

Nota Técnica N° 9: Actualización del Módulo CNU de Stata

Noviembre 2024

Documento elaborado por

José Miguel Muñoz
División de Estudios
Superintendencia de Pensiones

(*) Participaron en la revisión de este documento Paulina Granados, Jefa del Departamento de Investigación de la División Estudios, y los analistas Cristina Melo y Vicente Céspedes. Consultas sobre este documento y/o el módulo Stata asociado, diríjelas al correo: bdp@spensiones.cl

Resumen

Según lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N° 3.500 de 1980 y en el artículo 20 del DFL N°251, de 1931, las tablas de mortalidad se utilizan para efectos de (a) calcular el capital necesario de las pensiones de retiro programado, (b) computar los aportes adicionales con cargo al seguro de invalidez y sobrevivencia (SIS) y (c) determinar las reservas técnicas que deben constituir las aseguradoras por los contratos de seguro de rentas vitalicias y SIS. Estas tablas son fijadas conjuntamente por la Superintendencia de Pensiones (SP) y la Comisión para el Mercado Financiero (CMF). El 24 de febrero de 2023 se publicó la Norma de Carácter General 306 (Superintendencia de Pensiones) y 495 (Comisión para el Mercado Financiero) que actualizó las Tablas de Mortalidad Previsionales previamente vigentes.

El presente documento proporciona una explicación detallada sobre la actualización del Módulo para el cálculo del Capital Necesario Unitario (CNU) de Stata¹ que utiliza como uno de sus *inputs* las tablas de mortalidad previsionales. Dentro de los aspectos más relevantes de esta actualización, está la incorporación del cálculo del CNU utilizando las tablas de mortalidad 2020² (TM2020) y la creación de un módulo que permite calcular el CNU tanto del grupo familiar en su conjunto como de cada uno de sus miembros de forma individual. Además, se han añadido nuevos comandos que posibilitan el cálculo del CNU para distintos tipos de beneficiarios.

El siguiente cuadro resume los distintos grupos familiares de los titulares de pensión de vejez o invalidez y los distintos beneficiarios de sobrevivencia para los cuales se puede calcular el CNU con la nueva actualización.

Cuadro 1: Tipos de CNU total

Tipo de pensión	Criterio
Vejez o invalidez	Afiliado soltero
	Afiliado con cónyuge sin hijos
	Afiliado con cónyuge con hijos (no inválidos)
	Afiliado sin cónyuge con hijos (no inválidos)
Sobrevivencia	Cónyuge sin hijos
	Cónyuge con hijos (no inválidos)
	Hijos (no inválidos) sin cónyuge
	Hijos (no inválidos) con cónyuge

¹ Para más información, consultar la nota técnica N° 5, disponible en la siguiente dirección: <https://www.spensiones.cl/portal/institucional/594/w3-article-15622.html>

² Para más información, consultar la Norma de Carácter General 306 en la siguiente dirección: <https://www.spensiones.cl/apps/GetFile.php?id=003&namefile=NCG-SP/NP0000306.pdf>

Índice

ÍNDICE	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MEJORAMIENTO DE LA PROBABILIDAD DE FALLECIMIENTO	5
III. CAPITALS NECESARIOS UNITARIOS	7
IV. VIGENCIA DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD	9
V. ACTUALIZACIÓN: CAPITAL NECESARIO UNITARIO TOTAL Y NUEVOS BENEFICIARIOS	10
PENSIÓN DE VEJEZ O INVALIDEZ	11
PENSIÓN DE SOBREVIVENCIA	13
VI. ACTUALIZACIÓN DEL MÓDULO CNU: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y COMANDOS NUEVOS	14
VII. EJEMPLO DE USO	17
PENSIÓN DE VEJEZ	17
PENSIÓN DE INVALIDEZ	20
PENSIÓN DE SOBREVIVENCIA	21
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES	23
VIII. INSTALACIÓN DEL MÓDULO	25

I. Introducción

La presente nota técnica tiene como objetivo describir la actualización del módulo que calcula el Capital Necesario Unitario (CNU) en Stata, cuyas principales innovaciones son la introducción de las tablas de mortalidad 2020 (TM2020) en el cómputo del CNU, y la incorporación de un módulo que calcula el CNU total de un grupo familiar. Adicionalmente, se introdujeron comandos que calculan el CNU de nuevos tipos de beneficiarios, tales como, hijos con o sin cónyuge, y cónyuge con hijos.

La primera versión del módulo CNU de Stata fue diseñada para calcular el CNU utilizando la metodología correspondiente a las tablas de mortalidad anteriores al 1 de julio de 2023. Sin embargo, a partir de esa fecha, se han puesto a disposición nuevas tablas de mortalidad que mejoran la precisión en el cálculo de la probabilidad de fallecimiento, incorporando factores de mejoramiento en dos dimensiones (edad y tiempo) a diferencia de las tablas de mortalidad previamente vigentes, que incluían factores de mejoramiento unidimensionales (solo edad). Debido a esto, la Superintendencia de Pensiones ha generado una versión actualizada de este módulo que incorpora la nueva metodología de cálculo mencionada anteriormente, que además incluye características adicionales, como cálculos del CNU para un mayor número de beneficiarios y nuevas utilidades.

Dentro de los nuevos comandos, se ha añadido el cálculo del CNU para diferentes beneficiarios y situaciones de parentesco, como cónyuges e hijos, cuando ambos existen, como el caso de hijos de un titular sin cónyuge, esto tanto para pensiones de titular (vejez o invalidez), como de sobrevivencia. Además, se ha desarrollado un módulo adicional llamado **CNU Total**, que entrega el CNU de cada miembro de un cierto grupo familiar, así como el CNU total del causante.

En el capítulo II de este documento se presentan las diferencias entre los factores de mejoramiento de la probabilidad de fallecimiento de las tablas de mortalidad 2020 (TM2020) con respecto a las anteriores (TM2014). En el capítulo III, se define el concepto de Capital Necesario Unitario (CNU). En el capítulo IV, se describen los nuevos tipos de beneficiarios que han sido añadidos a esta versión y las distintas estructuras familiares para las que se pueden generar los cálculos con el comando CNU Total. En el capítulo V, se abordan las principales características de la presente actualización en comparación al módulo original. Finalmente, en el capítulo VI, se presentan ejemplos de uso de los nuevos comandos para el caso escalar.

