Solucionario del libro Econometría 1

Autor: Luis García Nuñez

**Capítulo 1 “Modelo de regresión lineal clásico con dos variables”**

1. **Definiciones**

Media poblacional: Medida de tendencia central en la distribución de una variable

Varianza poblacional: Medida de dispersión en la distribución de una variable aleatoria

Covarianza poblacional: Medida de dependencia lineal entre dos medidas aleatorias.

Por su parte, la media, varianza y covarianza muestral son estimadores insesgados de la media, varianza y covarianza poblacional respectivamente (Wooldridge, 2010). Esto a partir de una muestra aleatoria.

1. **Probabilidades**

a) Probabilidad condicional

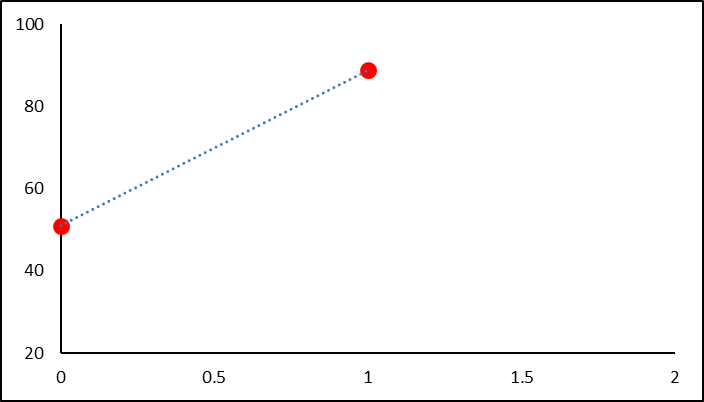
b) Esperanza condicional

La esperanza condicional se puede entender como un promedio ponderado de la variable donde los pesos son las probabilidades condicionales .

El valor esperado de la cosecha dado la sequía es 51.

El valor esperado de la cosecha dado lluvias abundantes es 88.8.

c) Grafico de las esperanzas condicionales



De la geometría analítica, se sabe que por cada par de puntos pasa una recta. En efecto, nos encontramos en el caso de una función lineal donde solo debemos calcular el intercepto y la pendiente. Entonces, a partir de b) tenemos las siguientes ecuaciones:

En suma, conocido los parámetros de la esperanza condicional, se puede especificar el modelo de regresión lineal clásico.

d) Propiedad de esperanza condicional

e) Varianza condicional

Se puede observar que la varianza varía en función de la variable independiente . Por tanto, la varianza no es homocedástica.

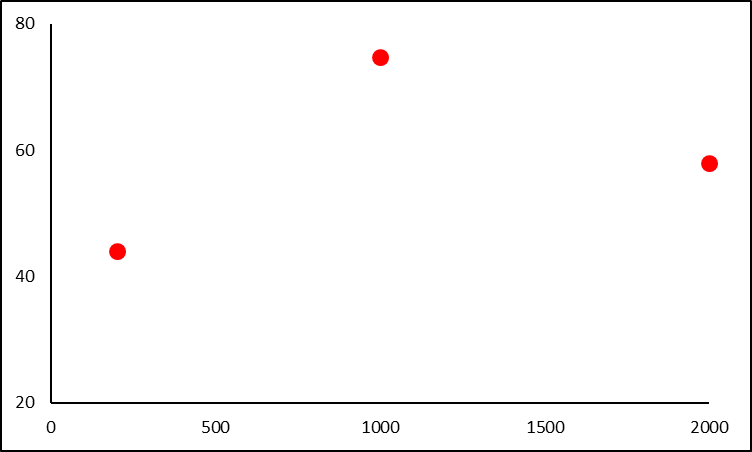
f) covarianza entre variables

3) **Probabilidades marginales, condicionales y conjuntas**

a) Probabilidad condicional

b) esperanzas condicionales

c) Gráfico de la esperanza condicional



La forma funcional de la esperanza condicional es no lineal . En particular, la forma funcional será cóncava . No obstante, es posible que la relación entre las variables sea lineal en parámetros de la siguiente manera:

d) Propiedad de esperanza condicional

e) Varianza condicional

Se puede observar que la varianza no es homocedastica.

f) Covarianza entre variables

4) **Modelo salario y educación ( problema de endogeneidad)**

Si no se incluye una variable relevante como la edad elevada al cuadrado. Entonces, la covarianza entre la variable explicativa y el término de error será diferente de cero. Esto pues el termino de error estará correlacionado con la variable edad al cuadrado.

En efecto, la no inclusión de una variable relevante como la edad al cuadrado no permite que se cumpla el segundo supuesto del modelo lineal clásico. Esto pues la variable Edad estaría correlacionada con el término de perturbación. Más adelante, se estudiará el problema de estos errores de especificación: omisión de variable relevante y endogeneidad del regresor con el término de perturbación.

5) **Covarianza y correlación**

6) **Linealidad de parámetros**

a)

Este modelo no es lineal en parámetros pues las variables se relacionan mediante una forma exponencial en términos del parámetro . Adicionalmente, no se cuenta con una función monotónica que permita linealizar la expresión.

Alternativamente, se puede verificar que no existe una relación lineal en parámetros si se evalúa la primera derivada.

Se puede observar que las últimas derivadas dependen de los parámetros.

b)

Si bien la expresión parece no ser lineal en parámetros como el caso anterior, es posible realizar una transformación monotónica que permita linealizar la función.

Aplicando la función logaritmo neperiano y usando las propiedades de logaritmos.

c) , d)

Si bien la forma función entre las variables y es no lineal; sin embargo, la relación en términos de los parámetros es lineal

e)

En esta expresión se mantiene la relación lineal de las variables en términos de los parámetros. .

7. Se tiene el siguiente modelo econométrico:

Pero se estima el siguiente modelo:

El error de este modelo incorporará la información de habilidad

Dado lo anterior, se evaluará la esperanza condicional del error dado el valor de

Este término se asume que el término de perturbación no tiene elementos en común con la variable .

Se espera que exista una correlación entre el nivel educativo alcanzado por la persona y la habilidad desarrollada por la persona. En efecto, se demuestra que el modelo no satisface el segundo supuesto del Modelo de Regresión Lineal Clásico.

**Perturbaciones no esféricas:**

Ahora nos preguntamos, si el modelo tampoco satisface el supuesto de perturbaciones esféricas.

Se espera que sea diferente según los niveles de educación alcanzados. De forma preliminar puede argumentarse que, a menores niveles de educación, la habilidad dependerá de las capacidades innatas de la persona. Mientras a mayores niveles de educación, la habilidad desarrollada será más homogénea: no es constante a lo largo de la muestra.

