

SEGOB

SECRETARÍA DE
GOBERNACIÓN



Coordinación Nacional de Protección Civil

Centro Nacional de Prevención de Desastres

Dirección de Investigación

Subdirección de Riesgos Sísmicos

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Investigación sobre peligro y riesgo sísmico de las regiones sismogénicas de la República Mexicana

**Subdirección de Riesgos Sísmicos
2017**

Elaboró: Juan Carlos Jiménez Velázquez

Investigación sobre peligro y riesgo sísmico de las regiones sismogénicas de la República Mexicana

INDICE

RESUMEN

2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1. Objetivo.....	4
3. RESULTADOS.....	4
3.1. Catálogo del Dr. Zúñiga vs catálogo del SSN.....	4
3.2. BAR.....	8
3.3. BB.....	11
3.4. BC1.....	13
3.5. BC2.....	16
3.6. GMX.....	18
3.7. IN1.....	20
3.8. IN2.....	23
3.9. IN3.....	26
3.10. MVB.....	28
3.11. NAM.....	31
3.12. RIV1.....	33
3.13. RIV2.....	35
3.14. SMO.....	38
3.15. SUB1.....	41
3.16. SUB2.....	43
3.17. SUB3.....	45
3.18. SUB4.....	48
4. CONCLUSIONES.....	51
5. REFERENCIAS.....	55

Investigación sobre peligro y riesgo sísmico de las regiones sismogénicas de la República Mexicana

RESUMEN

Con el propósito de encontrar parámetros confiables para la evaluación del peligro sísmico, que conforma la base de los cálculos del riesgo sísmico y por ende de las recomendaciones que se hacen en los manuales de construcción, se calcularon valores b de la relación Gutenberg-Richter. Los cálculos del valor b se hicieron para 17 regiones en que fue dividido México según la regionalización sismotectónica propuesta por Zúñiga et al. (1997). Se utilizó un catálogo sísmico de Geociencias de la UNAM, que corresponde a eventos que ocurrieron en México durante el periodo de 1899-2015 y otro catálogo sísmico proporcionado por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) que corresponde a eventos durante el periodo de 1900-Abril 2016.

De estos dos catálogos se realizó una comparación en la relación Gutenberg-Richter, el valor b , magnitud de completos, magnitud máxima esperada para 500 años y la probabilidad de ocurrencia también para 500 años. La metodología utilizada para obtener el valor b para cada región consistió primeramente en calcular la magnitud de completitud (M_c) con los métodos de máxima curvatura (MAXC) y posteriormente se calculó el valor b con el método de máxima verosimilitud. Se graficó el valor b y la magnitud de completos contra el tiempo para estudiar la variabilidad que este presentaba. La variabilidad se utilizó para conocer periodos de estabilización en el tiempo y poder tener más confianza en la evaluación de dicho valor.

1. INTRODUCCIÓN

La regionalización sísmica de México, realizada con fines de construcción antisísmica (Manual de diseño de obras civiles, 2008), dividen el territorio nacional en 18 regiones, basándose en las aceleraciones máximas esperadas en terrenos rocosos, donde se presentan los sismos de mayor magnitud y frecuencia en el territorio nacional desde el punto de vista sismotectónico. Zúñiga et al (1997) presentan una división realizada a partir de una compilación de catálogos con datos instrumentales e históricos. Las zonas propuestas se presentan como una herramienta de primer orden en la zonificación del peligro sísmico.

Las regiones que se asocian a la sismicidad generada en la interface de las placas Cocos-Norteamérica y Rivera-Norteamérica se les asignó la nomenclatura de SUB1, SUB2, SUB3 y SUB4, todas ellas con fallamiento predominantemente inverso y característico de zonas de subducción, por lo tanto son las zonas con mayor peligro sísmico. La continuación en profundidad de estas zonas con fallamiento normal se localiza en el interior de la placa subducida con la nomenclatura IN1, IN2 e IN3. Para la región de Baja California la región se divide en dos sectores; BC1 que define la parte continental de la península y BC2 que corresponde al sistema de fallamiento lateral y transforme con la interacción de las placas Pacífico y Norteamericana en el Golfo de California. Al sur de esta región se dividen dos sectores más que se refieren a la sismicidad asociada a la dorsal del Pacífico marcando el límite de la placas Pacífico y Rivera, RIV1 con mecanismos focales principalmente normales y RIV2 con mecanismos focales principalmente de rumbo.

Para el resto del territorio los sectores intraplaca se dividen en; MBV que corresponde a la provincia de la Faja Volcánica Transmexicana, donde se ha presentado un sismo de magnitud 7 en tiempos históricos y recientemente un sismo de magnitud 7.1, el 19 de septiembre de 2017 entre el estado de Morelos y Puebla, SMO corresponde a la Sierra Madre Occidental que es una región con baja productividad sísmica, BA corresponde a una zona en los estados de Chihuahua, Sonora y Durango donde se han presentado sismos históricos con magnitudes elevadas, podría corresponder a la continuación sur de la provincia Cuencas y Sierras. La región NAM tiene una actividad sísmica somera (< 20 km) y se localiza al sur de la FVTM con fallamiento predominantemente normal. La región GMX se encuentra en el Golfo de México donde los hipocentros tienen profundidades menores a los 15 km con mecanismos focales normales con una importante componente lateral. Finalmente el NE de México se engloba en la región BB y abarca los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Querétaro, la sismicidad es somera menor a 15 km, se observa una tendencia general de epicentros Norte-Sur (Zúñiga et al., 1997).

Tabla 1.1. Resumen de las principales características de las regiones sismogénicas de México (Zúñiga, 2017).