II. Mejoramiento de la probabilidad de fallecimiento

Las tablas de mortalidad contienen información sobre la probabilidad de fallecimiento de la población según edad. Puesto que dichas tablas exhiben probabilidades de fallecimiento calculadas con una muestra observada en un periodo en particular, cualquier proyección relativamente lejana a la fecha de la muestra producirá resultados comparativamente imprecisos, puesto que no toma en consideración el aumento de la expectativa de vida de la población. Por este motivo, en las tablas de mortalidad, cada probabilidad de fallecimiento está acompañada de un factor de mejoramiento destinado a mejorar la precisión de la proyección. En particular, para tablas anteriores a las TM2020, el método usual de mejoramiento viene dado por la siguiente expresión:

$$q_{x,t_m+t} = q_{x,t_m} \times (1 - AA_x)^t \quad (1)$$

Donde AA_x viene dado por el factor de mejoramiento, t_m la fecha de la tabla de mortalidad y t el tiempo transcurrido desde t_m . Por otra parte, q_{x,t_m+t} es la probabilidad que una persona de x años en el año $t_m + t$, fallezca antes de cumplir $x + 1$ años, y q_{x,t_m} es la probabilidad que una persona de x años en t_m , muera antes de cumplir $x + 1$ años. Como podemos observar, puesto que $0 \leq AA_x < 1$, la probabilidad mejorada en un periodo superior al de la fecha de las tablas de mortalidad (t_m), siempre será menor a la probabilidad de fallecimiento calculada, capturando de esta manera, el aumento de la esperanza de vida.

En las nuevas TM2020, se ha perfeccionado la metodología de mejoramiento de la probabilidad de fallecimiento al introducir factores de mejoramiento dinámicos, que toman en cuenta las diferencias en las tendencias a corto y largo plazo en la evolución de la mortalidad en Chile, en línea con las buenas prácticas internacionales en la materia. A continuación, se describe la nueva expresión que permite mejorar la probabilidad de fallecimiento:

$$q_{x,año_{cálculo}} = q_{x,2020} \times \prod_{t=2021}^{año_{cálculo}} (1 - AA_{x,t}) \quad (2)$$

Donde $q_{x,año_{cálculo}}$ es la probabilidad de fallecimiento mejorada para una persona de x años en el año $año_{cálculo}$, $q_{x,2020}$ la probabilidad de fallecimiento para la edad x en el año 2020, y $AA_{x,t}$, el factor de mejoramiento dinámico. Respecto a este último, como podemos constatar, a diferencia de los factores de mejoramiento previos a las TM2020, el actual consta de dos dimensiones (edad x y tiempo t)³.

³ Para más información, consultar la Norma de Carácter General 306 en la siguiente dirección: <https://www.spensiones.cl/apps/GetFile.php?id=003&namefile=NCG-SP/NP0000306.pdf>

Con la finalidad de mostrar cómo se realiza el cálculo en términos prácticos, a continuación, se ilustra el mejoramiento de la probabilidad de fallecimiento de una afiliada que decide jubilarse por vejez a la edad legal (60 años) en el año 2023, utilizando las TM2020.

Cuadro 2: Probabilidad de fallecimiento y factores de mejoramiento, mujer de 60 años que se pensiona por vejez en 2023 (TM2020)

Edad	$q_{60,2020}$	$AA_{60,2021}$	$AA_{60,2022}$	$AA_{60,2023}$
60	0,00219050	0,020241	0,019517	0,018719

Primero que todo, se debe elegir la tabla de mortalidad RV2020, puesto que contiene la probabilidad de fallecimiento y sus respectivos factores de mejoramiento para mujeres que se pensionan por vejez. Al utilizar esta configuración, y debido a que la edad de jubilación es 60 años, la probabilidad de fallecimiento mejorada vendría dada por:

$$\begin{aligned}
 q_{60,2023} &= q_{60,2020} \times \prod_{t=2021}^{2023} (1 - AA_{60,t}) & (3) \\
 &= 0,00219050 \\
 &\quad \times ((1 - 0,020241) \times (1 - 0,019517) \times (1 - 0,018719)) \\
 &= 0,00206489
 \end{aligned}$$

Si se repite este mismo ejercicio utilizando las TM2014, esta vez, se debe utilizar la información contenida en el Cuadro 3, junto con la ecuación (1), obteniendo el siguiente resultado.

Cuadro 3: Probabilidad de fallecimiento y factores de mejoramiento, mujer de 60 años que se pensiona por vejez en 2023 (TM2014)

Edad	$q_{60,2014}$	AA_{60}
60	0,00326841	0,0208

$$q_{60,2014+9} = 0,00326841 \times (1 - 0,0208)^{(2023-2014)} = 0,00270507 \quad (4)$$

Como se puede observar, el resultado difiere del anterior, entregando una probabilidad más alta de fallecimiento en comparación a las TM2020. En este contexto, cabe destacar que la actualización del módulo CNU está habilitada para realizar ambos cálculos, dependiendo de la tabla de mortalidad que se seleccione.