En caso se asuma que las variables son , entonces . De esta forma la resultaría homocedástica. En suma, omitir la variable solo generaría que se viole el supuesto de esperanza condicional del término de perturbación.

**Capítulo 2 “Estimación del modelo clásico por mínimos cuadrados ordinarios y sus propiedades”**

1. **Modelo solo con intercepto**

Modelo estimado:

Minimizamos la suma del cuadrado de los errores

Aplicamos las condiciones de primer orden.

Finalmente

Obtenemos los errores del modelo estimado:

Se demuestra que el término de error en el modelo estimado es la variable dependiente en desviaciones.

1. **Modelo bivariado**

Por otro lado, se sabe que la media de las variables pertenece a la función de esperanza condicional muestral Por tanto,

1. **Modelo bivariado donde**

En un modelo bivariado, el estimador del parámetro . Aplicando el operados esperanza matemática se obtiene:

Se sabe que la sumatoria de la variable en desviaciones respecto a su media se anula En efecto, se obtiene .

Por otro lado,

Se puede observar que la esperanza incondicional del término de perturbación diferente de cero genera sesgo en la estimación del intercepto, pero no generó sesgo en el coeficiente.

1. **Modelo bivariado sin Intercepto**

Minimización de la suma de los cuadrados de los errores

Aplicando las condiciones de primer orden CPO:

5. **Modelo bivariado**

Modelo de regresión lineal bajo base:

Las variables se transforman de la siguiente manera

En el siguiente modelo con las variables transformadas

En ese sentido, la estimación del parámetro en términos de las variables en desvíos resulta de la siguiente manera ,

Por otro lado, se sabe que

6. **Estimación del modelo bivariado**

7. Evaluación de la esperanza de los siguientes estimadores

En primer lugar, sea la función de regresión poblacional (FRP) de la siguiente forma

Aplicamos la función esperanza matemática



Aplicamos la función esperanza matemática

Aplicamos la función esperanza matemática

8) **Modelo sin intercepto**

Sea la siguiente función de regresión muestral:

La estimación del parámetro

Por propiedades y reemplazando la función de regresión poblacional FRP

En relación con el intercepto

La varianza del parámetro estimado de la pendiente

9) **El caso de una observación Outlier**

El estimador del intercepto en términos de las desviaciones de las variables

Se reemplazan las observaciones según las formas descritas específicas de ,

10) **Indicadores de ajuste del modelo**

Los estimadores de la función de regresión resultan

De manera similar, los estimadores de la regresión resultan

Reemplazando las variables transformadas

Evaluamos el del modelo con las variables modificadas.

Se puede observar que el no varía ante las transformaciones lineales de las variables.

11. **Ajuste de modelo**

Estimador de la varianza del término de perturbación

Se sabe que

Asimismo

12. **Modelo consumo ingreso**

Los parámetros se estiman bajo la desviación de las variables respecto a sus medias

13. **Comparación de modelos**

Modelo 1:

El estimador del coeficiente resultaría

Modelo 2:

**Ejercicios 13 y 14 están desarrollados en Excel y en STATA respectivamente**

**Capítulo 3 “Inferencia estadística en un modelo de dos variables”**

1. **Significancia estadística**

En primer lugar, se estima los parámetros en términos de las variables en desviaciones. De esta manera se obtiene lo siguiente:

Para estimar la varianza del término de perturbación, usamos la definición del

Intervalo de confianza de los estimadores requiere conocer el percentil del nivel de significancia del 5% de la distribución *t-student* con 7 grados de libertad

Intervalo de confianza de

Intervalo de confianza de

Por su parte, el estimador de la varianza del término de perturbación sigue una distribución Chi-cuadrado con 7 grados de libertad mediante la siguiente forma.

La prueba de significancia estadística del parámetro , el cual sigue una distribución t-student con (n-k) grados de libertad. Asimismo, se sabe que el percentil de esa distribución bajo un nivel de confianza del 95% es 2.364.

Por tanto, de rechaza la hipótesis nula de no significancia

2) **Prueba de hipótesis**

El percentil de una distribución t-student con (10) grados de libertad con un nivel de confianza del 95% resulta 2.22. Mientras el test de significancia resulta 14.5 > 2.22. En efecto, la hipótesis nula de no significancia se rechaza najo un nivel de significancia del 5%.

3) **Relación entre costos y nivel de producción**

a)

Se puede observar que la función de costos estimada se ajusta a los costos reales pues ambos se muestran crecientes. Asimismo, el es de 84%.

b)

Residuos para cada nivel de producción. Se muestra valores altos del residuo para valores al final de la muestra.

c.)

Similar a los casos desarrollados anteriormente. El estimador ,



Intervalo de confianza de la pendiente

Para la prueba de significancia de los parámetros, el percentil de la distribución t-student con 8 grados de libertad es 2.3. Por otro lado, el test estadístico para el parámetro . Estos valores son mayores al percentil 2.3, por tanto, se rechaza la hipótesis nula de no significancia estadística de los parámetros.

4) **Modelo demanda de alimentos e ingreso disponible**

a) Estimación de los parámetros

Entonces, en una situación de ceteris paribus, el aumento en el ingreso disponible aumenta la demanda por alimentos en 0.88 unidades. Mientras que la familia no tuviera ingresos aún demanda 0.32 de alimentos.

b)

Primero hallamos el R cuadrado

Asimismo

c) Intervalos de confianza de los parámetros y varianza del término de perturbación

d.)

El percentil de una distribución t-student con 18 grados de libertad y asociado a un nivel de confianza del 95% resulta 2.1. Por otro lado, el test de significancia del estimador de la pendiente es 18.3. En efecto, se rechaza la hipótesis nula.

5) **Modelo bivariado**

a)

Los cálculos se realizan mediante procesos similares en ejercicios anteriores

b) Varianza de los estimadores

c) Inferencia estadística

El percentil de una distribución t-student con 8 grados de libertad asociado a un nivel de confianza del 95% resulta 2.364. Por otro lado, la prueba de significancia del estimador de la pendiente es 6.45. En efecto, se rechaza la hipótesis nula.

Intervalos de confianza

6). **Error Tipo I y II**

Error tipo I: Probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera.

Error tipo II: Probabilidad de no rechazar la hipótesis nula cuando es falsa.

Si no se rechaza la hipótesis nula (a favor de ) implica que bajo un nivel de confianza de 95%, el valor poblacional de

Si solo nos interesa el error tipo I es posible que el investigar haya planteado su hipótesis de investigación como la hipótesis alternativa . En ese sentido, el investigador estará interesado de rechaza la hipótesis nula; sin embargo, debe evitar caer en el error tipo I.