Nombre	Profundidad	Características
SUB1	Superficial (h <40 km)	Zona de eventos de subducción de acoplamiento intermedio. Zona de transición entre RIV-NOAM (Norte Convergencia de la Placa Americana) y la convergencia COC-NOAM.
SUB2	Superficial (h <40 km)	Fuerte zona de eventos de subducción de acoplamiento. Convergencia COC-NOAM.
SUB3	Superficial (h <40 km)	Fuerte zona de eventos de subducción de acoplamiento. Zona de transición, convergencia COC-NOAM.
SUB4	Superficial (h <40 km)	Fuerte zona de eventos de subducción de acoplamiento. Convergencia COC-Caribe.
IN1	profundidad intermedia (40 km ≤ h <180 km)	Zona de eventos intraplaca. Placa de COC Extensión en profundidad de la zona SUB2.
IN2	profundidad intermedia (40 km ≤ h <255 km)	Zona de eventos intraplaca. Zona de transición, placa de COC.
IN3	profundidad intermedia (40 km ≤ h <460 km)	Zona de eventos intraplaca (COC). Extensión en profundidad de la zona SUB4.
MVB	superficial (h <20 km)	Zona de eventos Intra-placa (NOAM cortical) en el centro de México. Tectónica del Cinturón Volcánico Mexicano provincia.
NAM	Superficial (h <20 km)	Intra-placa (NOAM cortical) zona de eventos, sureste de México. No relacionado con el régimen volcánico del MVB.
BC1	Superficie poco profunda (h <20 km)	Intra-placa (Pacífico cortical). Baja California oeste.
BC2	Superficie poco profunda (h <15 km)	Interplaca (Pacífico cortical NOAM). Región del este de Baja California-Mar de Cortés.
SMO	superficial (h <20 km)	Zona de eventos Intra-placa (NOAM cortical). Provincia tectónica de Sierra Madre.
BAR	Superficial (h <20 km)	Zona de eventos dentro de la placa (NOAM cortical). Posible extensión sur de las provincias de la Cuenca y cadena de Río Grande.
BB	Superficial (h <20 km)	Zona de eventos intra-placa (NOAM cortical). Provincia de Estrés de la Cuenca de Burgos.
RIV1	Superficial (h <20 km)	Zona de eventos Interplaca. La mayoría de las fallas normales, Interface Pacífico-RIV.
RIV2	Zona poco profunda (h <20 km)	Zona de eventos Interplaca. En su mayoría fallas de deslizamiento. Interface Pacífico-RIV.
GMX	Superficial (h <20 km)	Zona de eventos Intra-placa (NOAM cortical). Provincia del Golfo de México.

1.1. Objetivo

El principal objetivo de la investigación desarrollada en este trabajo fue obtener un conocimiento más preciso del valor b y magnitud de completos para diferentes regiones sismogénicas de la República Mexicana.

2. RESULTADOS

2.1. Catálogo del Centro de Geociencias vs catálogo del SSN

Para el presente trabajo se utilizaron los datos proporcionados por el Centro de Geociencias de la UNAM (CEGEO), de un catálogo que contiene información desde el año de 1899 y hasta el año 2015. En este catálogo, los datos han sido homogeneizados en magnitud, en donde hay sismos de catálogos mundiales de varias agencias (ISC, PDE, NEIC (USGS), NOAA, SSN y RESNOM). El catálogo fue completamente peinado para evitar repeticiones en los datos, réplicas y eventos duplicados. Por otro lado, se utilizó el catálogo completo del Servicio Sismológico Nacional (SSN), en donde los datos no están homogeneizados o convertidos a una misma magnitud y tampoco se buscó eliminar replicas o datos repetidos. De estos dos catálogos se realizó una comparación en la relación Gutenberg-Richter, el valor b, magnitud de completos, magnitud máxima esperada para 500 años y la probabilidad de ocurrencia también para 500 años. En los siguientes gráficos se muestra el número de eventos por año de cada catálogo, considerando la totalidad de los datos, es decir, sin depurar (incluyendo valores con magnitud cero).

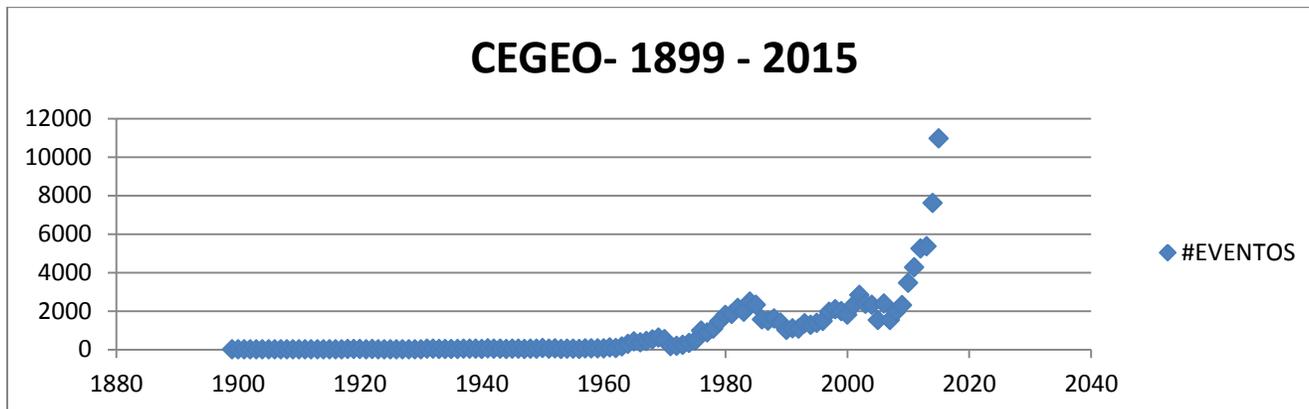


Figura 2.1.1. Número de eventos por año del catálogo del CEGEO.

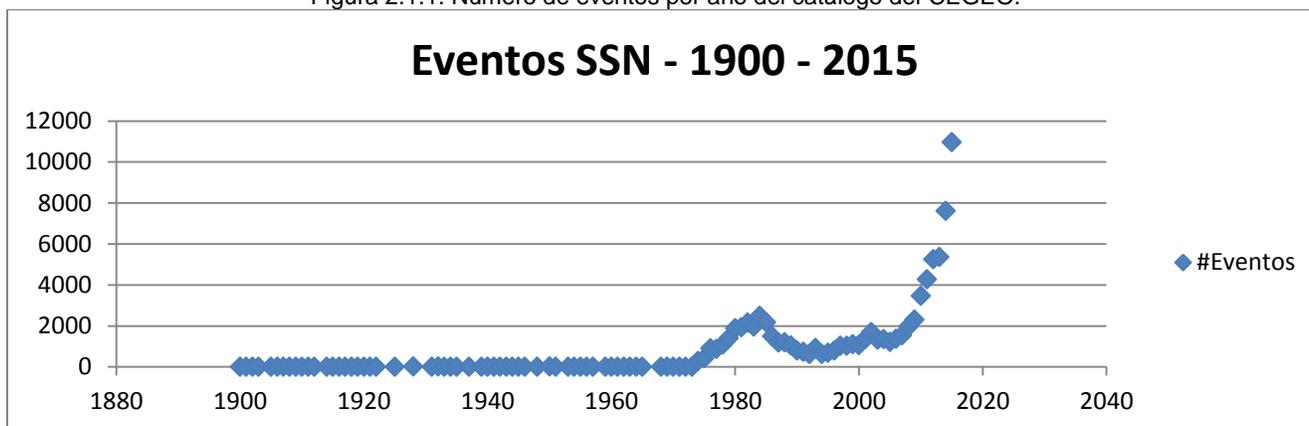


Figura 2.1.2. Número de eventos por año del catálogo del SSN.