III. Capitales Necesarios Unitarios

Para maximizar los recursos que se destinan a un individuo durante su periodo de jubilación, es necesario predecir su fecha de fallecimiento. En este sentido, las tablas de mortalidad son un componente esencial. Sin embargo, existen otros factores igualmente importantes que se consideran al calcular el monto de pensión que recibirá un afiliado. Uno de ellos es el hecho de que el monto de pensión no pagado continúa rentando. Para tener en cuenta estos factores, se introduce la expresión llamada Capital Necesario Unitario (CNU), cuya fórmula más sencilla está descrita por⁴:

$$cnu\ total = \sum_{t=0}^{110-x} \frac{l_{x+t}}{l_x(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \quad (5)$$

cnu total se define como el valor presente de pagar una unidad de pensión al afiliado⁵. Esta fórmula, que refiere al caso de un afiliado de x años, sin beneficiarios, está compuesta por los términos l_{x+t} , e i_t que representan el número de sobrevivientes cuando el afiliado tenga $x + t$ años⁶, y la tasa de interés en t , respectivamente. Puesto que la expresión anterior calcula una unidad de pensión en términos anuales, si deseamos saber cuánto será el monto mensual que recibirá el afiliado, basta con calcular el siguiente ratio:

$$pensión = \frac{\text{saldo acumulado para pensión}}{cnu\ total * 12} \quad (6)$$

que corresponde al mayor monto mensual posible, considerando la expectativa de vida del individuo y la posibilidad de que el remanente de los fondos siga rentando.

⁴ El término $11/24$ es una aproximación que se utiliza para modelar pagos mensuales en base a fórmulas anuales.

⁵ Y condicional a que el afiliado fallezca, a sus beneficiarios.

⁶ El valor de l_x se determina usando las tablas de mortalidad. Se define recursivamente como $l_{x+1} = l_x * (1 - q_x)$, donde l_0 se define con un valor arbitrario, típicamente 10.000. De esta forma, l_{x+t}/l_x es el número de personas vivas a la edad $x + t$ sobre el número inicial de personas vivas a la edad x , es decir, es la probabilidad de que una persona de edad x sobreviva t años, hasta alcanzar la edad $x + t$.

Capital Necesario Unitario Total

En el ejemplo expuesto anteriormente, el CNU del afiliado es igual al CNU total dado que no tiene beneficiarios. Sin embargo, cuando hay beneficiarios involucrados en el grupo familiar del afiliado, esta igualdad deja de cumplirse. En este caso, para calcular el CNU total del afiliado, es necesario sumar el CNU individual de los beneficiarios al CNU del afiliado. Para ilustrar esto de forma práctica, si el afiliado tiene cónyuge, su CNU total estaría descrito por la siguiente expresión:

$$cnu\ total = \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{x+t}}{l_x(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \right] + 0,6 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y+t}}{l_y(1+i_t)^t} \times \left(1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} \right) \right] \quad (7)$$

donde l_{y+t} , representa el número de sobrevivientes cuando el cónyuge tenga $y + t$ años, y w el fin de la tabla de mortalidad. Como se puede verificar, el CNU total del afiliado aumenta, lo que resulta en una disminución del monto de pensión que recibirá. Esto se debe a que ahora parte de su saldo acumulado para pensión será utilizado para el pago de pensión de sobrevivencia de su cónyuge, en caso de que el afiliado fallezca. Siguiendo esta misma lógica, podemos derivar la expresión general del CNU total:

$$cnu\ total = cnu\ afiliado + \sum_{i=1}^I cnu\ beneficiarios \quad (8)$$

donde I representa el total de beneficiarios.

En el capítulo siguiente se especifican los beneficiarios adicionales que introduce esta nueva actualización, y en el capítulo V, el módulo CNU Total, cuyo diseño permite calcular la expresión (8).

IV. Vigencia de las tablas de mortalidad

Con el objetivo de determinar cuál es la tabla de mortalidad apropiada para calcular el CNU de un afiliado, es preciso conocer la tabla de mortalidad vigente al momento en el que el afiliado decidió pensionarse. Si bien el módulo CNU tiene una opción para determinar la tabla apropiada de forma automática utilizando la fecha de pensión del afiliado, también, el usuario podría especificar una tabla de mortalidad de forma manual. A continuación, se detalla la vigencia de todas las tablas de mortalidad que han estado vigentes desde el inicio del sistema de capitalización individual de pensiones en Chile.

Cuadro 4: Vigencia de tablas de mortalidad

Fecha de pensión	Afiliado no inválido		Beneficiario no inválido		Inválido	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
];31-01-2005[	RV1985h	RV1985m	B1985h	B1985m	MI1985h	MI1985m
[01-02-2005; 31-01-2008]	RV2004h	RV2004m	B1985h	B1985m	MI1985h	MI1985m
[01-02-2008; 30-06-2010]	RV2004h	RV2004m	B2006h	B2006m	MI2006h	MI2006m
[01-07-2010; 30-06-2016]	RV2009h	RV2009m	B2006h	B2006m	MI2006h	MI2006m
[01-07-2016; 30-06-2023]	CB2014h	RV2014m	CB2014h	B2014m	MI2014h	MI2014m
[01-07-2023[	CB2020h	RV2020m	CB2020h	B2020m	MI2020h	MI2020m

Para más información sobre las vigencias de las tablas de mortalidad, revisar el Título X del Libro III del Compendio de Normas del Sistema de Pensiones⁷.

⁷ La información mencionada se puede consultar aquí:
<https://www.spensiones.cl/portal/compendio/596/w3-propertyvalue-3483.html>

V. Actualización: Capital Necesario Unitario Total y nuevos beneficiarios

En la versión original del módulo CNU de Stata, el CNU de los beneficiarios se debe calcular de forma individual, y luego sumar para obtener el CNU total del afiliado. No obstante, con el objetivo de simplificar el cálculo para el usuario, en esta nueva versión se incorporó un comando capaz de detectar de forma automática la estructura familiar y calcular el CNU del afiliado. En particular, el Cuadro 5 resume las combinaciones familiares que se pueden introducir al módulo de Stata actualizado.

Cuadro 5: Cálculos del CNU disponibles

Tipo de pensión	Grupo familiar ⁸	Módulo CNU original	Actualización
Vejez o invalidez	Afiliado sin beneficiarios	✓	✓
	Afiliado con cónyuge (sin hijos ⁹)	✓	✓
	Afiliado con cónyuge e hijos no inválidos		✓
	Afiliado con hijos no inválidos (sin cónyuge)		✓
Sobrevivencia	Cónyuge (afiliado sin hijos)	✓	✓
	Cónyuge con hijos no inválidos		✓
	Hijos no inválidos (afiliado sin cónyuge)		✓

Puesto que cada una de las estructuras familiares descritas en el Cuadro 5 representan una ecuación en concreto (como se puede verificar en la ecuación (8)), con la finalidad de transparentar los cálculos que realiza el módulo, a continuación, se explicitan las expresiones algebraicas de cada estructura.