Rechazar una hipótesis no es una conclusión más fuerte pues tiene una gravedad mayor aceptar una hipótesis que es falsa. Por ello, la potencia del estadístico es mayor cuando la posibilidad de cometer el error tipo II es lo más mínimo.

**Capítulo 4 “El Modelo de Regresión Lineal con K-variables”**

1. **Matriz idempotente**

Una matrix simétrica es aquella que es igual a su transpuesta. Por otro lado, una matriz idempotente se caracteriza por la siguiente propiedad:

* La matriz es simétrica si

Para desarrollar la tercera parte de la expresión se debe recordar que una matriz identidad es simétrica, por tanto, . Asimismo, recordar que el operador transpuesto se aplica de la siguiente forma . Adicionalmente, se debe tener presente lo siguiente: .

* Si la matriz es idempotente se debe cumplir

La expresión resaltado en amarillo es una matriz identidad pues es la multiplicación de una matriz por su inversa

1. **Modelo trivariado**

Usar el modelo en desviaciones es una manera práctica de hallar los estimadores de un modelo trivariado. Para verificar que dos estimadores del modelo original coinciden con los estimadores del modelo en desviaciones se desarrolla lo siguiente:

A la expresión anterior se multiplica por el vector de unos De esta forma, se pueden restar ambas expresiones.

Se puede verificar que los parámetros del modelo en desviaciones coinciden con 2 parámetros del modelo original.

Las ecuaciones normales resultan de minimizar la suma del cuadrado de los errores . Hallar los parámetros que minimizan tal expresión requiere aplicar derivadas parciales respecto a cada parámetro e igual a cero.

Se tiene dos ecuaciones con dos incógnitas, entonces al resolverlas se obtiene el estimador de los parámetros en función de sumatorias de los datos.

Se sabe que el promedio de las variables pasa por la función de regresión muestral.

1. **Las operaciones se realizaron en STATA**

a) La pregunta nos proporciona la información de lo siguiente . Los parámetros pueden estimarse mediante el modelo en desviaciones cuya expresión matricial resulta . La matriz generadora de las desviaciones es simétrica e idempotente. En efecto,

. Esta forma permite usar directamente la información proporcionada.

b)

Se pide hallar la suma cuadrada explicada SCE y la suma de los errores al cuadrado SCR. Para ello resulta útil hallar la suma total explicada SCT.

Tras las operaciones se obtiene SCR = 3.9283 y SCE=10.8716

c)

El estimador de la varianza de los errores de la función de regresión poblacional FRP se obtiene de la siguiente manera:

La matriz de varianzas y covarianzas se estiman de la siguiente manera:

1. **Las operaciones se realizaron en STATA**

La pregunta requiere incluir el vector de unos en la matriz De esta manera, se incluye el vector columna de dimensión 6:

La suma del cuadrado de los errores resulta

Para hallar la suma cuadrado total SCT resulta útil definir la matriz que genera los desvíos. la matriz es la diferencia de una matriz identidad 6x6 ya que se tiene 6 observaciones. Esto menos el producto de los vectores columnas de unos entre 6.

Finalmente, el

1. **Las operaciones se realizaron en STATA**

a)

* B es obtiene de promediar la tercera columna de la matriz En efecto,
* C se obtiene a partir del promedio de la segunda columna de la matriz
* Para hallar D se requiere definir la matriz que genera las desviaciones de una variable respecto a su media . De esta forma, a partir de
* Hallar el valor de E se debe operar . En Efecto,
* Los valores de F y G se hallar a partir de operar . Asimismo, pues la matriz es una matriz simétrica. Luego, .
* H se halla a partir del promedio de la variable Y.

b) Las estimaciones de los parámetros se obtiene mediante la siguiente forma matricial.

c) La suma de cuadrados residuales se obtiene de la diferencia entre los valores de la variable y los valores estimados

* La suma de cuadrados totales
* Se sabe que la SCT = SCE + SCR entonces

d).

Los criterios de información de Akaike y Schwartz similar al R ajustado evalúan el efecto de incluir más variables sobre la SCR y, al mismo tiempo, castiga la inclusión de nuevas variables. Por la forma matemática de castigar la inclusión de nuevas variables, el criterio Schwartz es más severo.

1. Hallar la varianza y covarianza de los estimadores se debe estimar la varianza del término de perturbación. Esto se logra a partir de la siguiente expresión.

Finalmente, la varianza de los estimadores son los últimos elementos de la diagonal principales en el mismo orden: . Asimismo, la covarianza entre ellas se ubica en la posición entonces

1. Las operaciones se realizaron en STATA
2. En primer lugar, debemos generar la matriz que contenga el vector de unos y los vectores

A partir de ello, realizamos la operación , lo cual permitirá obtener los valores . Recordar que la matriz es simétrica. Por otro lado, permite hallar el valor

1. Los parámetros se hallan de la siguiente expresión matricial

Hallar la matriz de varianza y covarianza, se requiere estimar la varianza del término de perturbación.

Las desviaciones estándar de los parámetros se obtienen de extraer la raíz cuadrado de su varianza respectiva, los cuales se ubican en la diagonal principal.

El estadístico de significancia de cada parámetro es de la siguiente forma:

c)

**7). Modelo en desviaciones**

Una primera manera de abordar la demostración es partir de la función de regresión poblacional (FRP) donde la matriz se descompone del vector columna de unos y las variables exógenas.

La expresión anterior se multiplica por la matriz que genera una variable en desvíos respecto a su media:

Se sabe que pues

Donde

Luego,

Dado que la matriz A es simétrica e idempotente

1. **Algebra matricial**

El ejercicio nos plantea demostrar a la suma cuadrática de la parte explicada de una regresión. Para ello, conviene definir la función de regresión muestral (FRM) e identificar la parte explicada de nuestra variable dependiente Esta parte está en función de las variables exógenas y los parámetros estimados.

es un vector columna, por tanto, al multiplicar por la matriz A genera la vector en desvíos respecto a la media . Esto es vector columna también. En efecto, genera la Posteriormente, desarrollamos la expresión para hallar sus alternativas expresiones.

* Primero reemplazamos

Reemplazamos

es la sumatoria entre n es la media , el cual por propiedad es la igual a la media de la variable original . En consecuencia:

* Similar al caso anterior, desarrollamos
* Hallar la tercera alternativa de la SCE solo se debe reemplaza que

1. **Sesgo por omisión de variables**

Primero definimos la siguiente matriz lo cual se utilizará para estimar los parámetros del modelo incompleto . En consecuencia, estos parámetros se estiman de la siguiente forma:

Ahora reemplazamos la variable dependiente en términos del verdadero modelo econométrico.

