## volume       71.740     1.876   38.24 <2e-16 ***  
## carat      -3801.216    302.736  -12.56 <2e-16 *** 
## --- 
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 
## 
## Residual standard error: 1528 on 53786 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8532, Adjusted R-squared:  0.8532 
## F-statistic: 1.563e+05 on 2 and 53786 DF, p-value: < 2.2e-16

```

```
ds2 <- data.frame(variables="volume+carat", r_squared=summary(modelo2)$r.squared)
```

```
modelo3<-lm(price~volume+carat+clarity, data=diamonds_df)
summary(modelo3)
```

```

## 
## Call:
## lm(formula = price ~ volume + carat + clarity, data = diamonds_df)
## 
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max 
## -16588.4   -640.4   -107.7    485.3   11068.2 
## 
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
## (Intercept) -6823.770    49.952 -136.61 < 2e-16 ***
## volume       47.312     1.586   29.82 < 2e-16 ***  
## carat        807.859   256.442   3.15  0.00163 ** 
## clarityIF    5342.712   57.247  93.33 < 2e-16 ***  
## claritySI1   3597.553   48.995  73.43 < 2e-16 ***  
## claritySI2   2752.849   49.298  55.84 < 2e-16 ***  
## clarityVS1   4461.038   50.019  89.19 < 2e-16 ***  
## clarityVS2   4246.097   49.244  86.23 < 2e-16 ***  
## clarityVVS1  5032.466   52.914  95.11 < 2e-16 ***  
## clarityVVS2  5007.498   51.506  97.22 < 2e-16 *** 
## --- 
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 
## 
## Residual standard error: 1283 on 53779 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8965, Adjusted R-squared:  0.8965 
## F-statistic: 5.175e+04 on 9 and 53779 DF, p-value: < 2.2e-16

```

```

ds3 <- data.frame(variables="volume+carat+clarity", r_squared=summary(modelo3)$r.squared)

modelo4<-lm(price~carat+volume+clarity+color, data=diamonds_df)
summary(modelo4)

##
## Call:
## lm(formula = price ~ carat + volume + clarity + color, data = diamonds_df)
##
## Residuals:
##       Min     1Q Median     3Q    Max 
## -16583.0 -676.8 -189.9  470.3 10227.3 
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
## (Intercept) -6617.779   46.886 -141.145 < 2e-16 ***
## carat        1635.296   231.865    7.053 1.77e-12 ***
## volume       44.756    1.434   31.216 < 2e-16 ***
## clarityIF    5555.616   51.841   107.167 < 2e-16 ***
## claritySI1   3670.235   44.296   82.857 < 2e-16 ***
## claritySI2   2713.066   44.563   60.882 < 2e-16 ***
## clarityVS1   4639.524   45.243   102.546 < 2e-16 ***
## clarityVS2   4330.126   44.517   97.269 < 2e-16 ***
## clarityVVS1  5204.741   47.859   108.753 < 2e-16 ***
## clarityVVS2  5085.336   46.565   109.209 < 2e-16 ***
## colorE        -215.967   18.378  -11.751 < 2e-16 ***
## colorF        -314.752   18.572  -16.948 < 2e-16 ***
## colorG        -506.319   18.183  -27.846 < 2e-16 ***
## colorH        -976.496   19.341  -50.487 < 2e-16 ***
## colorI       -1436.906   21.722  -66.149 < 2e-16 ***
## colorJ       -2336.931   26.811  -87.162 < 2e-16 *** 
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 
##
## Residual standard error: 1159 on 53773 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9155, Adjusted R-squared:  0.9155 
## F-statistic: 3.884e+04 on 15 and 53773 DF,  p-value: < 2.2e-16 

ds4 <- data.frame(variables="volume+carat+clarity+color", r_squared=summary(modelo4)$r.squared)
modelos_text <- rbind(ds1, ds2)
modelos_text <- rbind(modelos_text, ds3)
modelos_text <- rbind(modelos_text, ds4)

```

Para conseguir el modelo óptimo, construimos 4 modelos, a los que hemos ido añadiendo más variables hasta conseguir un modelo óptimo.

En el primer modelo solo correlacionamos el volumen y el precio y el coeficiente de determinación es alto ya que da un 0.81 En el segundo modelo añadimos el peso y el coeficiente de determinación sube hasta dar un 0.85 En el tercer modelo utilizamos el peso, volumen y la apariencia visual y el coeficiente de determinación da un 0.89

Finalmente en el cuarto y último modelo, utilizamos el peso, volumen, la apariencia visual y el color y el coeficiente de determinación da un 0.91. Consideramos que ya es un número bastante alto, además el p-valor es 0, lo que indica que es un buen modelo.

Como prueba, vamos a intentar predecir el precio de un diamante según sus características.