⁸ En términos generales, el módulo actualizado permite calcular el CNU de un grupo familiar con cónyuge e hijos. Sin embargo, se separan los casos en que el afiliado sólo tiene cónyuge o sólo tiene hijos, dado que los porcentajes de pensión varían en dichos casos.

⁹ Los hijos tienen derecho a pensión si son menores de 18 años, o estudiantes menores de 24 años. Cuando se habla de afiliado sin hijos, se refiere a que no hay hijos con derecho a pensión, lo que ocurre cuando el afiliado no tiene hijos, o sus hijos superan la edad límite para ser beneficiario de pensión de sobrevivencia.

Pensión de vejez o invalidez

Afiliado soltero

En el caso de un afiliado que se jubila por vejez, sin hijos con derecho a pensión y cónyuge con derecho a pensión, su CNU total viene dado por el cálculo de su CNU individual:

$$cnu_{total} = cnu_i = \left[\sum_{t=0}^{110-x} \frac{l_{x+t}}{l_x(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \right] \quad (9)$$

Afiliado con cónyuge sin hijos con derecho a pensión

En este caso existe un cónyuge que cumple los requisitos para ser beneficiario de esta estructura familiar, por tanto, al CNU del afiliado se le debe sumar la siguiente expresión:

$$cnu_c = 0,6 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y+t}}{l_y(1+i_t)^t} \times \left(1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} \right) \right] \quad (10)$$

Donde y es la edad del cónyuge del afiliado, l_y es la probabilidad de sobrevivencia del cónyuge y $w = 110 - y$.

Entonces el CNU total corresponde al CNU del Afiliado (ecuación (9)) sumado al CNU del cónyuge (ecuación (10)):

$$cnu_{total} = cnu_i + cnu_c \quad (11)$$

Afiliado con Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión

Cuando el grupo familiar está compuesto un cónyuge y J hijos no inválidos, entonces, la fórmula del CNU para el cónyuge viene dada por¹⁰:

$$\begin{aligned} cnu_c^h &= 0,5 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y+t}}{l_y(1+i_t)^t} \times \left(1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} \right) \right] \\ &+ 0,1 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y'+t}}{l_y(1+i_{y'-y+t})^{y'-y+t}} \times \left(1 - \frac{l_{x'+t}}{l_x} \right) \right] \\ &- 0,1 \left[\frac{11}{24} \times \frac{l_{y'}}{l_y(1+i_{y'-y})^{y'-y}} \times \left(1 - \frac{l_{x'}}{l_x} \right) \right] \end{aligned} \quad (12)$$

Con $y' = y + z - h_m$, $x' = x + z - h_m$, donde $z = 24$ y $h_m =$ edad del hijo menor, no inválido.

¹⁰ Corresponde a la fórmula letra c) Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión, del punto 2, del Libro III del Compendio de normas del Sistema de Pensiones.

Y para cada beneficiario hijo se tiene:¹¹

$$cnu_j^m = 0,15 \left[\sum_{t=0}^{23-h_j} \frac{l_{h_j+t}}{l_{h_j}(1+i_t)^t} - \sum_{t=0}^{23-h_j} \frac{l_{h_j+t} l_{x+t}}{l_{h_j} l_x (1+i_t)^t} \right. \\ \left. - \frac{11}{24} \frac{1}{(1+i_{24-h_j})^{24-h_j}} \left(\frac{l_{x+24-h_j} l_{24}}{l_x l_{h_j}} - \frac{l_{24}}{l_{h_j}} \right) \right] \quad (13)$$

Con h_j la edad del hijo j . Entonces el CNU total corresponde a la suma de los CNU del afiliado (ecuación (9)), más la suma de los beneficiarios (cónyuge (ecuación (12)) e hijos (ecuación (13))):

$$cnu \text{ total} = cnu_i + cnu_c^h + \sum_{j=1}^J cnu_j^m \quad (14)$$

Afiliado sin cónyuge con derecho a pensión, e hijos no inválidos con derecho a pensión

En la ausencia de un cónyuge con derecho a pensión, la expresión del CNU total para el afiliado está compuesta sólo por el CNU del afiliado y el de sus hijos, está última definida por:¹²

$$cnu_j^s = \left(0,15 + \frac{0,5}{J} \right) \left[\sum_{t=0}^{23-h_j} \frac{l_{h_j+t}}{l_{h_j}(1+i_t)^t} - \sum_{t=0}^{23-h} \frac{l_{h_j+t} l_{x+t}}{l_{h_j} l_x (1+i_t)^t} \right. \\ \left. - \frac{11}{24} \frac{1}{(1+i_{24-h_j})^{24-h_j}} \left(\frac{l_{x+24-h_j} l_{24}}{l_x l_{h_j}} - \frac{l_{24}}{l_{h_j}} \right) \right] \quad (15)$$

El CNU total entonces es igual al CNU individual del afiliado (ecuación (9)) más la suma del CNU de cada hijo (ecuación (15)):

$$cnu \text{ total} = cnu_i + \sum_{j=1}^J cnu_j^s \quad (16)$$

¹¹ Corresponde a la fórmula letra e) Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión, del punto 2, del Libro III del Compendio de normas del Sistema de Pensiones.

¹² Corresponde a la fórmula letra g) Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión, del punto 2, del Libro III del Compendio de normas del Sistema de Pensiones.

Pensión de sobrevivencia

En el caso en el que el afiliado fallezca, también es posible calcular el CNU total de los beneficiarios de pensión de sobrevivencia que pertenecen a este grupo familiar. A continuación, se listan las configuraciones familiares que se pueden especificar con los módulos existentes para sobrevivencia.