Como puede observarse en las figuras anteriores, el número de sismos fue en aumento poco antes de 1985, esto debe de ser por el aumento en la instalación de equipos en el país y aunque el catálogo del CEGEO fue fusionado con varios catálogos, no se observa un cambio significativo en la tendencia, aunque siendo específicos, en 1954 comienza a notarse un ligero aumento en el número de registros, a diferencia del catálogo del SSN, en donde el aumento en los registros comienza a partir de 1968. En las figuras comparativas de los epicentros por cada catálogo, es notable que en las regiones BC1 y BC2 del catálogo del CEGEO, se observan mayor cantidad de localizaciones epicentrales.

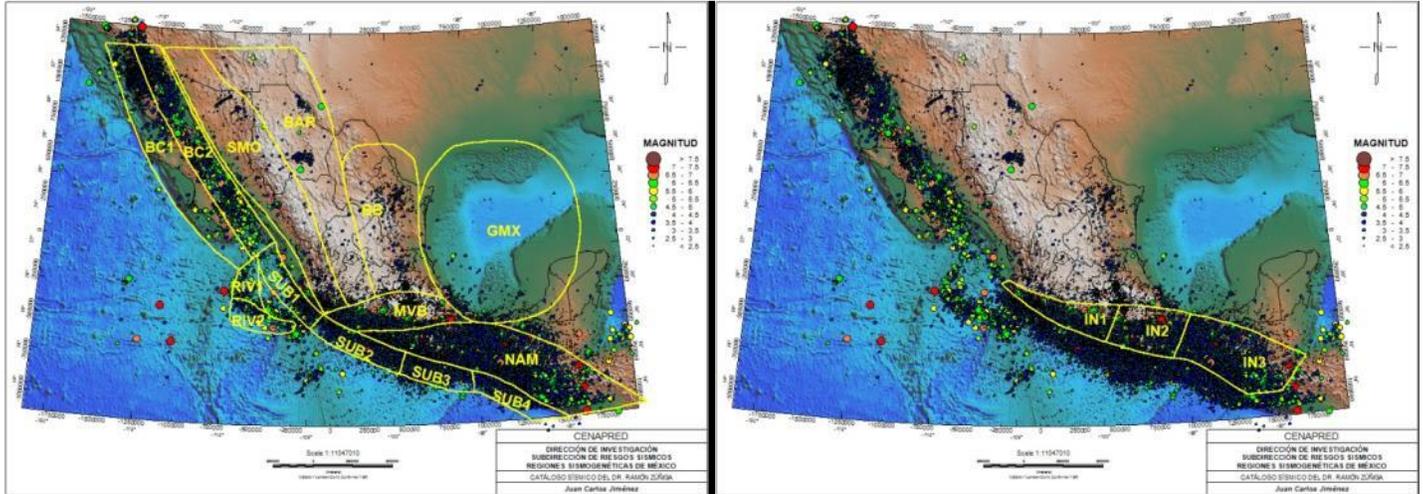


Figura 2.1.3. Regiones sísmogenéticas de México, catálogo del CEGEO (izquierda ($h \leq 40$ km), derecha ($h \geq 40$ km)).

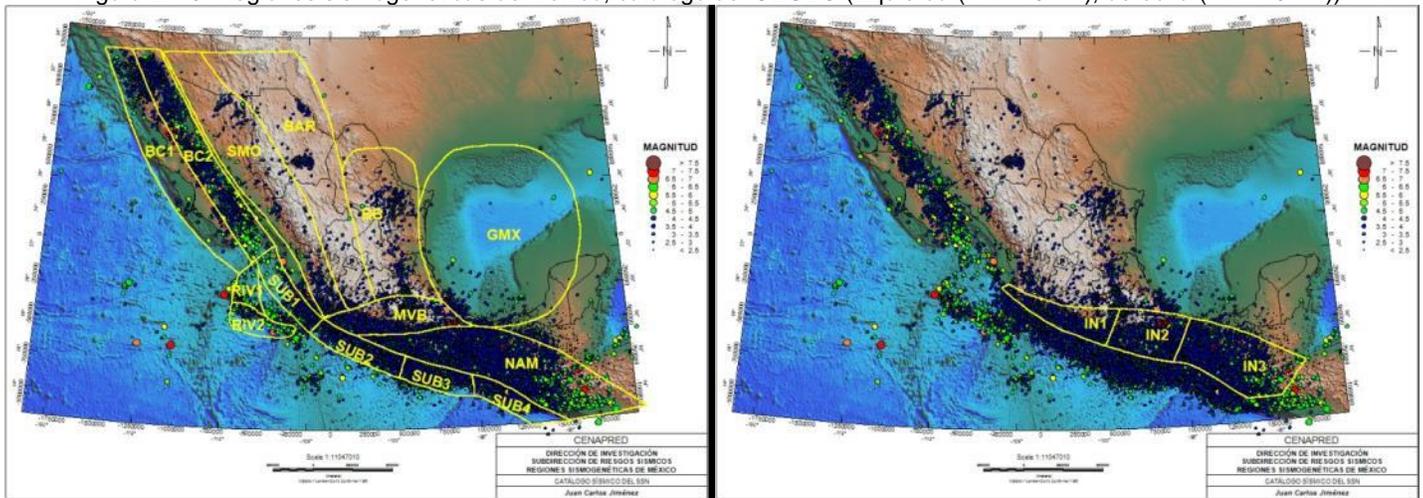


Figura 2.1.4. Regiones sísmogenéticas de México, catálogo del SSN (izquierda ($h \leq 40$ km), derecha ($h \geq 40$ km)).

Para los resultados mostrados en el presente trabajo, para ambos catálogos se realizó una separación de eventos superficiales y profundos, presentando la relación Gutenberg-Richter para el catálogo completo de cada región sísmogenética, de los eventos superficiales (< 40 km de profundidad) y para los eventos profundos (> 40 km de profundidad), así como la magnitud máxima esperada para cada uno y la probabilidad de ocurrencia también para cada uno, y finalmente se presenta el valor b y la magnitud de completos de cada región pero a partir del año de 1985 y hasta el año 2015. Es importante señalar, que para los resultados del valor b y de la magnitud de completos, en los años en donde no hay datos, aparece varios en los gráficos respectivos por cada región sísmogenética.

