

Apuntes Cartográficos:  
Sistemas de coordenadas  
Universal Transversal  
Mercator y Gauss Krüger  
Cátedra CARTOGRAFÍA FHCS-UNPSJB (Sede Trelew)

2017

Compilador: Walter C. Lienqueo



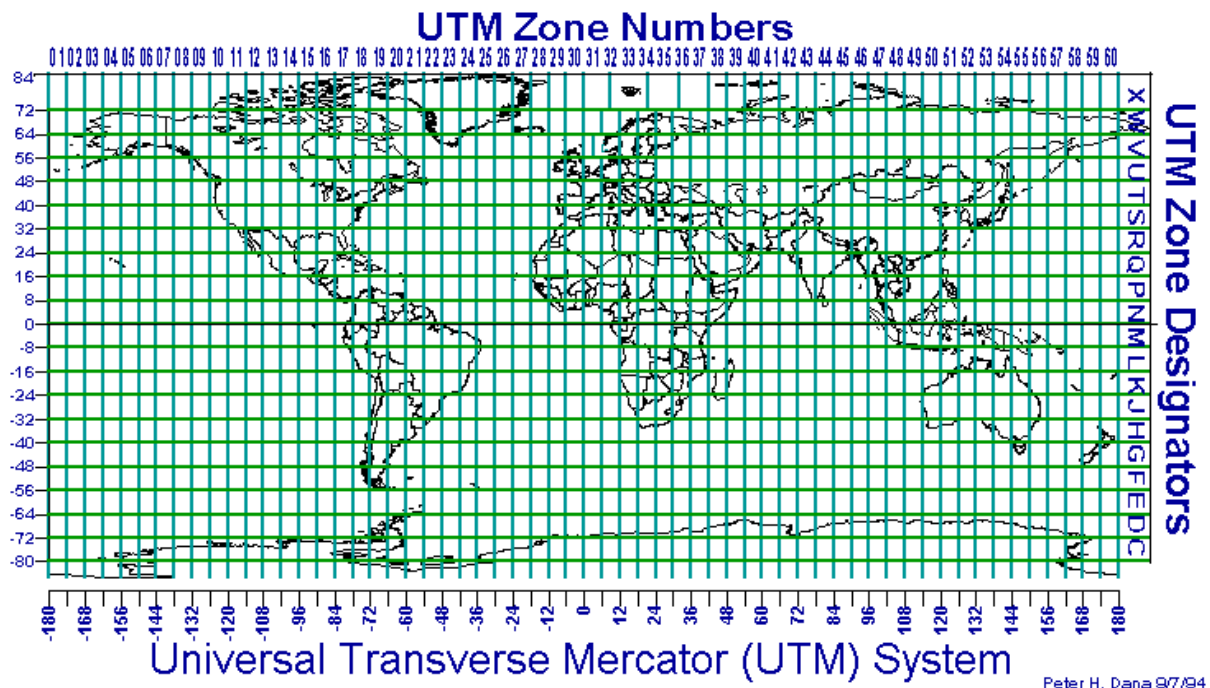


## CARACTERÍSTICAS DE LAS COORDENADAS UTM Y DESCRIPCIÓN DE ESTE TIPO DE COORDENADAS

A continuación observarán una representación de las 60 zonas UTM de la Tierra. Es importante destacar aquí que a las zonas, también pueden denominarse “husos”. Por lo que podemos decir que la Tierra esta dividida en 60 husos, y hablar del huso 30, del huso 31, y así sucesivamente.

Cada zona UTM está dividida en 20 bandas (desde la C hasta la X). Las bandas C a M están en el hemisferio sur. Las bandas N a X están en el hemisferio norte. Una regla útil es acordarse de que cualquier banda que esté por encima de N (de norte) está en el hemisferio norte.