La expresión es un vector columna, el cual se puede expresar como . Al reemplazar se obtiene

Tomando la esperanza matemática

El último término es igual a cero por el segundo supuesto del modelo lineal clásico multivariado .

Por tanto, el sesgo de los parámetros estimados sobre el modelo incompleto es

El sesgo es causado por la omisión de variables relevantes

10) **Las operaciones se realizaron en STATA**

a) El cuadro de STATA muestra que los estimadores de las variables **weight** y **lenght** son significativas al 1% y 5% respectivamente. Esto pues el P-value es menor al 1% y 5% para cada variable **weight**, **lenght.** Por otro lado, los signos indican que la longitud reduce el precio de un auto nuevo, mientras que el peso lo incrementa. Finalmente, el R2 muestra que las variables **weight** y **lenght** pueden explicar el 34.76% de la variabilidad del precio de un auto nuevo.

b)

c). La solución del problema consiste en hallar la suma cuadrática total SCT, el test estadístico de las nuevas variables y sus respectivos intervalos de confianza. Por otro lado, también pide calcular el R2 y R2 ajustado.

* Se sabe que SCT = SCE + SCR, entonces
* El Test estadístico resulta de dividir el parámetro estimado entre el respectivo error estándar pues la hipótesis nula establece que el parámetro poblacional es nulo

Los intervalos de confianza se construyen del siguiente modo:

Primero se establece la probabilidad de que la variable aleatoria “T estadístico” sea igual al 95% de nivel de confianza.

Desagregando el valor absoluto por propiedad:

Despejando se obtiene lo siguiente

Del mismo modo se obtiene el intervalo de confianza al 95% de la variable

* Finalmente, el

Hallar el p-value de cada parámetro se debe calcular la probabilidad acumulada del Test estadístico. Recordar que la probabilidad acumulada de una distribución t-student resulta una distribución F-fisher. En consecuencia, la P-vale se calcula del siguiente modo.

d). El modelo con las nuevas variables reduce el R2 ajustado, lo cual sugiere que estas variables no aportan de manera significativa para explicar la variabilidad de la variable dependiente . Esto también se refleja en un incremento en el error cuadrático medio MSE. Asimismo, los parámetros estimados asociado a las nuevas variables no son estadísticamente significativos. La inclusión de variables irrelevantes incrementa la varianza de los estimadores y, con ello, sus desviaciones estándar.

13. **Modelo trivariado**

**Modelo 1**:

En términos matriciales

**Modelo estimado en desviaciones:**

Las ecuaciones normales resultan de minimizar la suma del cuadrado de los errores . Hallar los parámetros que minimizan tal expresión requiere aplicar derivadas parciales respecto a cada parámetro e igual a cero.

Se tiene dos ecuaciones con dos incógnitas, entonces al resolverlas se obtiene el estimador de los parámetros en función de sumatorias de los datos.

Vector de coeficientes estimados del modelo en desviaciones:

**Capítulo 5 “Prueba de hipótesis, estimación con restricciones lineales y predicción en el modelo de K variables”**

1) **Prueba de hipótesis**

a) En primer lugar, debemos de finir los grados de libertad del estadístico F. Los grados de libertad en el numerador son las restricciones . En este caso son 2, entonces Por su parte, los grados de libertad del denominador

Adicionalmente debemos definir las matrices y .

Reemplazado la información en el estadístico:

Por otro lado, el calor crítico del percentil 95% de la distribución . En consecuencia, el test F hallado es mayor al valor crítico , por tanto, se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia de 95%.

b). En este caso se pude aplicar el test de significancia estadística individual, pero siguiendo la estructura anterior definimos las matrices y . En este caso q = 1 por que solo se tiene una restricción.

Por tanto, y el valor crítico . En este caso con lo cual no se rechaza la hipótesis nula; es decir, no rechaza que el valor poblacional del parámetro sea .

c). En este caso tenemos una sola restricción (q=1) y las matrices se definen de la siguiente manera:

Por tanto, y el valor crítico se mantiene . En este caso con lo cual se rechaza la hipótesis nula .

2) **El desarrollo está elaborado en STATA**

La predicción puntual requiere, en primer lugar, estimar los parámetros

La predicción para resulta de

El intervalo de predicción requiere definir un nivel de confianza. Para el caso de un nivel del 95%, el valor crítico del percentil para una distribución . Por otro lado, la estimación de la varianza del término de perturbación se obtiene de .

Para un nivel de confianza de 95%:

3) **El desarrollo está en STATA**

a) Evaluar las hipótesis se debe construir las matrices . Asimismo, 1 es el grado de libertad del numerador del Test F pues solo tenemos una restricción. Por su parte, los grados de libertad del denominador es

Reemplazado la información en el estadístico:

El valor crítico del percentil , en efecto se rechaza la hipótesis nula pues

b). En este caso hay dos restricciones por tanto y . Las matrices se definen como

El valor crítico del percentil , en efecto se rechaza la hipótesis nula pues

3) cálculos están en STATA

4) **Modelo trivariado**

a) Primero desarrollaremos la parte matricial para luego reemplazar los valores según la información proporcionada.

Los elementos son sumatorias los cuales son proporcionados

Luego, se requiere estimar la varianza del término de perturbación. Para ello, se halla la SCR y se divide sus grados de libertad Se debe recordar que Posteriormente, hallamos las desviaciones estándar a partir de la matriz de varianza y covarianza

De esta forma, la significancia individual de los parámetros

El valor crítico a un nivel de confianza del 95% de una distribución con 12 grados de libertad: 2.17. En efecto, los parámetros de forma individual son significativos al 95% de nivel de confianza.

La significancia global se calcula en términos del R cuadrado. De esta forma,

El valor crítico del percentil , en efecto se evidencia significancia global en los parámetros.

b). La pregunta plantea hallar el estimador con restricciones del modelo en desviaciones. Para ello, la variable dependiente es y . La estimación de los parámetros se basa en determinar una recta de tal forma que minimice la suman del cuadrado de los errores SCR.

Planteamos la función de Lagrange:

Aplicamos las condiciones de primer orden:

De la primera ecuación se obtiene **.** Luego multiplicamos por la matriz

Reemplazando

La información faltante para hallar la matriz de varianza y covarianza es el estimador de la varianza del término de perturbación . Recordar que

5) **Omisión de variables relevantes**

El problema propone estimar un modelo, el cual ha omitido un conjunto de variables relevantes mediante la estimación del modelo completo sujeto a la siguiente restricción por tanto el vector es de dimensión

Las dimensiones de la matriz nula deben ser y de la matriz identidad . De esta forma la matriz R es de dimensión .