Tabla 2.1. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

General	b	M_c	Eventos	Eventos completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
Zúñiga	0.745	2.9	77594	101915	0.1	8.2	2.9	2.9	2.85	5	0.1	518
SSN	1.13	3.8	69447	87104	1.2	8.2	3.8	3.8	3.8	5	0.1	394

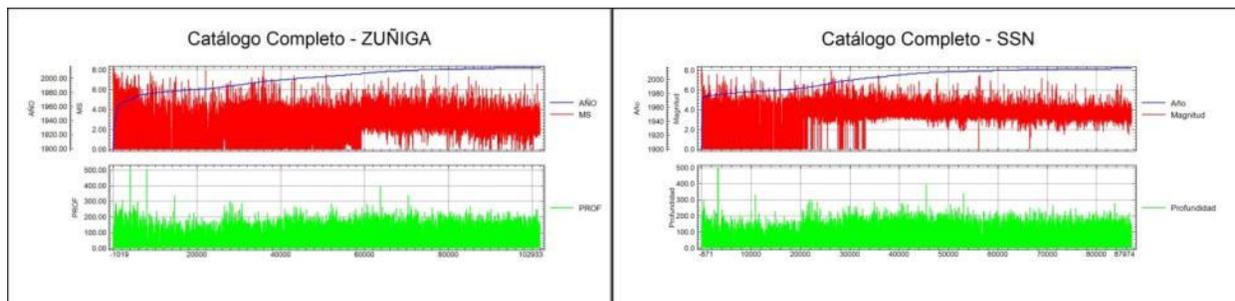


Figura 2.1.5. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (Zúñiga), derecha (SSN).