Cónyuge sin hijos con derecho a pensión

$$cnu \text{ cónyuge} = 0,6 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y+t}}{l_y(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \right] \quad (17)$$

Cónyuge con hijos con derecho a pensión¹³

$$cnu \text{ cónyuge} = 0,5 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y+t}}{l_y(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \right] + 0,1 \left[\sum_{t=0}^w \frac{l_{y'+t}}{l_y(1+i_{y'-y+t})^{y'-y+t}} \right] - 0,1 \left[\frac{11 l_{y'}}{24 l_y} \frac{1}{(1+i_{y'-y})^{y'-y}} \right] \quad (18)$$

Donde w representa el fin de la tabla de mortalidad, y' la edad del cónyuge, $y' = y + z - h_m$, $z = 24$ y h_m la edad del hijo menor.

Hijos no inválidos y causante con cónyuge¹⁴

$$cnu \text{ hijo}_j = 0,15 \left[\sum_{t=0}^{23-h_j} \frac{l_{h_j+t}}{l_{h_j}(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \left(1 - \frac{l_{24}}{l_{h_j}(1+i_{24-h_j})^{24-h_j}} \right) \right] \quad (19)$$

Donde h_j es la edad del hijo j .

Hijos no inválidos y causante sin cónyuge¹⁵

$$cnu \text{ hijo}_j = \left(0,15 + \frac{0,5}{J} \right) \left[\sum_{t=0}^{23-h_j} \frac{l_{h_j+t}}{l_{h_j}(1+i_t)^t} - \frac{11}{24} \left(1 - \frac{l_{24}}{l_{h_j}(1+i_{24-h_j})^{24-h_j}} \right) \right] \quad (20)$$

Donde h_j es la edad del hijo j y J es en número de hijos.

¹³ Corresponde a la fórmula letra b) Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión, del punto 1, del Libro III del Compendio de normas del Sistema de Pensiones.

¹⁴ Corresponde a la fórmula letra d) Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión, del punto 1, del Libro III del Compendio de normas del Sistema de Pensiones.

¹⁵ Corresponde a la fórmula letra f) Cónyuge con hijos no inválidos con derecho a pensión, del punto 1, del Libro III del Compendio de normas del Sistema de Pensiones.

VI. Actualización del Módulo CNU: Principales características y comandos nuevos

La presente actualización conserva todas las funciones del módulo original, y añade los cálculos mencionados en el apartado anterior.

A modo de resumen, el cuadro 6 expone cuáles son las principales diferencias y similitudes entre el módulo CNU original y su actualización.

Cuadro 6: Principales diferencias y similitudes entre el módulo CNU original y su versión actualizada

Criterio	Módulo CNU original	Actualización
Utilizar vectores predefinidos por el usuario	✓	✓
Acceder a las tablas de mortalidad oficiales	✓	✓
Utilizar tablas predefinidas por el usuario	✓	✓
Asignar tablas de mortalidad según la tabla vigente en la fecha de siniestro especificada	✓	✓
Cálculos vectoriales y escalares del CNU	✓	✓
Acceder a vectores de tasas	✓	✓
Conversión de tablas de mortalidad desde Excel		✓
Cálculo para tablas de mortalidad 2020		✓
Vigencia de tablas definida por el usuario		✓
Cálculo de ecuaciones (10)-(12), (14)-(17)		✓

En general, con el objetivo de no reemplazar las funcionalidades del módulo original, la mayoría de ellas se ha renombrado para esta actualización. El

Cuadro 7 resume los cambios realizados.

Una mejora importante del nuevo módulo es la creación de los comandos ***cnu_vi_total_e*** (escalar) y ***cnu_vi_total*** (vectorial). A través de estos comandos se pueden realizar todos los cálculos de CNU que el módulo permite. Estos comandos entregan el CNU de cada integrante del grupo familiar ingresado, además de CNU total (la suma de los valores anteriores). La sintaxis de estos comandos es más simple que en la versión anterior del módulo, de forma de facilitar su uso.

Cuadro 7: Nombre de los nuevos comandos

Modalidad	Criterio	Comando escalar	Comando vectorial
Vejez o invalidez	CNU total	<code>cnu_vi_total_e</code>	<code>cnu_vi_total</code>
	Afiliado soltero	<code>cnu_vi_e</code> (ex <code>cnu_afili</code>)	<code>cnu_vi</code> (ex <code>cnu_afil</code>)
	Hijos sin cónyuge	<code>cnu_vi_hijos_sc_e</code>	<code>cnu_vi_hijos_sc</code>
	Hijos con cónyuge	<code>cnu_vi_hijos_cc_e</code>	<code>cnu_vi_hijos_cc</code>
	Cónyuge sin hijos	<code>cnu_vi_cony_sh_e</code> (ex <code>cnu_cnyg_s_hi</code>)	<code>cnu_vi_cony_sh</code> (ex <code>cnu_cnyg_s_h</code>)
	Cónyuge con hijos	<code>cnu_vi_cony_ch_e</code>	<code>cnu_vi_cony_ch</code>
Sobrevivencia	CNU total	<code>cnu_sob_total_e</code>	<code>cnu_sob_total</code>
	Hijos sin cónyuge	<code>cnu_sob_hijos_sc_e</code>	<code>cnu_sob_hijos_sc</code>
	Hijos con cónyuge	<code>cnu_sob_hijos_cc_e</code>	<code>cnu_sob_hijos_cc</code>
	Cónyuge con hijos	<code>cnu_sob_cony_ch_e</code>	<code>cnu_sob_cony_ch</code>
	Cónyuge sin hijos	<code>cnu_sob_cony_sh_e</code> (ex <code>cnu_sobr_cnyg_s_hi</code>)	<code>cnu_sob_cony_sh</code> (ex <code>cnu_sobr_cnyg_s_h</code>)

Adicionalmente, se dejan disponibles los comandos que permiten calcular el CNU de un beneficiario en particular (aunque se recomienda no usar estos comandos, sino **`cnu_vi_total_e`** y **`cnu_vi_total`**). Para ello, se renombraron los comandos ya existentes y se usaron sufijos para la clasificación de los comandos por tipo de pensión, beneficiario, y si posee hijos o no. En este sentido, “sob” hace referencia a sobrevivencia, “vi” a vejez e invalidez, “sh” sin hijos, y “ch” con hijos. Para más información sobre cada comando y sus opciones, puede consultar el anexo de esta nota técnica, que contiene el archivo *help* de Stata que explica el uso del presente módulo¹⁶.