Para resolver la ecuación anterior debemos desarrollar 5 puntos:

* por condición del problema

De todo lo anterior:

6). **Estimación bajo restricciones**

Desarrollar la demostración de a) se requiere tomar la esperanza de la siguiente expresión

Luego hallamos la diferencia

b). En este punto se debe desarrollar

Para tal objetivo reemplazamos lo hallado en el punto a)

Recordar que

Luego de la resta

7) **Función lineal de costos**

a) El coeficiente de -0.5 indica que por cada unidad adicional de producción se reduce el costo promedio en 0.5. Esto sugiere que la tecnología usada en la producción genera economías de escala; es decir, producir más unidades reduce el costo unitario.

b) Elaboramos el estadístico de significancia

El problema no proporciona información del total de observaciones para hallar los grados de libertad. En ese caso, suponemos que (n-k) es suficientemente grande. En efecto, el valor crítico del percentil al 95% de nivel de confianza de la distribución t-student con (n-k) grados de libertad es 1.96. Se puede observar que por tanto se rechaza la hipótesis nula de no significancia estadística del estimador

1. Predicción del cambio en el costo promedio ante el aumento de la producción de 10 a 100.
2. Predicción del costo promedio
3. En primer lugar, debemos definir las matrices R y r, luego los grados de libertad del numerador y denominador del estadístico número de restricciones y la diferencia

pues tenemos una restricción. Finalmente, con la información construimos el estadístico

8). El desarrollo está en STATA

a) El test de significancia global puede expresarse en términos del

Hallar el requiere la pues el problema nos proporciona la La matriz generadora de residuos se multiplica por el vector de la variable dependiente. En ese sentido, el vector de residuos resulta , y la . Así y . Adicionalmente el valor crítico del percentil al 95% de nivel de confianza de la distribución Entonces se rechaza la hipótesis nula de no significancia global a un nivel de confianza del 95% pues .

b)

Hallar el intervalo de confianza requiere calcular la raíz cuadrado del estimador de la varianza del término de perturbación. Este estimador resulta de . A partir de ello, se puede hallar la matriz pues . Finalmente, el vector , el valor crítico del percentil al 95% de nivel de confianza de la distribución con grados de libertad es 2.364624 y

1. Se tiene la siguiente tabla con tres regresiones de una endógena y contra algunas explicativas El número de observaciones es Los números entre paréntesis son las desviaciones estándar.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variables dependientes: Y** | | | |
|  | (1) | (2) | (3) |
| **X2** | **5.46** | **5.48** | **5.44** |
|  | (0.21) | (0.21) | (0.21) |
| **X3** | **-2.64** | **-2.62** | **-2.62** |
|  | (0.20) | (0.20) | (0.20) |
| **X4** |  | **0.29** | **0.29** |
|  |  | (0.04) | (0.04) |
| **X5** |  |  | **0.69** |
|  |  |  | (0.30) |
| **X6** |  |  | **0.60** |
|  |  |  | (0.28) |
| **X7** |  |  | **-0.27** |
|  |  |  | (0.26) |
| Constante | **12.69** | **4.40** | **3.75** |
|  | (0.14) | (1.05) | (1.06) |
|  | **6.27** | **6.22** | **6.21** |
|  | **0.176** | **0.190** | **0.194** |
|  |  |  |  |
| C.I Akaike |  |  |  |
| CI. Schwartz |  |  |  |
| F de sig. conjunta |  |  |  |

1. Evalúe la prueba de hipótesis de significancia individual de cada modelo al 95% de nivel de confianza.

Forma general de la prueba de hipótesis

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Modelo 1** | **Modelo 2** | **Modelo 3** |
|  |  |  |  |
| **X2** | **26** | **26.09** | **25.90** |
| **X3** | **13.2** | **13.1** | **13.1** |
| **X4** |  | **7.25** | **7.25** |
| **X5** |  |  | **2.3** |
| **X6** |  |  | **2.14** |
| **X7** |  |  | **1.03 No es significativa al 95%** |

1. Complete las cuatro últimas filas de la tabla. ¿Qué modelo parece ser el más apropiado?

Para hallar SCR, SCT se usa la información de y

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Modelo 1** | **Modelo 2** | **Modelo 3** |
| **R ajustado** | 0.175 | 0.189 | 0.192 |
| **AIC** | 1.836 | 1.828 | 1.827 |
| **BIC** | 1.841 | 1.835 | 1.838 |

El modelo 3 es el más apropiado por el mejor R cuadrado ajustado y menor criterio AIC.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **F – tabla (95%)** | **Test F** |
| **Modelo 1** | **F( 2, 3997) = 3.004** | **426.8 Si existe significancia conjunta al 95%** |
| **Modelo 2** | **F(3, 3996) = 2.61** | **312.4 Si existe significancia conjunta al 95%** |
| **Modelo 3** | **F(6,3993) = 2.107** | **160.18 Si existe significancia conjunta al 95%** |

En los tres modelos se rechaza la hipótesis nula, por tanto, las variables en cada modelo son significativas de manera conjunta al 95% de nivel de confianza.

c)

Se rechazan ambas hipótesis al 95% de nivel de confianza

10. **Supuesto de normalidad de los errores**

a)

Si el termino de perturbación se distribuye como una normal, entonces el vector de parámetros se distribuirá como una normal también. Esto ocurre pues el vector de parámetros por MCO es una combinación lineal de la variable endógena, el cual se distribuye como una normal multivariada.

b)

Distribución estandarizada dado que el parámetro poblacional se conoce.

Si se sustituye por , entonces la distribución será

c)

Si la hipótesis es cierta implica que el verdadero específico del parámetro de

Si la hipótesis no es verdadera entonces la distribución del estadístico t no será

**Capítulo 6 “Otros temas en regresión lineal múltiple”**

1. **Función de la demanda de alimentos:**

Función de demanda de alimentos con cambios en intercepto y coeficientes luego de la aplicación de control de precios. Sea la dummy que toma el valor de 1 a partir del periodo de aplicación de control de precios .