```
dfPrueba<- data.frame(carat=2.54,volume=400,clarity='SI2',color='I')
predict(modelo4,dfPrueba)
```

```
##          1
## 16714.28
```

La prueba realizada indica que para un peso de 2.54, volumen de 400, apariencia visual SI2 y color I, el modelo predice que el precio sería de 16714.28 dólares.

Ahora realizaremos un estudio de regresión logística, intentaremos predecir si el diamante tiene precio alto en función del peso, volumen. En primer lugar reralizaremos un modelo donde tenemos en cuenta el precio alto o no del diamante y también si su peso es alto o no:

```
diamonds_df$PA<-ifelse(diamonds_df$price>=uname(quantile(diamonds_df$price,.75)),1,0)
diamonds_df$CA<-ifelse(diamonds_df$carat>=uname(quantile(diamonds_df$carat,.75)),1,0)
modelo_logistico_1 <- glm(formula=PA~CA , data = diamonds_df, family = "binomial")
summary (modelo_logistico_1)
```

```
##
## Call:
## glm(formula = PA ~ CA, family = "binomial", data = diamonds_df)
##
## Deviance Residuals:
##      Min        1Q    Median        3Q       Max
## -1.8024   -0.3489   -0.3489    0.6625    2.3788
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept) -2.76845    0.02122 -130.5   <2e-16 ***
## CA           4.17322    0.03013   138.5   <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
## Null deviance: 60497  on 53788  degrees of freedom
## Residual deviance: 31646  on 53787  degrees of freedom
## AIC: 31650
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 5

print(paste0("Valor OR: ",exp(coefficients(modelo_logistico_1)[2])))
```

```
## [1] "Valor OR: 64.9244545611018"
```

En el segundo modelo añadimos el volumen, de tal forma que ahora nuestro modelo tendrá el peso al to o no y el volumen alto o no para predecir si el precio es alto

```

diamonds_df$VA<-ifelse(diamonds_df$volume>=uname(quantile(diamonds_df$volume,.75)),1,0)
modelo_logistico_2 <- glm(formula=PA~CA+VA , data = diamonds_df, family = "binomial")
summary (modelo_logistico_2)

```

```

##
## Call:
## glm(formula = PA ~ CA + VA, family = "binomial", data = diamonds_df)
##
## Deviance Residuals:
##      Min      1Q   Median      3Q     Max 
## -1.8494 -0.3462 -0.3462  0.6316  2.3852 
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)    
## (Intercept) -2.78456   0.02129 -130.78  <2e-16 ***
## CA          2.22150   0.08562   25.95  <2e-16 ***
## VA          2.07377   0.08578   24.18  <2e-16 ***
## ---      
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
## Null deviance: 60497  on 53788  degrees of freedom
## Residual deviance: 31082  on 53786  degrees of freedom
## AIC: 31088
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

```
print(paste0("Valor OR: ",exp(coefficients(modelo_logistico_2)[2])))
```

```
## [1] "Valor OR: 9.22117595709693"
```

```
print(paste0("Valor OR: ",exp(coefficients(modelo_logistico_2)[3])))
```

```
## [1] "Valor OR: 7.95476115565408"
```

Hemos conseguido reducir el valor de AIC, nuestro modelo ha mejorado. Todas las variables tienen importancia en el modelo. Según el modelo, volumen alto y peso alto producen un precio alto en el diamante, para saber si esta afirmación es correcta, realizaremos el test de holem para saber si el modelo está bien ajustado y por otro lado, miraremos al curva ROC y el área bajo la curva para poder afirmar que el volumen y peso alto producen un precio alto.