Las primeras 19 bandas (C a W) están separadas o tienen una altura de 8° cada una. La banda 20 o X tiene una altura de 12°

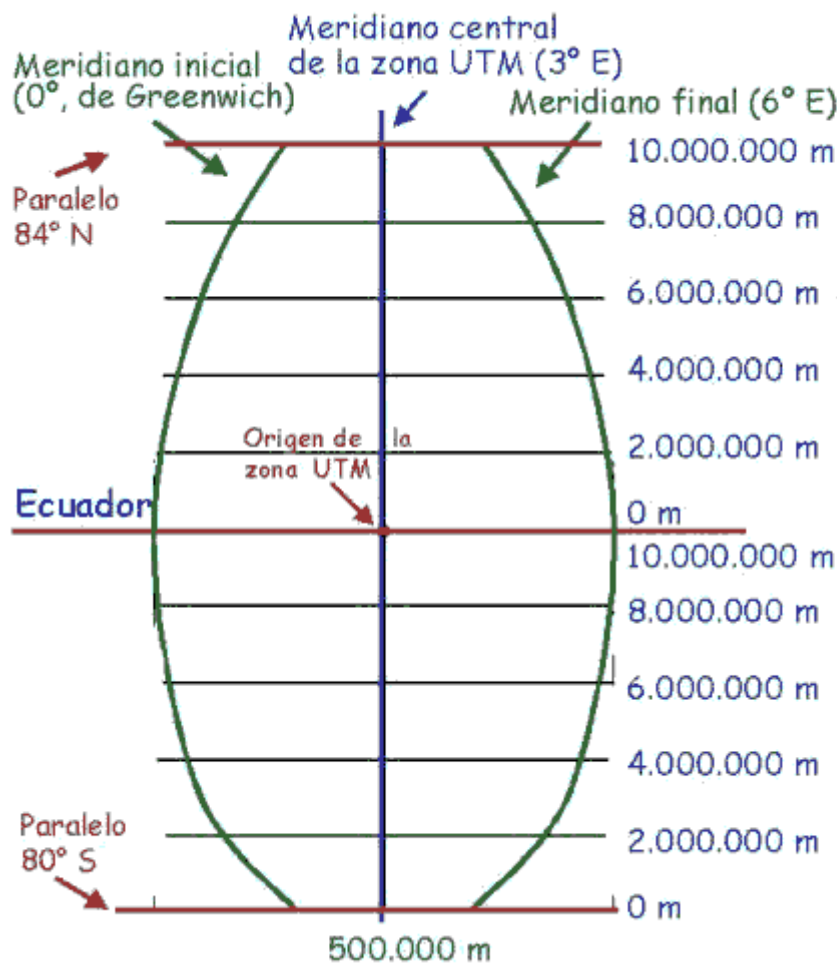


Por definición, cada zona UTM tiene como bordes o tiene como límites dos meridianos separados por 6°.

Esto crea una relación entre las coordenadas geodésicas angulares tradicionales (longitud y latitud medida en grados) y las rectangulares UTM (medidas en metros).

La línea central de una zona UTM siempre se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional, al que se llama MERIDIANO CENTRAL. Este meridiano central define el origen de la zona UTM.

El siguiente esquema muestra esta relación. Cabe aclarar que no está dibujado a escala. La altura de una zona UTM es 20 veces la distancia cubierta por la escala horizontal. Se ha dibujado así por simples razones de espacio.



### Características de la zona UTM 31

- Los límites de una zona UTM coinciden con dos meridianos separados  $6^\circ$ .
- El centro de la zona coincide con un meridiano, el meridiano central, que señala al norte.
- El origen de la coordenada UTM es la intersección del meridiano central con el ecuador. A este Origen se le da un valor relativo 0 km Norte, 500 km Este para el hemisferio norte, y 10.000 km norte y 500 km Este para el hemisferio sur. Así no hay números negativos.
- Las zonas UTM se extienden desde el paralelo  $84^\circ$  N hasta el  $80^\circ$  S. Hay 60 zonas UTM, con  $6^\circ$  cada una, que completan los  $360^\circ$  de la Tierra.
- Las zonas UTM se estrechan y sus áreas son menores conforme nos acercamos a los polos.