A continuación, se ejemplificará el uso de cada comando escalar, con la finalidad de exponer la lógica de funcionamiento.

¹⁶ Para acceder al archivo *help* del módulo CNU actualizado, se debe ingresar el comando “h cnu2” en Stata.

VII. Ejemplo de uso

En la presente sección, se expone cómo se usa cada comando escalar nuevo, y se explica la forma de obtener distintas combinaciones familiares utilizando el comando de CNU total.

En los ejemplos que ocupan valores por defectos, los resultados se obtienen al ejecutar el comando el año 2024 (por defecto se usa la fecha de ejecución para determinar el año actual).

Pensión de vejez

CNU Total para un afiliado con cónyuge (cnu_vi_total_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliado mujer de 60 años.
- Cónyuge hombre de 65 años de edad (conyuge(65 M)).
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla RV2020 para la afiliada (tablacot(rv2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para el cónyuge (tablacony(cb2020))

```
cnu_vi_total_e 60 F, conyuge(65 M) rp(0.03) agnoactual(2024)
tablacot(rv2020) tablacony(cb2020)
```

```
CNU afiliada 19.702604
CNU cónyuge 0.633946
CNU Total 20.336550
CNU para afiliada con cónyuge.
```

Aprovechando los valores por defectos, lo anterior equivale a:

```
cnu_vi_total_e 60 F, conyuge(65 M) rp(0.03)
```

CNU Total para afiliado con cónyuge e hijos no inválidos con derecho a pensión (cnu_vi_total_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliado mujer de 60 años de edad.
- Cónyuge hombre de 65 años de edad (cónyuge(65 M)).
- Hijo hombre de 3 años e hija mujer de 5 (hijos(5 F 3 M)).
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla RV2020 para la afiliada (tablacot(rv2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para el cónyuge (tablacony(cb2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para hijos y B2020 para hijas (tablahim(cb2020) y tablahif(b2020))

```
cnu_vi_total_e 60 F, conyuge(65 M) hijos(5 F 3 M) rp(0.03)
agnoactual(2024) tablacot(rv2020) tablacony(cb2020)
tablahif(b2020) tablahim(cb2020)
```

```
CNU hija 1 0.079580
CNU hijo 2 0.102014
CNU afiliada 19.702604
CNU cónyuge 0.583332
CNU Total 20.467530
CNU para afiliada con cónyuge e hijas/os.
```

Aprovechando los valores por defectos, lo anterior equivale a:

```
cnu_vi_total_e 60 F, conyuge(65 M) hijos(5 F 3 M) rp(0.03)
```

CNU Total para afiliado sin cónyuge con derecho a pensión, e hijos no inválidos con derecho a pensión (cnu_vi_total_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliado mujer de 60 años de edad.
- Hijo hombre de 3 años e hija mujer de 5 (hijos(5 F 3 M)).
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla RV2020 para la afiliada (tablacot(rv2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para hijos y B2020 para hijas (tablahim(cb2020) y tablahif(b2020))

```
cnu_vi_total_e 60 F, hijos(5 F 3 M) rp(0.03) agnoactual(2024)
tablacot(rv2020) tablahif(b2020) tablahim(cb2020)
```

```
CNU hija 1 0.212213
CNU hijo 2 0.272039
CNU afiliada 19.702604
CNU Total 20.186856
CNU para afiliada sin cónyuge con hijas/os.
```

Aprovechando los valores por defectos, lo anterior equivale a:

```
cnu_vi_total_e 60 F, hijos(5 F 3 M) rp(0.03)
```

CNU para cónyuge con hijos no inválidos (cnu_vi_cony_ch_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliado mujer (cotmuj(1)), de 60 años de edad.
- Cónyuge hombre (conymuj(0)) de 65 años de edad.
- Hijo menor de 3 años.
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))

- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla RV2020 para la afiliada (tablacot(rv2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para el cónyuge (tablacony(cb2020))

```
cnu_vi_cony_ch_e 60 65 3, cotmuj(1) conymuj(0) rp(0.03)
agnoactual(2024) tablacot(rv2020) tablacony(cb2020)
```

0.583332

CNU para hijo no inválido y causante con cónyuge (cnu_vi_hijos_cc_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliado mujer (cotmuj(1)), de 60 años de edad.
- Hija mujer (himuj(1)) de 5 años de edad.
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla RV2020 para la afiliada (tablacot(rv2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para hija (tablahij(b2020))

```
cnu_vi_hijos_cc_e 60 5, cotmuj(1) himuj(1) rp(0.03)
agnoactual(2024) tablacot(rv2020) tablahij(b2020)
```

0.0795580

CNU para hijos no inválidos y causante sin cónyuge (cnu_vi_hijos_sc_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliado mujer (cotmuj(1)), de 60 años de edad.
- Hija mujer (himuj(1)) de 5 años de edad.
- Grupo compuesto por 2 hijos.
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla RV2020 para la afiliada (tablacot(rv2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para la hija (tablahij(b2020))

```
cnu_vi_hijos_sc_e 60 5 2, cotmuj(1) himuj(1) rp(0.03)
agnoactual(2024) tablacot(rv2020) tablahij(b2020)
```

0.212213

Pensión de invalidez

Para calcular en CNU de afiliados pensionados por invalidez, se debe especificar la tabla de mortalidad de invalidez, o bien, indicar que el tipo de pensión es invalidez y la fecha del siniestro.