Intentaremos predecir la probabilidad de tener un precio alto, si el peso y el volumen son altos

```

df_2<-data.frame (CA=1,VA=1)
predict (modelo_logistico_2, df_2 ,type="response")

```

```

##           1
## 0.8191669

```

Nos da una probabilidad de un 82% de que si el volumen y el peso son altos, el precio también será alto. Realizamos el test de Hoslem para ver el nivel de ajuste:

```
suppressWarnings(suppressMessages(library(ResourceSelection)))
library(ResourceSelection)
hoslem.test(diamonds_df$PA, fitted(modelo_logistico_2))
```

```
##
##  Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test
##
## data: diamonds_df$PA, fitted(modelo_logistico_2)
## X-squared = 6.1116e-17, df = 8, p-value = 1
```

El test de Hoslem nos da un p-valor de 1, indica que el modelo está muy bien ajustado. Finalmente utilizaremos un modelo de validación cruzada para evaluar si tenemos muchos errores o no en el modelo. Para ello, aplicaremos el modelo Leave One Out Cross Validation (LOOCV)

```
suppressWarnings(suppressMessages(library(boot)))
library(boot)
cv_error <- cv.glm(data = diamonds_df, glmfit = modelo_logistico_2, K=5)
cv_error$delta
```

```
## [1] 0.08009916 0.08009696
```

El error es muy pequeño, por lo que indica que el modelo es muy bueno

#### 4.3.4. Análisis de multicolinealidad

A continuación, vamos a realizar un estudio sobre la multicolinealidad, siendo ésta, la posible dependencia de unas variables con respecto a otras. En este caso, como hemos estudiado, tenemos una fuerte correlación entre las variables peso y volumen, que al tratarse de diamantes de relativa pureza, la relación entre dichas variables no se vería afectada por posibles residuos en los diamantes. El estudio de multicolinealidad se realiza mediante la raíz cuadrada del resultado de la función “VIF” que encontramos en la librería “faraway”

```
suppressWarnings(suppressMessages(library(faraway)))
sqrt(vif(modelo_logistico_2))
```

```
##      CA        VA
## 8.673653 8.614915
```

Con los datos disponibles, vemos que tenemos cierto grado de multicolinealidad, a pesar de ello, consideramos que, debido a que el volumen lo hemos calculado nosotros, con los datos de X, Y y Z, y dicha variable no tiene en cuenta otros factores, se mantendrá la variable Volumen para los cálculos anteriores y posteriores.

#### 4.3.5. Árbol de clasificación

Como hemos observado en las secciones anteriores, tenemos una fuerte correlación entre las variables Precio, peso y volumen, por tanto, vamos a realizar un árbol de clasificación basado en esas variables para intentar predecir la categoría de precio del diamante, para ello, vamos a utilizar las categorías que habíamos descrito en el apartado 4.3.1. Para ello, creamos un nuevo dataset con las columnas a utilizar en el análisis y dividir los datos en entrenamiento y test, 2/3 para entrenar y 1/3 para probar.

```

#Creamos el Data Set
diamonds_tree<-cbind(diamonds_df, cuartil.price)
#Lo desordenamos
diamonds_tree<-diamonds_tree[sample(nrow(diamonds_tree)),]
head(diamonds_tree,10)

##      carat      cut color clarity depth table price     x     y     z volume
## 30545  0.28    Ideal    I   VS1  62.4    54   448 4.18 4.19 2.61 45.71206
## 31071  0.41    Ideal    E   SI1  62.5    55   755 4.73 4.77 2.97 67.00944
## 18061  1.52 Very Good    F   SI2  63.1    60  7320 7.25 7.21 4.56 238.36260
## 19404  1.34    Ideal    H   VS2  62.1    57  8094 7.00 7.05 4.36 215.16600
## 9840   0.91    Ideal    H   VS2  62.4    56  4678 6.20 6.14 3.85 146.56180
## 46014  0.50 Premium    G   VS1  59.7    60  1746 5.14 5.11 3.06 80.37212
## 23788  2.10     Fair    G   SI2  65.0    56 11923 8.09 7.98 5.21 336.34822
## 30117  0.42 Premium    E   SI1  61.5    58   722 4.78 4.84 2.96 68.48019
## 32274  0.30 Very Good    F   VVS1 61.0    57   790 4.33 4.36 2.65 50.02882
## 51021  0.51 Premium    F   VS1  60.2    58  2346 5.25 5.21 3.15 86.16038
##          PA CA VA cuartil.price
## 30545  0  0  0      Bajo
## 31071  0  0  0      Bajo
## 18061  1  1  1      Alto
## 19404  1  1  1      Alto
## 9840   0  0  0     Medio-Alto
## 46014  0  0  0     Medio-Bajo
## 23788  1  1  1      Alto
## 30117  0  0  0      Bajo
## 32274  0  0  0      Bajo
## 51021  0  0  0     Medio-Bajo