Prueba de hipótesis:

1. **Función con datos trimestrales**

Sea la siguiente función de regresión:

1. Dado la regresión planteada, beta si es estimable, pero uno del resto de parámetros no será estimable dado que el intercepto será una combinación lineal perfecta de las dummies de trimestres.
2. Si y implican diferentes estimaciones del coeficiente de la dummy del cuarto trimestre. Esto pues sin intercepto, será el efecto de ubicarse en el cuarto trimestre sobre la endógena, mientras si , entonces será la diferencia del esperado de la endógena entre el cuarto y primer trimestre.
3. Desarrollado en STATA
4. **Ecuación de salarios tipo Mincer:**
5. Se incluye una variable dummy de ruralidad:

La variable Dummy planteada considera como categoría base la zona rural. En efecto, será la diferencia de salarios esperada entre una persona que vive en la zona urbana comparado a una persona que vive en la zona rural. Se espera que el valor de sea positivo. En consecuencia, también puede interpretarse como el salario adicional que recibe una persona urbana comparado a una persona que vive en una zona rural.

b. El retorno de la educación difiere según el ámbito de procedencia de la persona.

representa la diferencia de la esperanza condicional del retorno del salario entre una zona urbana y rural. Se espera que el valor del coeficiente sea positivo. En ese sentido, es el retorno adicional de la educación que percibe una persona que vive en una zona urbana comparada a una zona rural.

c. **Cambio estructural en todos los regresores**

1. **Estudio sobre el comportamiento de los salarios**

La pregunta nos plantea poner a prueba la siguiente hipótesis . En otras palabras, el modelo de regresión poblacional del salario no presenta quiebre en el intercepto. Para corroborar o rechazar la hipótesis requiere plantear un Test F de hipótesis lineal.

Una forma práctica de construir el Test F se basa en la suma cuadrada residual del modelo restricto e irrestricto.

**Modelo 2** (**modelo irrestricto**)

**Modelo restricto**

* se reemplaza sobre el modelo 2

El modelo restricto es el **Modelo 1**

Test F:

Dada la hipótesis planteada y el modelo irrestricto y

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula a un 95% de nivel de confianza.

**5) Inclusión de dummies sin categoría base en un modelo de regresión muestral.**

Si se incluye todas las categorías en el modelo de regresión, entonces nos e incluye el intercepto.

Las ecuaciones normales resultan de minimizar la suma del cuadrado de los errores . Hallar los parámetros que minimizan tal expresión requiere aplicar derivadas parciales respecto a cada parámetro e igual a cero.

De la primera ecuación:

De la segunda ecuación:

1. **Modelos que relacionan el salario con el sexo de la persona**

* Modelo A:
* Modelo B:

Estimación del primer modelo

1. **Ingreso de la persona y nivel educativo**

De la primera ecuación:

De la segunda ecuación:

De la tercera ecuación:

De las dos primeras ecuaciones:

De las dos ultimas ecuaciones

Reemplazando en

Reemplazando en

8. **función de demanda de alimentos:**

Donde es el logaritmo de la demanda por alimentos locales, es un logaritmo del precio de alimentos e es un logaritmo del ingreso. Se estima sobre la base de una encuesta que incluye preguntas sobre el nivel educativo del jefe del hogar (sin educación, primaria, secundaria y superior) y tamaño familiar (número de integrantes de la familia).

1. Construya un modelo (utilizando variables dummy) en el que se pueda verificar si el componente autónomo de la demanda cambia según el nivel educativo.

Se define una categoría base (. En efecto, el modelo solo incluye tres categorías.

1. Construya un modelo en el que se pueda verificar si “la elasticidad ingreso de la demanda ” varía según nivel educativo. Plantee una prueba de hipótesis respectiva.

Se define una categoría base **(**.

Prueba de hipótesis:

1. Construya un modelo en el que se pruebe si “la elasticidad precio de la demanda ” es diferente para familias con más de cinco miembros”. Plantee una prueba de hipótesis respectiva. **(1.5 puntos)**

Prueba de hipótesis:

9 y 10. Ejercicio desarrollado en Excel

11) **Modelo sobre el efecto de mujeres en cargos pilares de empresas pequeñas sobre el desempeño económico de la misma.**

representa la diferencia del esperado condicional de las ventas dado que el dueño de la empresa sea mujer comparado al caso de que sea hombre.

representa la diferencia del esperado condicional de las ventas dado que el gerente de la empresa sea mujer comparado al caso de que sea hombre.

1. Prueba de hipótesis

Se recomienda modificar el modelo de tal manera que haya una dummy.

la diferencia entre la esperanza condicional de las ventas dado el dueño como el gerente son mujeres frente al caso de que al menos uno de los puestos es asumido por un hombre.

**Capítulo 7 “Propiedades asintóticas de los estimadores MCO”**

**1).** Se pide hallar el el cual está en función de la muestra aleatoria .

Adecuamos de forma conveniente la primera parte. Asimismo, recordar que

Se sabe que ya que converge en media cuadrática a pues y

2) Este problema es aplicativo del Teorema de Cramer. Por un lado, la variable converge a la distribución normal estándar . Por otro lado, la variable aleatoria converge en probabilidad al escalar c. Al aplicar el teorema se tiene lo siguiente:

3) A pesar de que la distribución de está entrada en cero se desconoce la distribución verdadera. Esta puede ser una distribución t-student u otra simétrica. En consecuencia, no se tiene la certeza sobre la distribución del estadístico , el cual permite realizar inferencia. De esta forma, comparar el valor del estadístico con el valor crítico de una con grados de libertad incrementa las posibilidades de cometer el error tipo I o II. Asimismo, una muestra pequeña implica menores grados de libertad, lo cual aumenta el valor crítico, y con ello, es más probable que no se rechace la hipótesis. Esto puede incrementar el error tipo II: no rechazar la hipótesis nula cuando puede ser falsa.

Este problema se supera cuando la muestra es grande pues tendrá una distribución normal asintóticamente. En efecto, el estadístico tendrá una distribución normal asintóticamente.

4) Si el término estocástico está correlacionado con una variable explicativa. En efecto, no se cumple uno de los supuestos del modelo de regresión lineal clásico. Por capítulos anteriores, se sabe que ese problema genera sesgo en los estimadores.

Se toma esperanza sobre el estimador

Dado que la variable insumo de la firma está correlacionado con el término de perturbación, entonces es ortogonal a y, por tanto,

5) En primer lugar, evaluamos si los estimadores son asintóticamente insesgados. Para ello aplicamos el límite sobre la esperanza

De manera similar:

Evaluar la consistencia de los estimadores, se recurre a la convergencia en media cuadrática, lo cual debe cumplirse dos cosas. Primero y . Segundo La primera parte se ha demostrado anteriormente, entonces solo se requiere demostrar lo segundo.

Recordar que

Asimismo

Los estimadores convergen en media cuadrática a y, por tanto,

6).

Evaluamos la varianza de , el cual será la suma de varianzas pues las variables son independientes. . Por el Teorema del Límite Central la variable aleatoria converge a una distribución normal . En efecto, se vuelve finito.