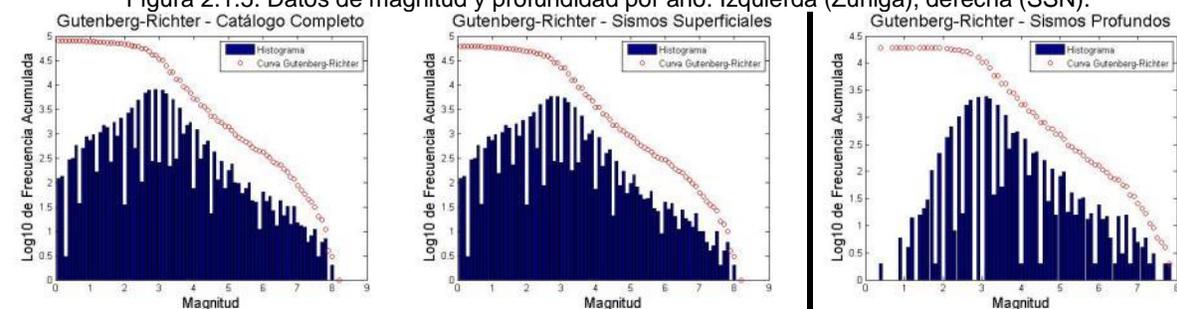


Figura 2.1.6. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

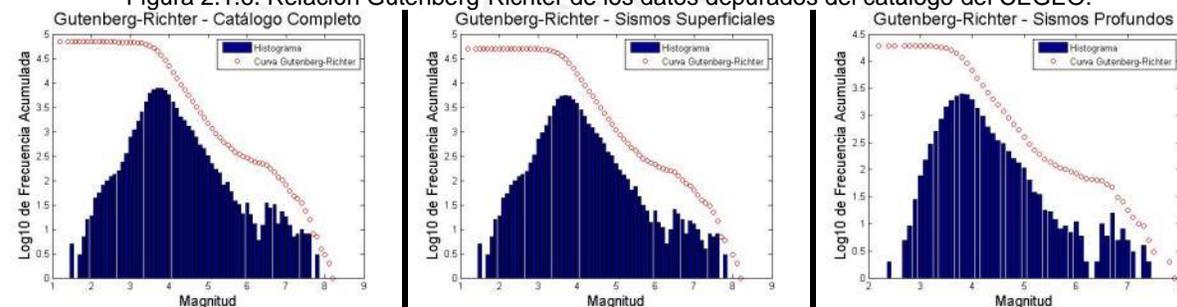


Figura 2.1.7. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

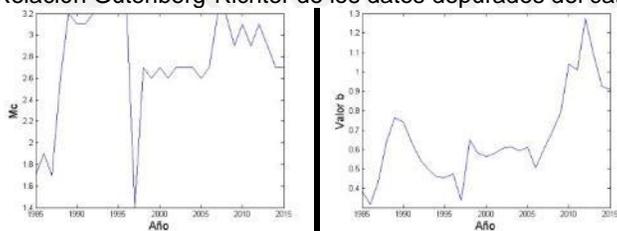


Figura 2.1.8. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

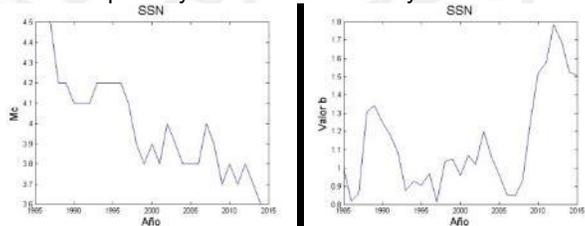


Figura 2.1.9. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

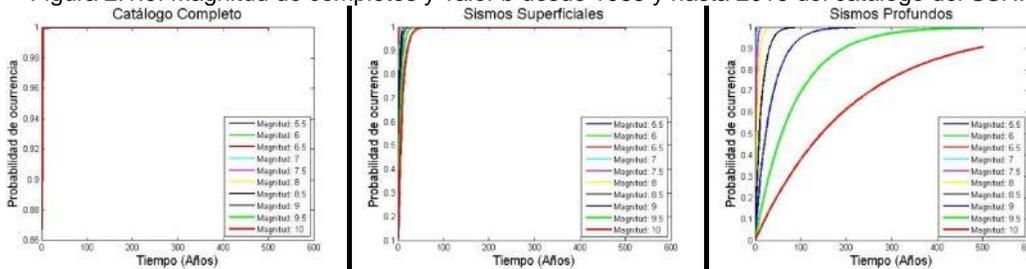


Figura 2.1.6. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

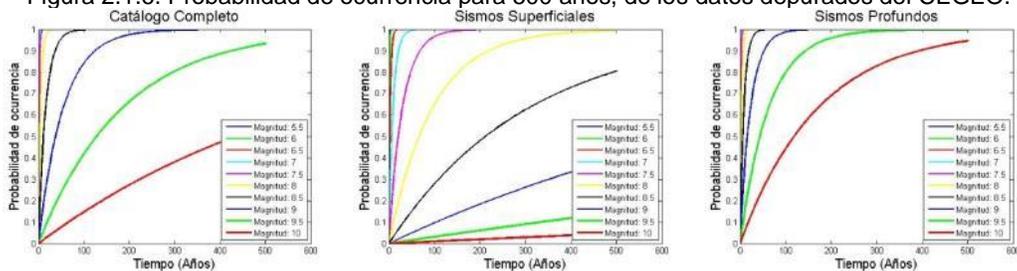


Figura 2.1.10. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

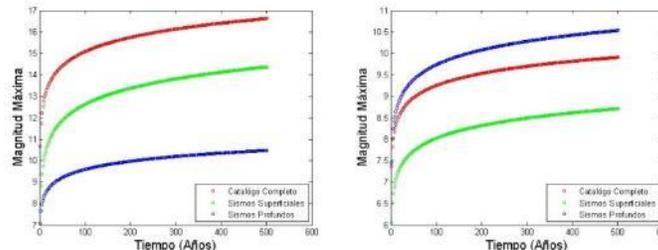


Figura 2.1.11. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En los histogramas para el catálogo del CEGEO, se puede observar que hay muchas magnitudes con valores menores a la unidad, a diferencia de los datos del SSN, en donde se observa que la magnitud menor siempre es mayor a la unidad, esto sin importar, la fuente (sismos profundos o superficiales). Así mismo, se puede apreciar que la magnitud máxima esperada es para sismos profundos en el catálogo del SSN y para el catálogo del CEGEO, para sismos profundos es la menor. Por otro lado, para el catálogo del CEGEO, las probabilidades de ocurrencia para todas las magnitudes son muy altas.

2.2. BAR

Esta zona delimita a los sismos que tienen lugar en la posible continuación de las provincias de la Fisura del Río Bravo y de Cuencas y Sierras. Los eventos se caracterizan por su poca profundidad (< 20 km), baja magnitud y escasa frecuencia de ocurrencia. Los estudios de campo señalan la presencia de fallas de mecanismo normal y de rumbo, principalmente debido a esfuerzos tensionales horizontales.

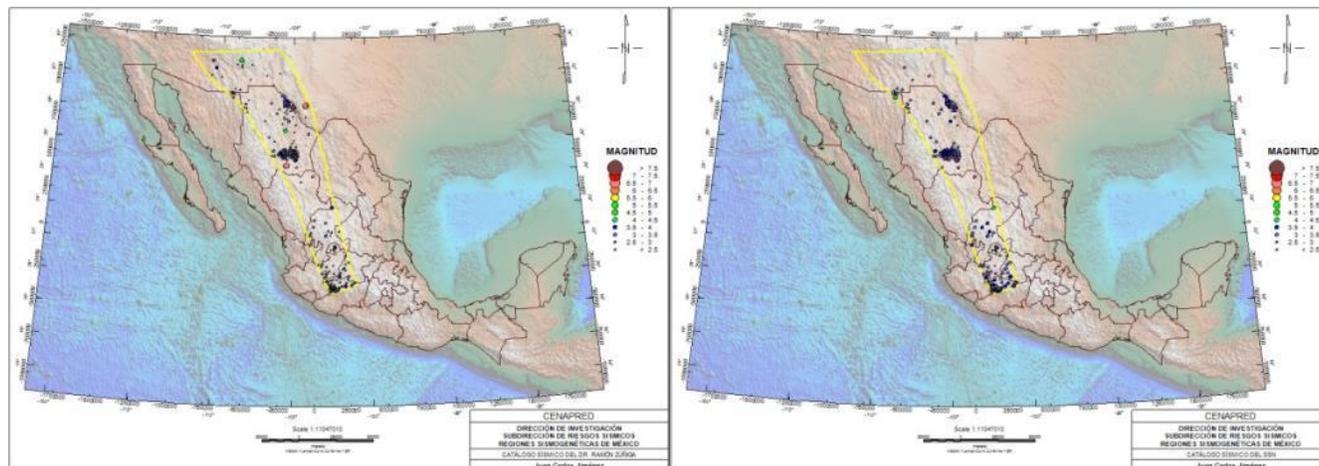


Figura 2.2.1. Región sismogénica BAR, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, no varía demasiado, y además la cantidad de sismos registrados en la zona no es tan elevada, considerando que hay registros desde el año de 1928 en el catálogo del CEGEO, aunque se debe tener en cuenta que está zona se encuentra en el norte del país. En el catálogo del CEGEO, hay eventos de mayor magnitud.

Tabla 2.2. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

BAR	b	Mc	Eventos depurados	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	1.08	3.4	440	512	0.4	6.4	3.4	3.1	3.05	5	1	149
SSN	1.97	4	451	468	1.5	5.4	4	3.8	3.77	5	1	149

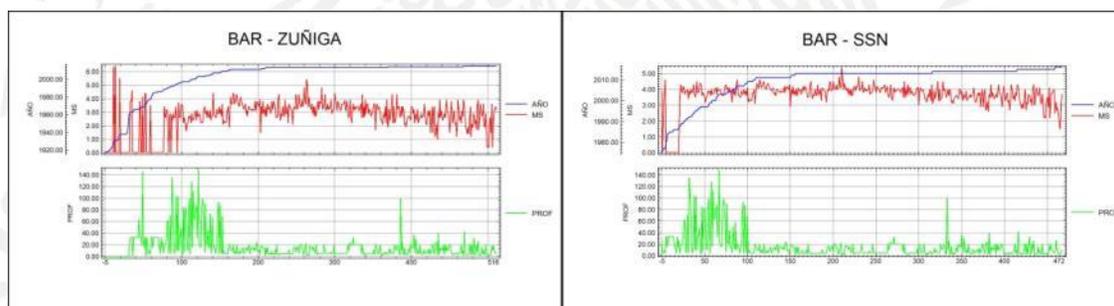


Figura 2.2.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).