```

```

#Dividimos los datos de entrenamiento y test
indexes = sample(1:nrow(diamonds_tree), size=floor((2/3)*nrow(diamonds_tree)))
diamonds_train<-diamonds_tree[indexes,]
diamonds_test<-diamonds_tree[-indexes,]

```

A continuación, modelamos el árbol:

```

library(rpart)

## Warning: package 'rpart' was built under R version 3.6.3

##
## Attaching package: 'rpart'

## The following object is masked from 'package:faraway':
## 
##      solder

library(rpart.plot)

## Warning: package 'rpart.plot' was built under R version 3.6.3

```

```

#Modelado
model.tree <- rpart(formula = cuartil.price ~ carat+volume , data = diamonds_train, method = "class")
model.tree

## n= 35859
##
## node), split, n, loss, yval, (yprob)
##      * denotes terminal node
##
## 1) root 35859 26808 Medio-Alto (0.2496165537 0.2495328927 0.2524052539 0.2484452996)
##    2) volume< 112.0607 17039 8090 Bajo (0.5252068783 0.4462703210 0.0282293562 0.0002934445)
##      4) volume< 65.96801 9314 1377 Bajo (0.8521580417 0.1477345931 0.0000000000 0.0001073653) *
##      5) volume>=65.96801 7725 1497 Medio-Bajo (0.1310032362 0.8062135922 0.0622653722 0.0005177994) *
##    3) volume>=112.0607 18820 9916 Alto (0.0001062699 0.0714133900 0.4553666312 0.4731137088)
##      6) volume< 190.5642 12248 4207 Medio-Alto (0.0001632920 0.1096505552 0.6565153494 0.2336708034)
##      7) volume>=190.5642 6572 530 Alto (0.0000000000 0.0001521607 0.0804930006 0.9193548387) *

#Reglas aplicadas
rpart.rules(model.tree)

```

```

##  cuartil.price Baj Med Med Alt
##      Bajo [.85 .15 .00 .00] when volume <   66
##      Medio-Bajo [.13 .81 .06 .00] when volume is  66 to 112
##      Medio-Alto [.00 .11 .66 .23] when volume is 112 to 191
##      Alto [.00 .00 .08 .92] when volume >=      191

```

También comprobamos la bondad del modelo del árbol de clasificación utilizando los datos de test que habíamos reservado y los comparamos con los originales mediante una matriz de confusión.

```

suppressWarnings(suppressMessages(library(caret)))
prediccion_1 <- predict(model.tree, newdata = diamonds_test, type = "class")
confusionMatrix(prediccion_1, diamonds_test[["cuartil.price"]])

```

```

## Confusion Matrix and Statistics
##
##          Reference
## Prediction  Bajo Medio-Bajo Medio-Alto Alto
##   Bajo      3924       691        0     0
##   Medio-Bajo  566       3142       218     1
##   Medio-Alto   1        651      3934  1425
##   Alto        0         0      264  3113
##
## Overall Statistics
##
##          Accuracy : 0.7871
##  95% CI : (0.7811, 0.7931)
##  No Information Rate : 0.2532
##  P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16
##
##          Kappa : 0.7163
##
##  Mcnemar's Test P-Value : NA