Por lo tanto, los límites este-oeste de una zona UTM está comprendida en una región que está  $3^\circ$  al Oeste y  $3^\circ$  al Este de este meridiano central. Los meridianos centrales están también separados por  $6^\circ$  de longitud.

Los límites Norte-Sur de una zona UTM es aquella comprendida entre la latitud  $84^\circ$  N, y la latitud  $80^\circ$  S. El resto de las zonas de la Tierra ( las zonas polares) están abarcadas por las coordenadas UPS (Universal Polar Stereographic).

Cuando se considera la orientación norte-sur, una línea de una zona UTM coincide con los meridianos de las coordenadas angulares SÓLO en el meridiano central.

En el resto de la zona no coinciden las líneas de la zona UTM con los meridianos. Estas diferencias se acentúan en los extremos derecho e izquierdo de la zona UTM, y se hacen mayores conforme nos alejamos del meridiano central.

Por esta razón, en una zona UTM, la ÚNICA línea que señala al verdadero norte es aquella que coincide con el meridiano central. Las demás líneas de en dirección norte-sur se desvían de la dirección del polo norte verdadero. Los mapas topográficos de cierta calidad suelen incluir esta información referenciándola con el centro del mapa. La declinación en el hemisferio norte es Oeste cuando el valor de Easting es inferior a 500.000 metros, y es Este cuando es mayor de 500.000 metros.

Puesto que un sistema de coordenadas rectangulares como el sistema UTM no es capaz de representar una superficie curva, existe cierta distorsión. Considerando las 60 zonas UTM por separado, esta distorsión es inferior al 0,04%.

Cuando se considera la orientación este-oeste, sucede un fenómeno parecido. Una línea UTM coincide con una sola línea de latitud: la correspondiente al Ecuador. Las líneas de la zona UTM se curvan hacia abajo conforme nos movemos al norte y nos alejamos del



meridiano central, y "NO coinciden" con las líneas de los paralelos. Esto se debe a que las líneas de latitud son paralelas al Ecuador en una superficie curva, pero las líneas horizontales UTM son paralelas al Ecuador en una superficie plana.

Una zona UTM siempre comprende una región cuya distancia horizontal al Este (Easting) es siempre inferior a 1.000.000 metros (de hecho, la "anchura" máxima de una zona UTM tiene lugar en el Ecuador y corresponde aproximadamente a 668 km. Por eso siempre se usa un valor de Easting de no más de 6 dígitos cuando se expresa en metros.

Para cada hemisferio, una zona UTM siempre comprende una región cuya distancia vertical (Northing) es inferior a 10.000.000 metros (realmente algo más de 9.329.000 metros en la latitud 84° N). Por eso siempre se usa un valor de Northing de no más de 7 dígitos cuando se expresa en metros.

Por esta razón siempre se suele usar un dígito más para expresar la distancia al norte (Northing) que la distancia al este (Easting).

Por convenio, se considera EL ORIGEN de una zona UTM al punto donde se cruzan el meridiano central de la zona con el Ecuador. A este origen se le define: con un valor de 500 km ESTE, y 0 km norte cuando consideramos el hemisferio norte. Con un valor de 500 km ESTE y 10.000 km norte cuando consideramos el hemisferio sur.

Ojo. Esto significa que los extremos izquierdo y derecho de la zona UTM no corresponden nunca a las distancias 0 y 1000 km, respectivamente. Eso es así porque la zona UTM nunca tiene un ancho de 10.000 km. Recordar que 6° de longitud equivalen a una distancia aproximada de 668 km en el Ecuador, y se hace menor conforme aumenta la latitud hacia ambos polos (de hecho, en los polos, el valor de longitud de los meridianos es cero), porque la Tierra (esquemáticamente), es casi una esfera.

Al dar al origen (punto medio de la zona) un valor de 500 km, decimos que estamos dando un FALSO ORIGEN, y además, UN FALSO EASTING y un FALSO NORTHING. Se pretende de esta forma que nunca se usen valores negativos.