Figura 2.2.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

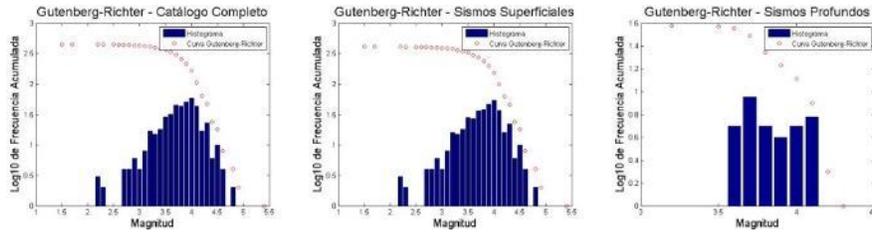


Figura 2.2.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

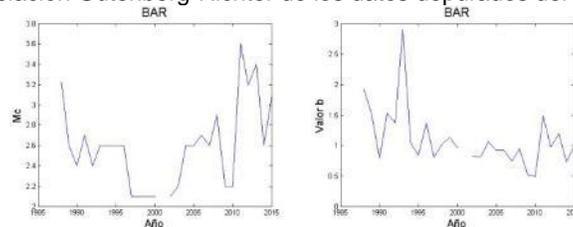


Figura 2.2.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

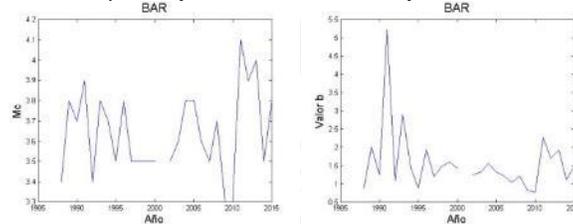


Figura 2.2.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

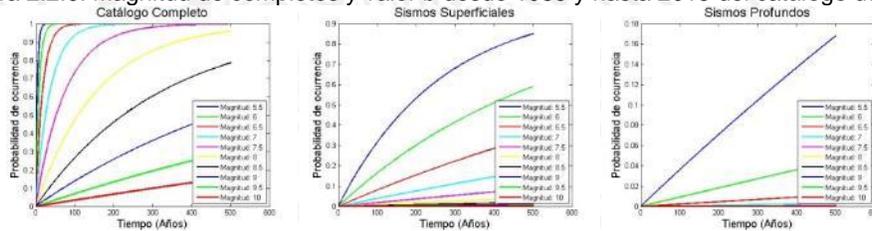


Figura 2.2.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.



Figura 2.2.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

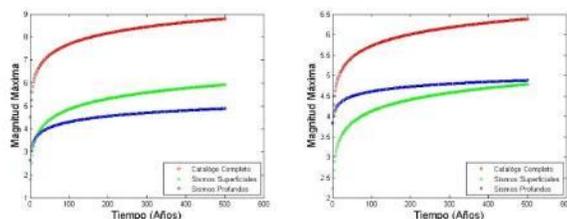


Figura 2.2.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b , como puede apreciarse, en ambos catálogos hay falta de datos para los años de 1985 y 2001, así mismo, se muestran valores altos, lo que significa que, es una región con poca resistencia. Entre 1991 y 1992 este valor se elevó demasiado. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos superficiales y la magnitud máxima esperada para 500 años es de alrededor de 6.0 y la magnitud máxima esperada para sismos superficiales también es mayor (para los datos del CEGEO) y mayor para sismos profundos en el catálogo del SSN.

2.3. BB

La provincia que prevalece en el noreste de México es la conocida como Cuenca de Burgos. Esta región comprende a los eventos someros ($h < 20$ km) de baja magnitud que ocurren en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. Existe una ligera tendencia de alineamiento para los epicentros catalogados en la dirección norte-sur. Las magnitudes de los eventos son menores que 5.0. Como se puede observar en la tabla 2.3, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía demasiado, y además la cantidad de sismos registrados en la zona no es tan elevada, considerando que hay registros desde el año de 1966 en el catálogo del CEGEO, y 1976 para el catálogo del SSN, aunque se debe tener en cuenta que esta zona se encuentra en el norte del país, en donde se presentan sismos someros.

Tabla 2.3. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

BB	b	M_c	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.819	2.4	650	804	0.2	4.6	2.4	2.6	2.52	5	1	115
SSN	1.25	3.5	477	827	1.8	5.1	3.5	3.5	3.48	5	1	115

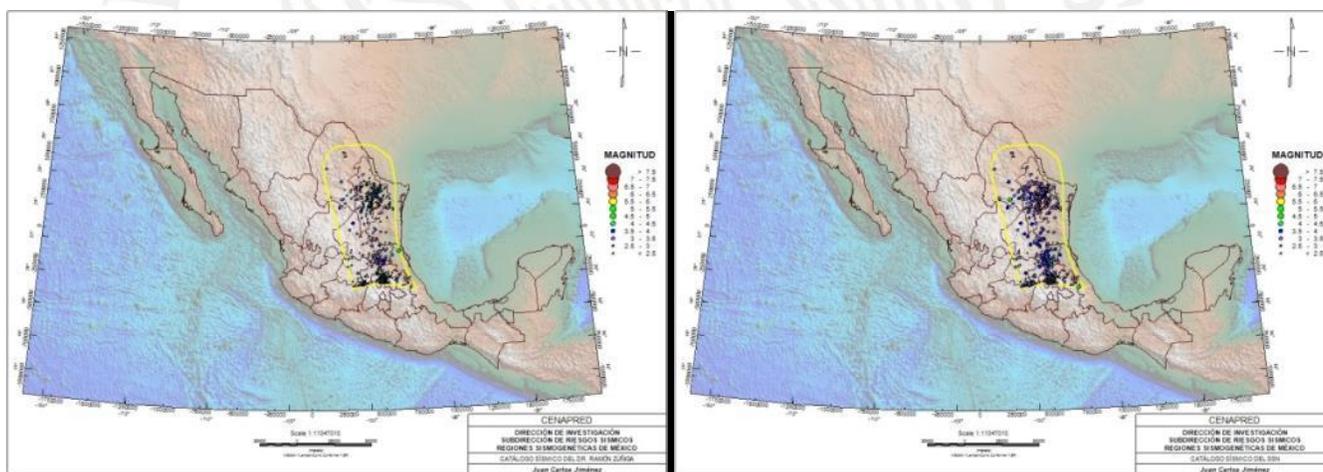


Figura 2.3.1. Región sismogénica BB, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