```

```

## 
## Statistics by Class:
## 
##          Class: Bajo Class: Medio-Bajo Class: Medio-Alto
## Sensitivity      0.8737      0.7007      0.8909
## Specificity      0.9486      0.9416      0.8463
## Pos Pred Value    0.8503      0.8001      0.6545
## Neg Pred Value    0.9574      0.9042      0.9596
## Prevalence        0.2505      0.2501      0.2463
## Detection Rate   0.2189      0.1752      0.2194
## Detection Prevalence 0.2574      0.2190      0.3352
## Balanced Accuracy 0.9112      0.8212      0.8686
##          Class: Alto
## Sensitivity      0.6858
## Specificity      0.9803
## Pos Pred Value    0.9218
## Neg Pred Value    0.9020
## Prevalence        0.2532
## Detection Rate   0.1736
## Detection Prevalence 0.1883
## Balanced Accuracy 0.8331

```

Podemos observar que tenemos muy buenos valores de “Accuracy” y “Kappa”.

#### 4.4. Exportación de los datos tratados

Finalmente, vamos a exportar a un archivo .CSV el dataset sobre el que hemos estado trabajando.

```
write.csv(diamonds_df, "diamonds_processed.csv", row.names = TRUE)
```

A modo de resumen, se han modificado / añadido las siguientes variables:

- Se añade la variable “Volumen” como aproximación de las medidas del diamante,  $volume = X * Y * Z$
- Se añade la variable “PA” como denominación a Peso Alto para el contraste de hipótesis
- Se añade la variable “CA” como denominación a Corte Alto para el contraste de hipótesis
- Se añade la variable “VA” como determinación a Volumen Alto para el contraste de hipótesis

### 5. Representación de los resultados a partir de tablas y gráficas.

#### Correlaciones

En primer lugar, antes de realizar medimos la correlación de las distintas variables del dataset para ver qué variables son susceptibles de ser estudiadas y también la relación que hay entre ellas, dejamos representada el mapa de calor de las diferentes variables numéricas mediante el test de Spearman:

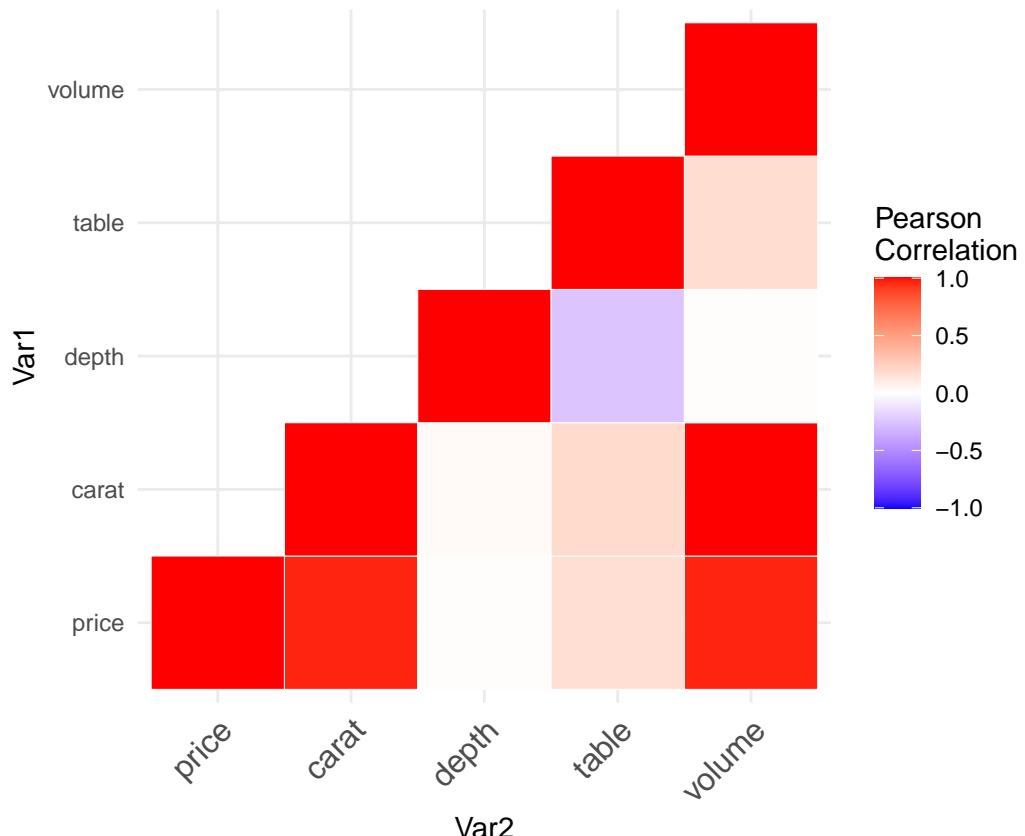
```
ggplot(data = m.corr.mat, aes(Var2, Var1, fill = value))+
  geom_tile(color = "white")+
  scale_fill_gradient2(low = "blue", high = "red", mid = "white",
  midpoint = 0, limit = c(-1,1), space = "Lab",
  name="Pearson\nCorrelation") +
  theme_minimal()
```

```

theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, vjust = 1,
  size = 12, hjust = 1))+  

coord_fixed()