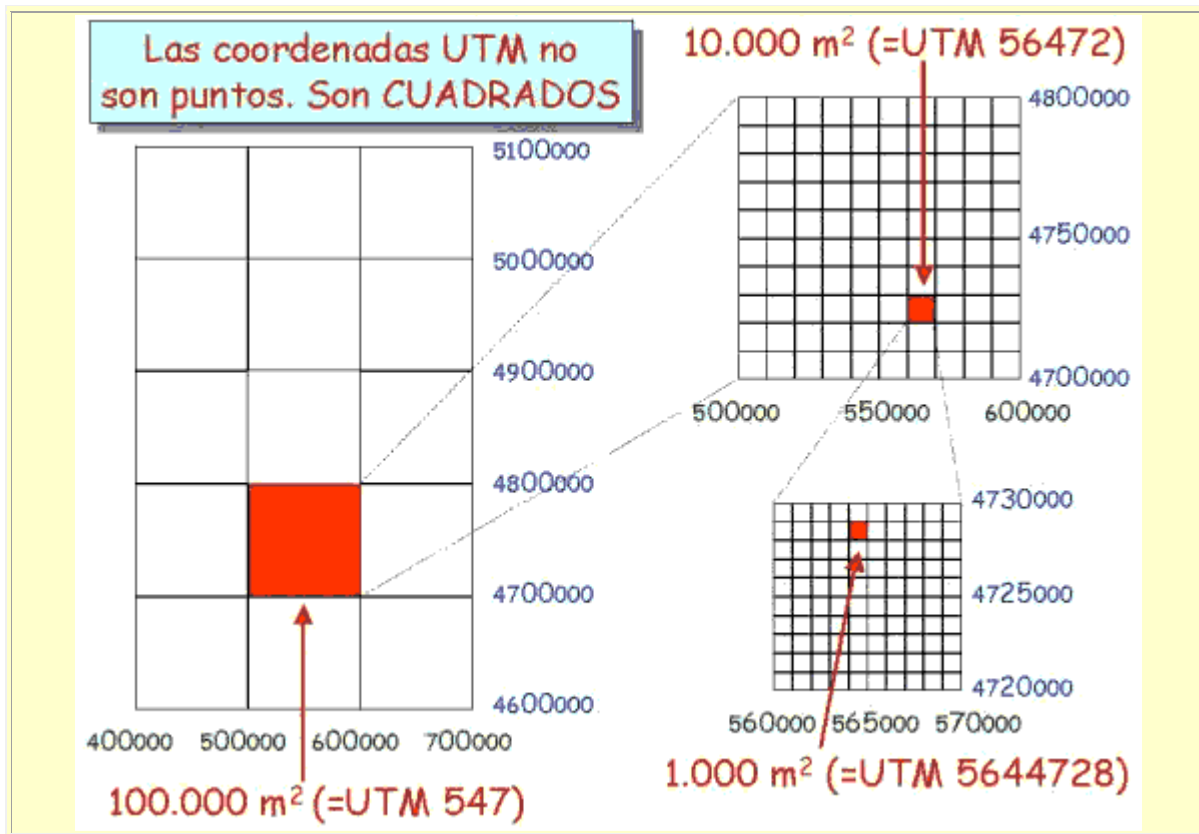
Las coordenadas UTM no corresponden a un punto, sino a un cuadrado.

Siempre tendemos a pensar que el valor de una coordenada UTM corresponde a un punto determinado o a una situación geográfica discreta.

Esto no es verdad. Una coordenada UTM siempre corresponde a un área cuadrada cuyo lado depende del grado de resolución de la coordenada.

Cualquier punto comprendido dentro de este cuadrado tiene el mismo valor de coordenada UTM.

El valor de referencia definido por la coordenada UTM no está localizado en el centro del cuadrado, sino en la esquina inferior IZQUIERDA de dicho cuadrado. Vamos a un ejemplo:



UNA ZONA UTM, SIEMPRE SE LEE DE IZQUIERDA A DERECHA (para dar el valor del Easting), Y DE ARRIBA HACIA ABAJO (para dar el valor del Northing). Esto quiere decir que el valor del Easting corresponde a la distancia hacia el Este desde la esquina inferior izquierda de la cuadrícula UTM.