7).

a) Se demuestra mediante el planteamiento teórico base

Recordar que una secesión de variables aleatorias converge en probabilidad a un valor si donde es un valor muy pequeño. En este problema, el valor de convergencia es cero, entonces no es cuenta el valor absoluto pues las variables aleatoria toma valores positivos por condición del ejercicio .

b) Evaluamos las probabilidades cuando es muy grande

Media asintótica . La suma es finito pues a medida que crece es menos probable que En efecto,

c) Si converge en media cuadrática a cero, entonces debe cumplirse que . Para ello se desarrolla

Por otro lado,

**Capítulo 8 “Estimación del Modelo de Regresión Lineal Clásico por Máxima Verosimilitud”**

1) **Estimación por MV**

a) A partir de una muestra aleatoria de la variable de observaciones se puede identificar la función de densidad conjunta.

La función de densidad conjunta se puede representar como una función en términos de los parámetros dado las observaciones, el cual se denomina Función de Verosimilitud.

Tomando logaritmos a la expresión:

b) Se parte de maximizar la función de verosimilitud dada la restricción .

Se construye la función de Lagrange

Entonces en la primera ecuación . Por otro lado, se sabe que los estimadores MV son consistentes . Asimismo, la varianza asintótica se obtiene de la inversa de la matriz de información donde entonces

c) Hallar el intervalo de confianza se procede de manera similar a los ejercicios anteriores

Si la hipótesis nula es cierta.

Si cae dentro del intervalo no se rechaza la hipótesis nula, mientras si cae fuera se rechaza la hipótesis nula.

d) Hipótesis nula La restricción lineal resulta

El test de Wald

Por otro lado, el valor de una distribución con un grado de libertad (solo una restricción) bajo un nivel de significancia del 5% es 3.84. En consecuencia, el test de Wald es menor al valor crítico, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula.

e) Primero se debe hallar el logaritmo neperiano de la función de máxima verosimilitud en función de respectivamente Posteriormente, hallamos el test de razón de verosimilitud . Luego se compara con el valor de una distribución con un grado de libertad (solo una restricción) bajo un nivel de significancia del 5%, el cual es 3.84.

2) **Estimación de modelo Poisson**

La función de densidad conjunta se puede representar como una función de los parámetros dada las observaciones, el cual se denomina Función de Verosimilitud.

Tomando logaritmos

La varianza asintótica resulta de la inversa de la matriz de información

Hipótesis nula: los tres estadísticos bajo la hipótesis nula se distribuyen como una distribución Chi cuadrado

* El estadístico de Wald

Reemplazados valores

* El estadístico de multiplicadores de Lagrange
* Razón de verosomilitud

3) **Determinantes del consumo de cigarros**

a) La inclusión de nuevas variables incrementó las desviaciones estándar de los estimadores del primer modelo casi en 4 veces, lo cual redujo el valor del t - estadístico, y con ello, es más probable que no se rechace la hipótesis nula de no significancia estadística de las variables. El fuerte incremento de las desviaciones estándar se debe a que las nuevas variables es una construcción de las variables iniciales, lo cual genera problemas de multicolinealidad. Por otro lado, El test F muestra evidencia de significancia global. Esto se debe al problema de multicolinealidad imperfecta descrita además de un tamaño de muestra grande.

b) En primer lugar debemos definir que el modelo base es el II pues considera todas las variables. Por tanto, se pude someter a prueba de hipótesis a los parámetros. El modelo I equivale a estimar los parámetros sujetos a que los coeficientes de las variables White, whitage, ehiteage2 y whiteyearsed son iguales a cero. Dado lo anterior es del modelo I; y del modelo II. Se construye el test de Verosimilitud de la siguiente forma:

El test del Multiplicador de Lagrange usa los mismos argumentos

El test de Wald:

Test F:

Del capítulo 5) se sabe que será igual a la diferencia de la suma del cuadrado de los residuos de cada modelo.

Finalmente, el valor crítico de la distribución Chi cuadrado con 4 grados de libertad bajo un nivel de significancia del 5% es 9.48. De esta forma, se observa que los estadísticos son menores al valor crítico, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes de las cuatro variables son ceros. Asimismo, en relación con la prueba F, el valor crítico de la distribución F con (4,790) grados de libertad bajo un nivel de significancia de 5% es 2.38. También se observa que por tanto no se rechaza la hipótesis nula.

4)

a)

b)

c)

La función de densidad conjunta se puede representar como una función de los parámetros dada las observaciones, el cual se denomina Función de Verosimilitud.

Tomando logaritmos

d)

Primero hallamos la función de densidad conjunta

Tomando logaritmos

e).

1. **Comportamiento del salario**
2. Hipótesis

El modelo I es el modelo restricto , mientras II es el modelo irrestricto

Los tres test se distribuyen como una

**Se rechaza la hipótesis nula.**

1. Hipótesis

El modelo I es el modelo restricto , mientras III es el modelo irrestricto

Los tres test se distribuyen como una

**Se rechaza la hipótesis nula.**

1. Aplicar los Test de Wald, razón de verosimilitud y multiplicadores de lagrange requiere identificar de las tablas del modelo sin restricciones y restricto la suma del cuadrado de los residuos y número de observaciones. Por otro lado, el valor crítico de la distribución chi cuadrado con un grado de libertad bajo un nivel de significancia del 5% es 3.84.

Se observa que bajo los test no se rechaza la hipótesis nula de rendimientos constantes, mientras bajo el test de Wald si se rechaza la hipótesis.

Se puede verificar

1. **Estimación por máxima verosimilitud**
2. Función de log – verosimilitud
3. Estimadores de máxima verosimilitud
4. Tomamos limite a la varianza asintótica

El estimador de la varianza de máxima verosimilitud es consistente.

**Capítulo 8 “perturbaciones no esféricas”**

1. Desarrollo en STATA
2. **Estimación de los coeficientes bajo el modelo transformado**

Aplicamos CPO:

1. **t – estadístico y prueba F bajo el modelo transformado**

Prueba F

Sea la siguiente hipótesis:

1. **Consistencia de los coeficientes estimados por MCO en presencia de heterocedasticidad**

Aplicamos el operador plim

1. **Aplicación de Durbin Watson**

Los dos valores críticos para y son y En efecto las zonas correspondientes serán:

El estadístico es de 0.5976, se rechaza la hipótesis de no autocorrelación a favor de la autocorrelación positiva.