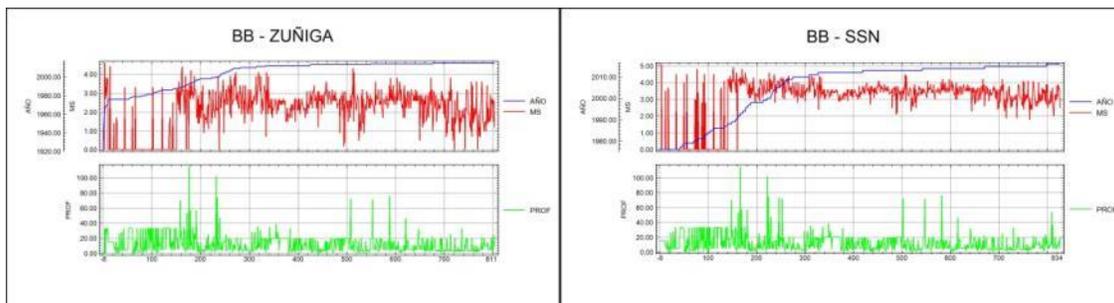


Figura 2.3.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

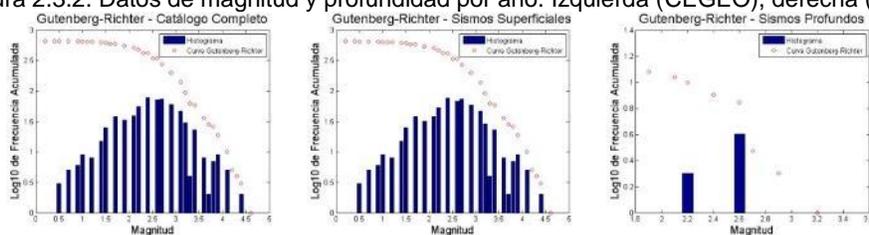


Figura 2.3.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

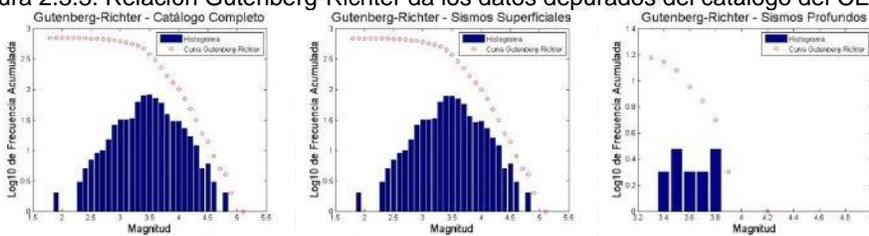


Figura 2.3.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

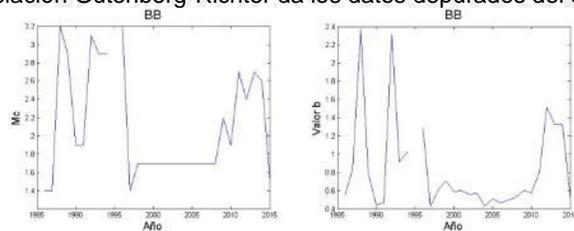


Figura 2.3.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

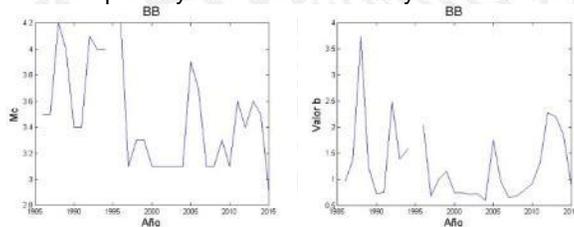


Figura 2.3.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.



Figura 2.3.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.



Figura 2.3.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

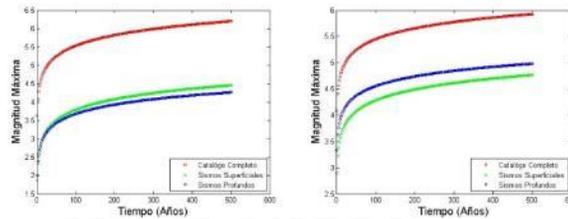


Figura 2.3.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, como puede apreciarse, hay falta de datos para el año 1995, así mismo, se muestran valores que han fluctuado entre 0.4 y 1, y con valores que se han disparado en 1988 y en 1992, lo que significa que, es una región con mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos superficiales y la magnitud máxima esperada para 500 años es de alrededor de 4.5. Como puede observarse en los histogramas, la recurrencia de sismos profundos es muy baja y casi nula. La magnitud máxima esperada tiene una tendencia muy parecida tanto para sismos superficiales como para sismos profundos.

2.4. BC1

Esta zona comprende la actividad asociada a los eventos someros intraplaca en el área de Baja California ($h < 20$ km). Estos eventos muestran un modo de fallamiento variable. Los eventos más grandes no alcanzan magnitudes mayores a 7.1. Sin embargo, son susceptibles de causar daño a algunas poblaciones de la península. Como se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía demasiado, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es algo elevada, considerando que hay registros desde el año de 1902 en ambos catálogos. Aunque la cantidad de datos es mayor en el catálogo del CEGEO, también hay mayor cantidad de datos depurados.

Tabla 2.4. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

BC1	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.509	1.4	4679	7622	0.1	7.1	1.4	1.8	1.96	8	0.02	100.4
SSN	1.13	3.5	1050	1396	1.5	7.1	3.5	3.5	3.37	8	1	100.4

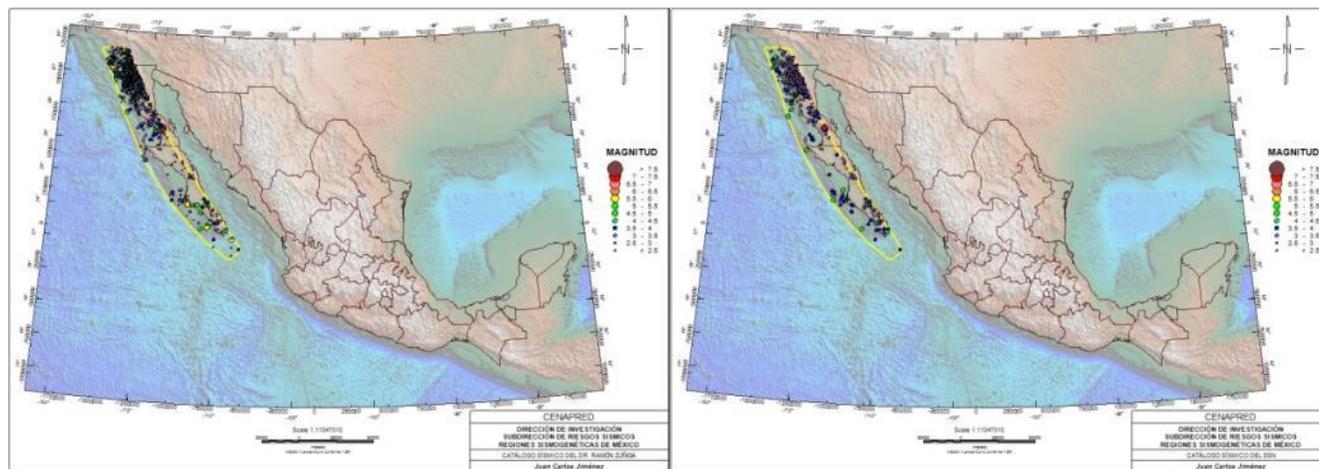


Figura 2.4.1. Región sísmogénica BC1, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