CNU Total para afiliado con dictamen de invalidez, con cónyuge e hijos no inválidos con derecho a pensión (cnu_vi_total_e)

Parámetros utilizados:

- Afiliada mujer de 60 años de edad con dictamen de invalidez.
- Cónyuge hombre de 65 años de edad (cónyuge(65 M)).
- Hijo hombre de 3 años e hija mujer de 5 (hijos(5 F 3 M)).
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Fecha de pensión 01-07-2024 (fsiniestro())
- Utilizando la tabla MI2020 para la afiliada (tablacot(mi2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para el cónyuge (tablacony(cb2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para hijos y B2020 para hijas (tablahim(cb2020) y tablahif(b2020))

```
cnu_vi_total_e 60 F, conyuge(65 M) hijos(5 F 3 M) rp(0.03)  
tablacot(mi2020)
```

```
CNU hija 1    0.310122  
CNU hijo 2    0.369075  
CNU afiliada  16.279640  
CNU cónyuge   1.553714  
CNU Total    18.512550  
CNU para afiliada con cónyuge e hijas/os.
```

Equivalentemente,

```
cnu_vi_total_e 60 F, conyuge(65 M) hijos(5 F 3 M) rp(0.03)  
tipo(invalidez) fsiniestro(20240701)
```

```
CNU hija 1    0.310122  
CNU hijo 2    0.369075  
CNU afiliada  16.279640  
CNU cónyuge   1.553714  
CNU Total    18.512550  
CNU para afiliada con cónyuge e hijas/os.
```

Pensión de sobrevivencia

CNU total para cónyuge (cnu_sob_total_e)

Parámetros utilizados:

- Cónyuge hombre de 65 años.
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla CB2020 para el cónyuge (tablacony(cb2020))

```
cnu_sob_total_e 65 M, rp(0.03) agnoactual(2024)  
tablacony(cb2020)
```

```
CNU Total 9.220069  
CNU de sobrevivencia para cónyuge sin hijos.
```

Aprovechando los valores por defectos, lo anterior equivale a:

```
cnu_sob_total_e 65 M, rp(0.03)
```

CNU total para cónyuge con hijos con derecho a pensión (cnu_sob_total_e)

Parámetros utilizados:

- Cónyuge hombre de 65 años.
- Hijo hombre de 3 años e hija mujer de 5 (hijos(5 F 3 M)).
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla CB2020 para el cónyuge (tablacony(cb2020))
- Utilizando la tabla CB2020 para hijos y B2020 para hijas (tablahim(cb2020) y tablahif(b2020))

```
cnu_sob_total_e 65 M, hijos(5 F 3 M) rp(0.03) agnoactual(2024)  
tablacony(cb2020) tablahim(cb2020) tablahif(b2020)
```

```
CNU hija 1 2.181210  
CNU hijo 2 2.346073  
CNU cónyuge 7.879290  
CNU Total 12.406665  
CNU para cónyuge con hijas/os.
```

Aprovechando los valores por defectos, lo anterior equivale a:

```
cnu_sob_total_e 65 M, hijos(5 F 3 M) rp(0.03)
```

CNU total para hijos no inválidos y causante sin cónyuge (cnu_sob_total_e)

Parámetros utilizados:

- Hijo hombre de 3 años e hija mujer de 5 (hijos(5 F 3 M)).
- Retiro programado con una tasa de interés del 3% (rp(0.03))
- Fecha de cálculo para el año 2024 (agnoactual(2024))
- Utilizando la tabla CB2020 para hijos y B2020 para hijas (tablahim(cb2020) y tablahif(b2020))

```
cnu_sob_total_e . ., hijos(5 F 3 M) rp(0.03) agnoactual(2024)
tablahim(cb2020) tablahif(b2020)
```

```
CNU hija 1    5.816649
CNU hijo 2    6.256352
CNU Total    12.073001
CNU de sobrevivencia para hijas/os sin cónyuge.
```

Aprovechando los valores por defectos, lo anterior equivale a:

```
cnu_sob_total_e . ., hijos(5 F 3 M) rp(0.03)
```

Características adicionales

Vigencia de tablas definida por el usuario

Si un afiliado decide pensionarse durante el periodo de vigencia de una tabla de mortalidad en particular¹⁷, el cálculo de su CNU debería ser realizado empleando las probabilidades contenidas en esa tabla. Lo anterior, es equivalente a afirmar que la fecha en la que un afiliado se pensiona (llamada fecha de siniestro), determina la tabla de mortalidad que se debe emplear.

Tanto el módulo CNU original como su actualización, ofrecen la posibilidad de que el usuario ingrese dicha fecha de siniestro para que el programa automáticamente determine cuál es la tabla apropiada, o que el usuario fije una tabla particular que podría no coincidir con la tabla correcta. A modo de ejemplo, si deseamos calcular el CNU de un afiliado de 60 años que se jubila el año 2024, con las tablas de mortalidad 2014, deberíamos ejecutar el siguiente comando:

```
cnu_vi_total_e 65 M, agnoactual(2024) tablacot(cb2014)
```

```
CNU para afiliado soltero 13.773707
```

Como se puede constatar, puesto que especificamos la tabla de mortalidad, el módulo la seleccionó a pesar de que no es la tabla vigente¹⁸ al año 2024. En cambio, como se muestra a continuación, si definimos la fecha de siniestro, el módulo elige la tabla vigente a esa fecha:

```
cnu_vi_total_e 65 M, agnoactual(2024) fsiniestro(20240701)
```

```
CNU para afiliado soltero 13.968695
```

Si lo anterior se ejecuta el año 2024, aprovechando el uso de valores por defecto, se pueden omitir las opciones:

```
cnu_vi_total_e 65 M
```

```
CNU para afiliado soltero 13.968695
```

Si bien ambos módulos proveen esta funcionalidad, en la presente actualización se incorporó la opción de editar la fecha de vigencia de cada tabla. Con el fin de llevar a cabo dicha edición, el usuario debe modificar el archivo “config.txt” presente en la carpeta que contiene el módulo, cuya lógica de funcionamiento es la siguiente:

¹⁷ Para más información sobre la vigencia de las tablas de mortalidad, consultar <https://www.spensiones.cl/portal/compendio/596/w3-propertyvalue-3483.html>.