1. **Modelo lineal**
2. Matriz de varianza y covarianza
3. Transformación del modelo si cada es conocido

Modelo transformado

1. Comparando las varianzas respectivas
2. Nueva estructura de la matriz de varianza y covarianza
3. **Estimación de los coeficientes por MCO dado la matriz de varianza y covarianza de un término de perturbación AR(1)**
4. **Proceso MA(1) en un modelo de primeras diferencias**

El termino de perturbación solo muestra covarianza de un solo rezago, en efecto, se evidencia de un proceso MA(1).

1. **Durbin – Watson**

Solo se aplica al primer modelo pues el segundo modelo presente como endógena al rezago de la variable independiente.

Los dos valores críticos para y son y En efecto las zonas correspondientes serán:

El estadístico es de 1.31, el cual cae en una zona de indeterminación.

1. **Comparación de modelos**
2. Heterocedasticidad en el modelo transformado

Matriz

b. Estimación MCG

Se pueden demostrar que a partir de resulta

1. **Test de Glodfeld y Quandt**

Grados de libertad

Se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad

1. **Modelo AR(2)**
2. **Modelo econométrico con rezago de la variable explicativa como regresor**

Se sabe que

1. Calcule

El proceso es Ma(1), en efecto, es diferente de cero.

1. Si se estima el modelo por MCO sin considerar el proceso MA(1) en el término de perturbación generará que los coeficientes estimados presenten mayor varianza. El estimador de los coeficientes será impreciso.
2. **Modelo ARMA(1,1)**

Para k = 1

Autorrelación:

1. **Heterocedasticidad**

19. **Modelo**

* + 1. El test de Durbin y Watson detectará autocorrelación con seguridad ¿Verdadero o falso?

Falso, el Test Durbin y Watson solo prueba la presencia de procesos y no de ordenes superiores.

* + 1. Halle la matriz de varianza y covarianza del vector

Necesitamos conocer

Se sabe que

Evaluamos para

Evaluamos para

Evaluamos para

Evaluamos para

En general:

**Capítulo 10**

**“Correlación entre los regresores y el término de perturbación”**

1. **Dado los siguientes modelos:**

* Modelo completo:
* Modelo incompleto:

1. Si se sabe que D es una variable endógena ¿Qué problemas presenta el estimador de MCO del modelo incompleto?

Debido a que la variable es endógena, la covarianza entre la variable y el término de perturbación del modelo incompleto será distinta de cero ya que se omite la variable , el cual está correlacionado con ().

No se cumple el supuesto de esperanza condicional iguala a cero . Esto genera sesgo si se estima los parámetros por MCO.

1. ¿Cómo se puede solucionar el problema de la pregunta anterior?

Se puede usar el modelo incompleto y obtener estimadores insesgado. Esto mediante el uso de variables instrumentales.

MCO por dos etapas

Primera etapa

Segunda etapa

1. **Modelo que relaciona salario y los años de educación**

Posibles instrumentos:

**Educación de los padres**: esta variable puede cumplir la condición de relevancia; es decir, que la correlación con años de educación del individuo sea diferente de cero. Padres más educados invierten más en educación tanto académica como en valores; sin embargo, no cumpliría la condición de exogeneidad pues estaría correlacionado con variables como la habilidad, valores u otras variables no observables que se encuentran en el término de perturbación. En otras palabras, la educación de los padres no solo incide en el salario de sus hijos a través de los años de educación.

**Distancia a la escuela o universidad:** bajo la premisa de a mayor distancia, mayores son los costos de traslado o que generen externalidades adicionales sobre los estudiantes, entonces sí estaría correlacionado con la educación del individuo. Además, esta variable es exógena a las cualidades no observables del individuo. Por tanto, se cumple la condición de exogeneidad.

**Mes de nacimiento:** Es una variable exógena que puede cumplir la condición de exogeneidad pero no estaría correlacionada con los años de educación. En efecto, es posible que no se cumpla la condición de relevancia. No obstante, si opera la regla de ingresar a la escuela primaria aquellos niños con 6 años cumplidos, entonces, es posible que pueda relacionarse con los años de educación. La diferencia sería de un año.

1. **Modelo de oferta y demanda**

Modelo en su forma reducida:

1. **Estimador de Wald**

La estimación por variables instrumentales para el caso de un modelo bivariado resulta

Dividiendo por

**Consistencia del estimador de Wald:**

Considerando que no es estocástico.

5. **Trabajo de Angrist y Krueger**

1. Los instrumentos ( años de nacimiento y trimestre de nacimiento) bajo la premisa que a veces la llegada de un bebe en el hogar no es planificada. Incluso si fuera planificado, no se tiene certeza del día de nacimiento y con ello del trimestre de nacimiento. A partir de lo anterior, se puede atribuir de exogeneidad a los instrumentos. Sobre la relevancia de los instrumentos, si existe una regla de años cumplidos para iniciar la primaria, entonces si habría una relación entre el trimestre de nacimiento y los años de educación. Personas con la misma edad pueden contar con diferentes años de educación según la edad que iniciaron la escuela.
2. La validez de los instrumentos es rechazada pues el estadístico F es menor a 10 (valor umbral propuesto por Satiger y Stock). Esto pues ambos instrumentos no son significativos para explicar la variabilidad de los años de educación. Es posible que ocurra un problema de sobre identificación.
3. Bajo la propuesta de Bound, Jaeger y Baker, se cumple la condición de relevancia si solo se usan como instrumentos las dummies por trimestre. Esto pues la prueba F de instrumentos excluidos es mayor a 10.
4. **Tamaño del hogar y logro educacional de los niños**
5. Validez de los instrumentos twin birth: Es una variable exógena ya que es posible que la llegada de bebes no sea planificada. Aunque es posible que las familias se preparen durante el embarazo. Además, con el paso del tiempo es posible que los padres internalicen los costos económicos y exigencias familiares de criar gemelos. Por el lado condición de relevancia, la presencia de gemelos incrementa el tamaño familiar.
6. Ventajas de usar el instrumento SAMESEX:

La variable es menos restrictiva que twin birth ya que más familias pueden contar con dos hijos del mismo sexo. Asimismo, el genero de los hijos es exógeno, y con ello, puede garantizarse la condición de exogeneidad. Sin embargo, es posible que tener dos hijos sea planificado. Adicionalmente, si a partir de dos hijos del mismo género, la familia busque un tercero de diferente género, entonces habría elementos de preferencias no observables, lo cual puede endogenizar el instrumento.

1. **Instrumento en el modelo del ahorro.**
2. **Modelo de corrupción y desigualdad**

Estimar el modelo provocaría sesgo en los coeficientes estimados dado la existencia de causalidad simultánea. Esto genera endogeneidad en la variable Desigualdad.