```



## Regresiones

Hemos realizado modelos de regresión lineal y logístico para intentar predecir el precio de mercado de un diamante según sus características. En el modelo lineal, elegimos como primer modelo solo la variable volume y posteriormente fuimos adaptando el modelo, añadiendo nuevas variables hasta conseguir el modelo final. El modelo final contiene la combinación de las características: carat+volume+clarity+color, este modelo nos muestra ya de por si más un 90% de la variabilidad de los datos

```

suppressWarnings(suppressMessages(library(knitr)))  
  

options (knitr.kable.NA = '')  

kable( modelos_text[,c("variables","r_squared")],digits=2,caption="Modelos lineales" )

```

Table 1: Modelos lineales

variables	r_squared
volume	0.85
volume+carat	0.85
volume+carat+clarity	0.90
volume+carat+clarity+color	0.92

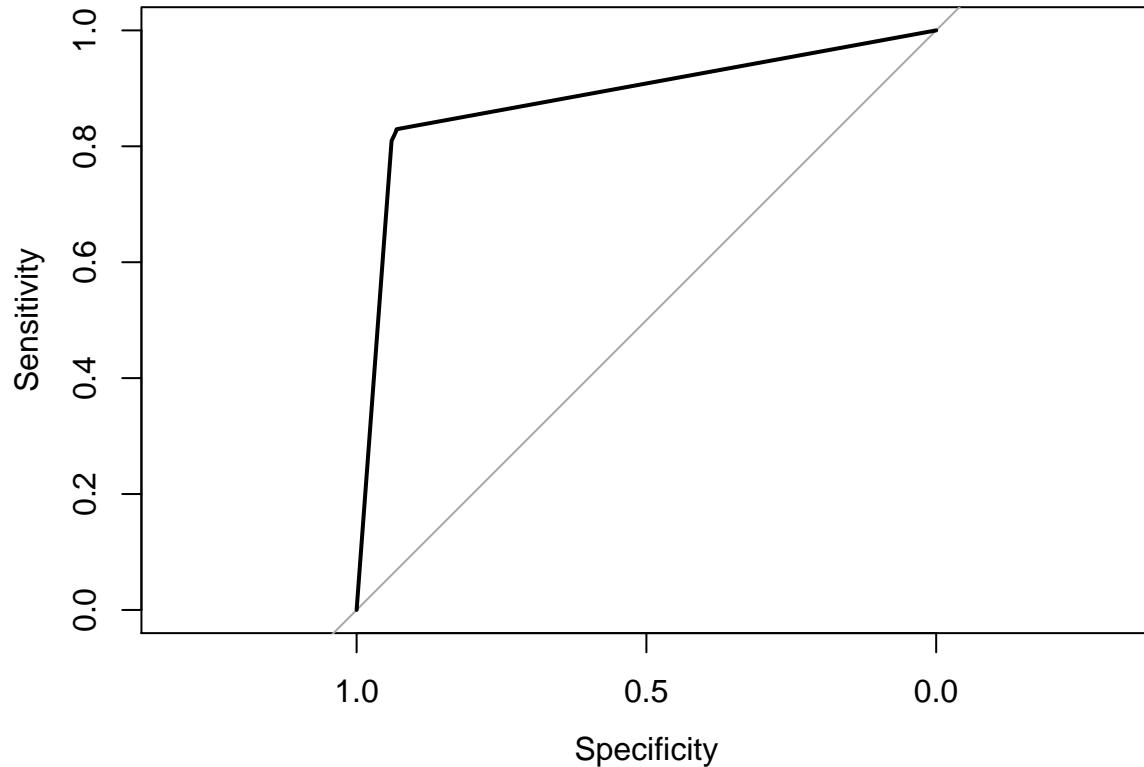
Con respecto al modelo logístico, intentamos ver si somos capaces de predecir si un diamante es caro o no si el volumen o peso del mismo son altos.

```
modelo_logistico_2 <- glm(formula=PA~CA+VA , data = diamonds_df, family = "binomial")
```