¹⁸ Este cómputo es considerado un recálculo.

- La primera columna antes de la coma debe contener el nombre de la tabla, en el caso de nuestro ejemplo, “cb2020”.
- La segunda columna después de la coma contiene dos fechas separadas por el carácter “|”. La primera fecha es el inicio de la vigencia de la tabla, y la segunda es el fin de la vigencia de la tabla. En caso de que la tabla aún siga vigente, el carácter después de “|” debe ser un asterisco. En caso de que no exista una tabla vigente antes de una tabla en particular, el carácter antes de “|” debe ser un asterisco.
- Luego, después del signo “#” existen dos textos separados por el carácter “-”. El primero, describe si la tabla de mortalidad es para hombres o mujeres, con los caracteres “M” o “F”, respectivamente. Por otra parte, la segunda cadena indica el tipo de tabla, cuyos valores pueden ser invalidez, beneficiario, o vejez.

Para ejemplificar lo anterior, se muestra un extracto del contenido “config.txt”, describiendo el significado de algunos casos relevantes:

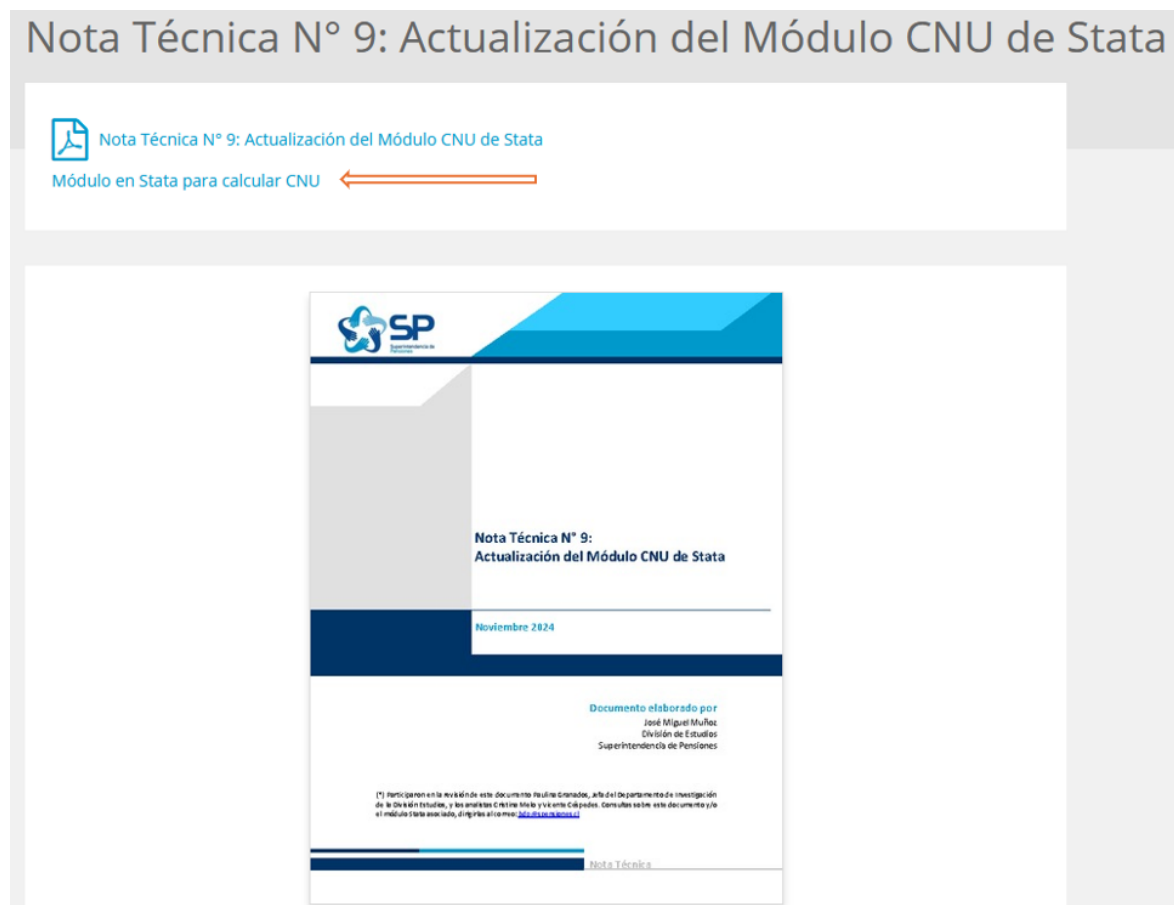
Cuadro 8: Sintaxis del archivo “config.txt”

Código	Descripción
mi1985,*|20080131#F-invalidez	La vigencia de la tabla mi1985 de invalidez para mujeres, es cualquier fecha anterior o igual a 31-01-2008.
b2006,20080201|20160630#M-beneficiario	La vigencia de la tabla para beneficiarios hombres, llamada b2006, está entre 01-02-2008 y 30-06-2016.
rv2020,20230701|*#F-vejez	La tabla de vejez rv2020 para mujeres, inicia su vigencia desde 01-07-2023, hasta hoy.

El Cuadro 8 presenta las tres combinaciones posibles para la vigencia de la tabla. En la primera fila se describe el caso en el que no hay inicio de vigencia. En la segunda fila se detalla la situación en la que existen límites superiores e inferiores. Y finalmente, en la tercera fila se muestra una tabla que no tiene una fecha de término de vigencia.

VIII. Instalación del módulo

Para instalar el módulo CNU, se debe descargar el archivo “Módulo en Stata para calcular CNU” (modulo_cnu_stata.zip), disponible en la misma ruta donde se encuentra publicada esta Nota Técnica, como se señala en la imagen siguiente:



Luego, en Stata se debe ejecutar el siguiente comando: (en el ejemplo, se descomprime el archivo en la carpeta “c:\descargas”, ruta que debe ser modificada según sea el caso de cada usuario) .

```
net from "c:\descargas\modulo_cnu_stata"  
  
net set ado PLUS  
  
net install cnu2
```

División de Estudios