Que el valor de Northing siempre es la distancia hacia el norte al Ecuador (en el hemisferio norte).

Mientras mayor sea el número de dígitos que usemos en las coordenadas, menor sea el área representada.

Normalmente, el área que registran los GPS coincide con el valor de un metro cuadrado, ya que usan 6 dígitos para el valor de Easting y 7 dígitos para el Northing. Otro ejemplo. Aquí podrán ver a una coordenada UTM con una baja resolución (comprende un cuadrado con 1000 metros de lado). El primer valor (30S) nos indica la zona y la banda en la que estamos. Como tiene una letra superior a M, nos indica que estamos hablando de una zona en el hemisferio norte.

Los siguientes dígitos corresponden a las coordenadas en sí. La distancia del Easting (falso este) siempre ocupa un dígito menos que el de Northing (falso norte). Como esta coordenada tiene 7 dígitos, el Easting ocupa los 3 primeros valores, y el Northing los 4 últimos.

Por definición, el valor de Easting del punto central (que coincide con el meridiano central) de la retícula UTM es siempre de 500 km. Cualquier punto a la izquierda de éste meridiano central tendrá un valor inferior a 500, como es este caso (345). Cualquier punto situado a la derecha del meridiano central tendrá un valor superior a 500. Por tanto, estamos alejados a 155 km (500-345) del meridiano central. También podemos decir que estamos alejados 345 km hacia el Este desde el margen izquierdo de la zona UTM.

Los 4 últimos dígitos nos indican que estamos alejados 4196 km al norte del Ecuador.

Recordar que esta coordenada señala un cuadrado de 1.000 km<sup>2</sup>.



### EJEMPLO DE VALOR DE COORDENADA UTM CON UNA RESOLUCIÓN DE 1000 METROS

La zona 30 se expande desde 6°W a 0° (meridiano de Greenwich), con el meridiano 3° en el centro. Este valor debe obtenerse observando un mapa.

**Número de zona UTM**

30S

**Letra de Banda de latitud UTM**

La región "S" se expande desde 32°N a 40°N (se obtiene del mapa). A efectos prácticos sirve para indicar rápidamente en qué hemisferio estamos, ya que por encima de "M" estamos en el norte

Aquí se ha usado 3 dígitos que indica que este cuadrado de 1000 metros de lado (no punto) está a 155 km al Oeste (500-345) del meridiano central de la zona. Ver texto para mayor explicación.

**Distancia hacia el ESTE**

3454196

**Distancia hacia el NORTE**

Aquí se ha usado 4 dígitos (siempre un dígito más que la distancia que señala al Este), e indica que este "cuadrado" (no punto) está a 4196 km al Norte del Ecuador.

En la siguiente tabla verán la misma coordenada UTM con diferentes resoluciones, que oscilan desde áreas cuadradas que sólo tienen 1 metro de lado hasta aquella que tiene 100.000 metros.

No hay límite de resolución en una coordenada UTM. Se pueden definir áreas cuyos lados sean centímetros, milímetros, etc.

COORDENADAS UTM: LA RESOLUCIÓN DETERMINA EL NÚMERO DE DÍGITOS.						
Coordenadas UTM	Zona y banda	Metros al Este	Metros al Norte	Resolución		
30S 3546784891567	30 S	354678	4891567	1 metro		
30S 35467489156	30 S	354670	4891560	10 m		
30S 354648915	30 S	354600	4891500	100 m		
30S 3544891	30 S	354000	4891000	1000 m		
30S 35489	30 S	350000	4890000	10.000 m		
30S 348	30 S	300000	4800000	100.000 m		



**Finalmente en el caso de mapas topográficos actuales:**

Incluyen una cuadrícula con los ejes UTM, normalmente separados por un kilómetro.

Por ello no es necesario referenciar todos los dígitos, sino que se omiten los tres últimos (los que representan los metros, decámetros y hectómetros).