El ajuste del modelo es bueno, pero para poder demostrar si es correcto, dibujamos la curva ROC para evaluar la calidad del ajuste

```
suppressWarnings(suppressMessages(library(pROC)))
library (pROC)
prob_p_alto= predict(modelo_logistico_2, diamonds_df, type="response")
g= roc(diamonds_df$PA, prob_p_alto, data=diamonds_df)
```

```
## Setting levels: control = 0, case = 1
## Setting direction: controls < cases
plot (g)
```



```
auc (g)
```

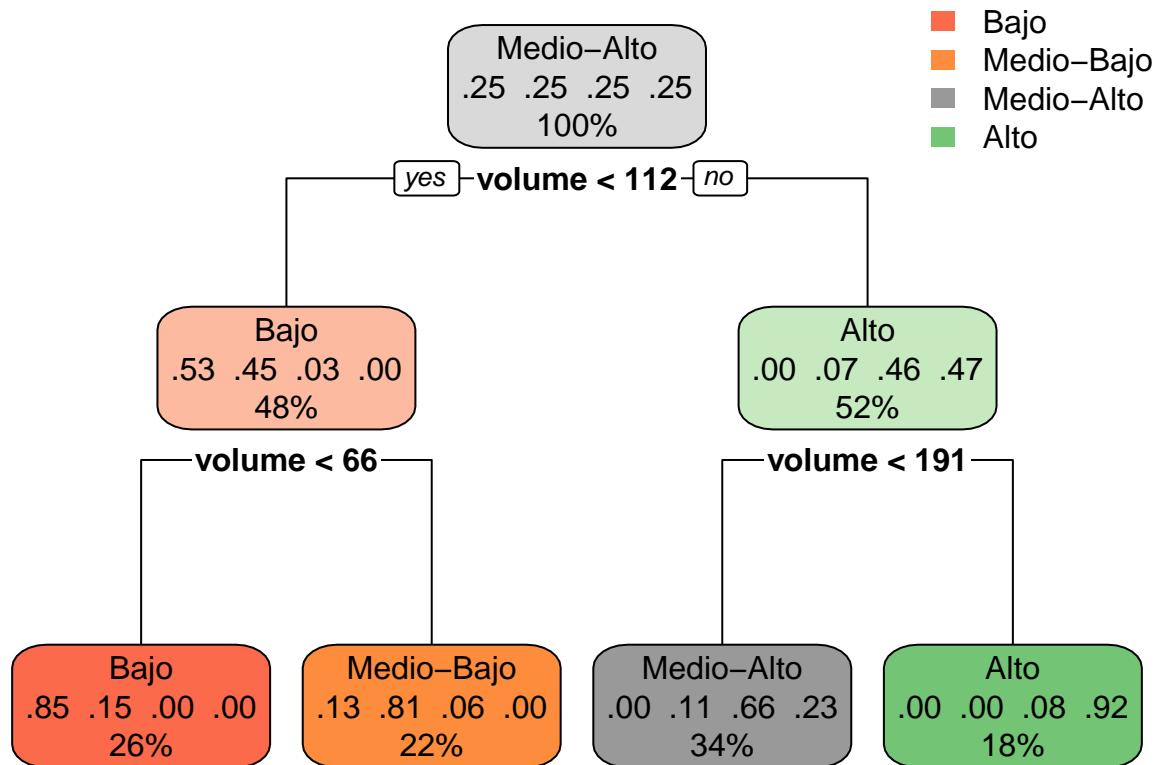
```
## Area under the curve: 0.8831
```

El área bajo la curva es de 0.88, es un valor bastante alto. Por lo tanto podemos afirmar que el precio alto está ligado a un volumen alto y peso alto.