En este ejemplo, están referenciados los ejes 439 y 440 del Easting, y los ejes 4527 y 4528 del Northing.

La esquina del mapa no coincide con la cuadrícula, y por eso se referencia con las coordenadas UTM completas: 441260, 4529300.

Asimismo es costumbre representar los dígitos que indican los kilómetros y las decenas de kilómetros más grandes que los que indican las centenas de kilómetro y, en el caso Northing, las unidades de millón. (En el ejemplo, el 4 del Easting es más pequeño que el 39 y 40, y el 45 del Northing es más pequeño que el 27 y 28).





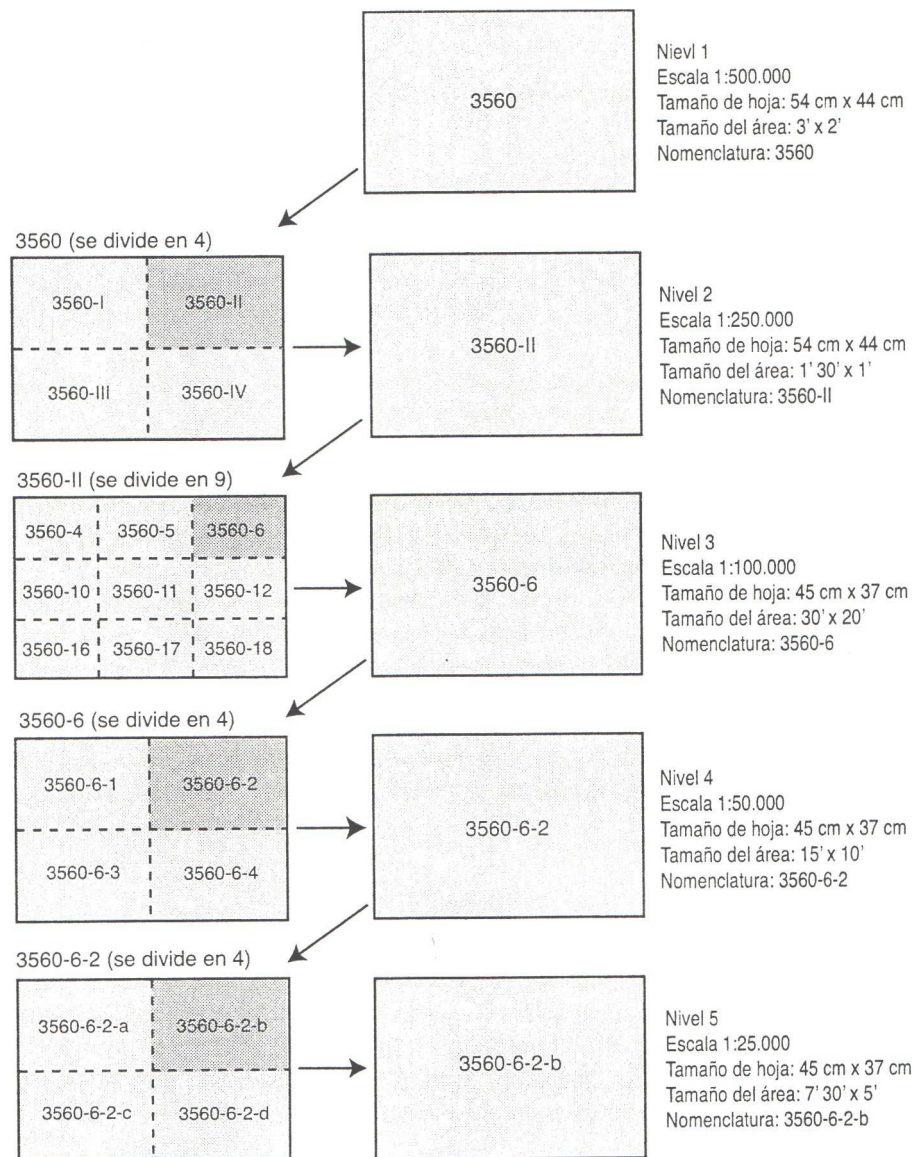
## CARACTERÍSTICAS DE LAS COORDENADAS GAUSS KRÜGER Y DESCRIPCIÓN DE ESTE TIPO DE COORDENADAS

Ustedes deben saber que el sistema de proyección cartográfica oficial de la República Argentina es la Proyección conforme Gauss Krüger. En ella el cilindro transverso se rota y se apoya sobre 7 meridianos de  $3^\circ$  de distancia entre ellos.

A través de este sistema, el país se divide en 7 fajas que corren de norte a sur, las cuales son numeradas consecutivamente de oeste a este de 1 a 7 y tienen como meridiano centrales (de apoyo) los de  $-72^\circ$ ,  $-69^\circ$ ,  $-66^\circ$ ,  $-63^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $-57^\circ$  y  $-54^\circ$  respectivamente ( como ya vimos en las primeras clases, recuerden siempre que los valores negativos se utilizan para identificar las coordenadas al sur del Ecuador y al oeste del meridiano de Greenwich).

A partir de estas fajas, con ancho de  $3^\circ$ , la cartografía oficial comienza la representación de nuestro país a la escala 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 y 1:25.000

En el siguiente esquema elaborado por Gustavo Buzai, podrán observar una explicación simplificada sobre este último aspecto.



Así:





Nivel 1: la carta 3560 a escala 1:500.000 se divide en cuatro sectores tomando como límite sus extremos, el paralelo central de  $-35^{\circ}$  y el meridiano central de  $-60^{\circ}$ . Forma cuatro cartas en escala 1: 250.000.

Nivel 2: la carta 3560-II en escala 1:250.000 se divide en nueve sectores tomando como límites sus extremos. La nomenclatura correspondiente a la división de 36 sectores de la carta 3560 numerados consecutivamente en el sentido de la filas. Aquí se encuentran los sectores 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17 y 18 que son las que surgen de la carta 3560-II.

Nivel 3: la carta 3560-6 en escala 1:100.000 se divide en cuatro sectores y genera un cambio de escala a 1:50.000.

Nivel 4: la carta 3560-6-2 en escala 1:50.000 se divide en cuatro sectores y genera un cambio de escala a 1:25.000.

Nivel 5: se presenta la carta 3560-6-2-b en escala 1:25.000.

Por ejemplo la provincia de Buenos Aires se encuentra contenida en las fajas 4, 5 y 6 con meridiano centrales  $-63^{\circ}$ ,  $-60^{\circ}$  y  $-57^{\circ}$ . Una buena forma de ejercitarse en este tema es identificando no solo provincias, sino localidades, de forma de incluir las distintas escalas de la proyección.

Respecto a las coordenadas que determina Gauss Krüger, este sistema contempla coordenadas planas en metros con las siguientes características:

- Posee ejes cartesianos como modo de representación de las coordenadas proyectados al plano generándose un X, Y Gauss Kruger.
- Eje X: Representa el eje NORTE de la proyección (al revés de los ejes cartesianos matemáticos), y su origen o valor 0 (cero) se encuentra en el Polo Sur (Latitud  $90^{\circ}$  Sur). De esta manera la coordenada X de un punto expresado en Gauss Kruger indicará siempre la cantidad de metros a que ese punto se encuentra del Polo Sur.
- Eje Y: Representa el eje ESTE de la proyección y su origen está dado por cada MCF. En él, el valor que adopta la coordenada Y es 500.000 (expresado en metros). Este valor arbitrario distinto de 0 (cero) se adoptó simplemente para evitar los valores negativos en las coordenadas.

#### Bibliografía de consulta para el presente Apunte:

- BUZAI, Gustavo (2008): "Sistemas de Información Geográfica y Cartografía Temática" Editorial Lugar. Bs. As, Argentina.
- Franco Antonio, Características de las coordenadas UTM y descripción de este tipo de coordenadas, 2000.(<http://www.elgps.com/documentos.html>)
- Documentos y Cartillas Cartográficas Instituto Geográfico Nacional.