## Arbol de decisión

Intentamos predecir la categoría del precio del diamante según el volumen / carat del mismo. Para ello construimos un modelo basado en un árbol de clasificación, la representación del modelo es

```
rpart.plot(model.tree)
```



Como ya habíamos avanzado anteriormente, debido a que el peso y el volumen para un diamante de gran pureza guardan un índice de correlación de 1, el árbol modelado sólo toma una de las variables, obviando la otra. Podríamos haber repetido el modelo con otras de las variables que no guardan relación, pero los resultados habrían sido prácticamente los mismos, ya que habíamos comprobado que el resto de variables no incide en el precio.

## 6. Resolución del problema. A partir de los resultados obtenidos, ¿cuáles son las conclusiones? ¿Los resultados permiten responder al problema?

Tras haber realizado un análisis multidimensional de los datos disponibles, podemos llegar a las siguientes conclusiones, basándonos en los resultados expuestos con anterioridad:

- El “Corte”, “Color”, “Claridad”, “Profundidad” y “Tabla” tienen muy poca incidencia en el precio de los diamantes, es decir, independientemente de dichas características, el precio del diamante no se ve afectado. Esto podría sorprendernos, ya que hay ciertos diamantes que suelen ser conocidos por su elevado precio debido a un determinado color poco convencional, o un determinado corte más delicado. sin embargo, al ser un estudio con tanto volumen de datos, estos posibles *diamantes excepcionales* no tienen un efecto relevante en los resultados globales

Como curiosidad, aquí podemos observar una lista con los diamantes más raros y caros del mundo  
<https://www.corazondejoyas.com/los-diamantes-mas-raros/>

- Por otra parte, y en contraposición a lo anterior, las variables que sí tienen una incidencia remarkable para los resultados globales de los análisis, han sido sus dimensiones y peso. podemos afirmar, basándonos en lo anterior, que el volumen y el peso determinan casi con un 88% el precio del diamante
- Además, como era de esperar, debido a la pureza de los diamantes, su densidad no varía, y por tanto, el volumen y el peso, para una desviación constante, tienen un Coeficiente de Correlación de 1 (Por este motivo, algunos de los cálculos realizados para determinados modelos, solo tenemos resultados para una de las dos variables).
- Respecto a la capacidad de predecir los precios de los diamantes, basándonos en las variables relacionadas con el mismo de muestra, mediante diferentes modelos, hemos observado una muy buena capacidad de predicción en todos los modelos estudiados (árbol de clasificación y modelo logístico).
- Además de la limpieza inicial del set de datos, se han realizado otros análisis, como el de la normalidad de los datos, la homocedasticidad, multicolinealidad, contrastes de hipótesis, etc.

Por tanto, respecto a la cuestión inicial de poder comprobar y medir las relaciones entre las características (tanto físicas como las subjetivas) de un diamante y su precio, después de realizar todos los análisis, podemos afirmar que se han obtenido resultados variados:

- Se ha podido estudiar la relación entre las dimensiones (peso, dimensión, volumen) de los diamantes y su precio, teniendo fuertes relaciones entre dichas variables
- No se han encontrado relación entre las variables subjetivas (corte, color) y otras variables físicas (tabla, profundidad, claridad) con el precio.
- Además y, como corolario del análisis, se observa que, debido a las características morfológicas de los diamantes procesados (ver imagen en apartado 1), la tabla y la profundidad del diamante son variables yuxtapuestas, es decir, inversamente proporcionales o que guardan una correlación negativa entre ellas.

Podemos afirmar, con los datos iniciales y su posterior análisis, que se ha podido responder a la cuestión inicial de la que partía el estudio: comprobar las relaciones entre las características físicas y subjetivas de un diamante y su precio, pudiendo, además, cuantificar y crear modelos de clasificación y predicción basados en esas relaciones.

## Anexo A. Tabla de contribuciones

A continuación se añade la tabla de contribuciones, firmada mediante las iniciales de los contribuyentes:

- APAV: Anddy Paúl Aldave Valle
- AJPD: Alejandro Javier Pulido Duque

Contribuciones	Firma
Investigación previa	APAV, AJPD
Redacción de las respuestas	APAV, AJPD
Desarrollo del código	APAV, AJPD