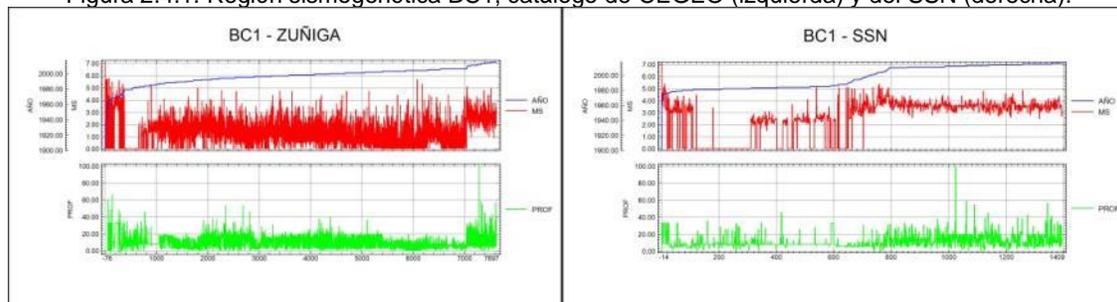


Figura 2.4.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

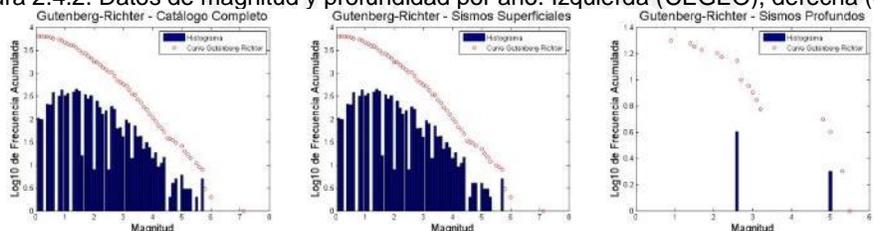


Figura 2.4.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

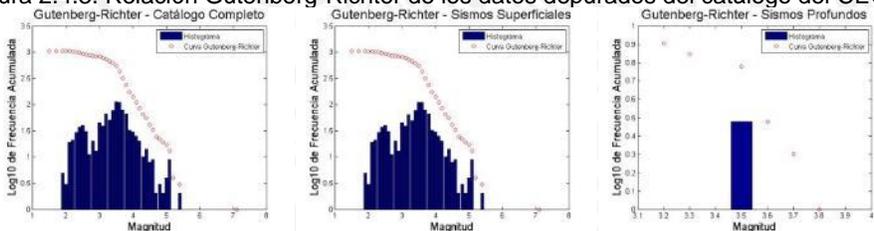


Figura 2.4.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

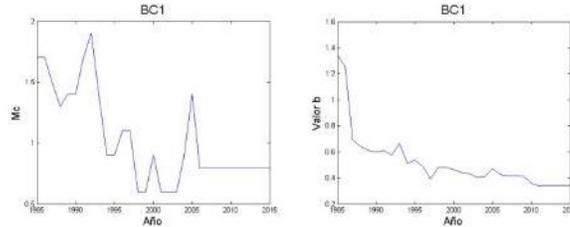


Figura 2.4.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

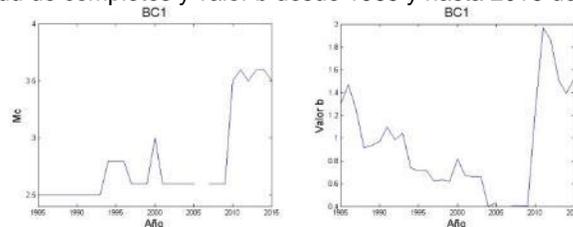


Figura 2.4.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

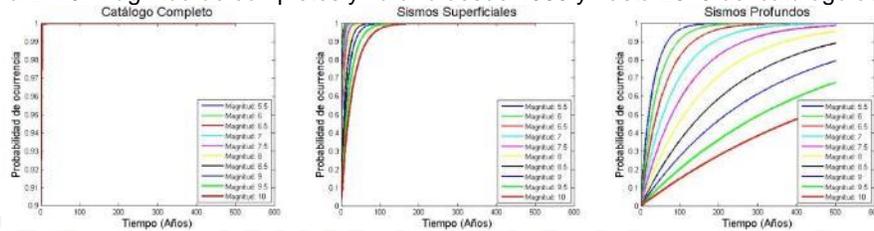


Figura 2.4.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

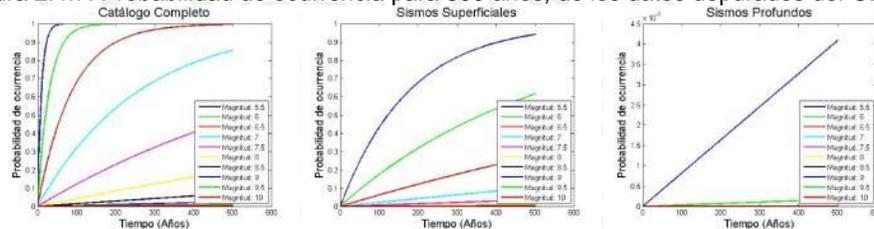


Figura 2.4.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

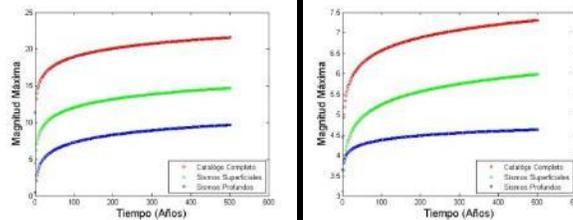


Figura 2.4.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha ido disminuyendo casi exponencialmente, es decir, que el valor ha ido en caída. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es de alrededor de 7.5. En esta región se puede observar, de acuerdo a la frecuencia de sismos, que los sismos profundos no son recurrentes y de hecho casi nulos.

2.5. BC2

Esta región comprende la actividad relacionada principalmente con la interface entre las placas Pacífico y Norteamericana. Los eventos de esta zona muestran mecanismos de falla de rumbo y normal dependiendo de su situación y proximidad, ya sea a centros de acreción o fallas transformantes. Zona de sismos de profundidad somera ($h < 20$ km). La parte norte de esta zona corresponde a un sistema de fallas que se ramifica hacia el norte en dos secciones principales, uno de los cuales es parte del sistema de la Falla de San Andrés en California. Como se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía demasiado, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es algo elevada, considerando que hay registros desde el año de 1901 en ambos catálogos.

Tabla 2.5. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.361	1.4	12567	15283	0.1	7.2	1.4	2.3	2.38	10	0.01	172
SSN	0.908	3.6	5261	5709	1.8	7.2	3.6	3.7	3.76	10	1	140

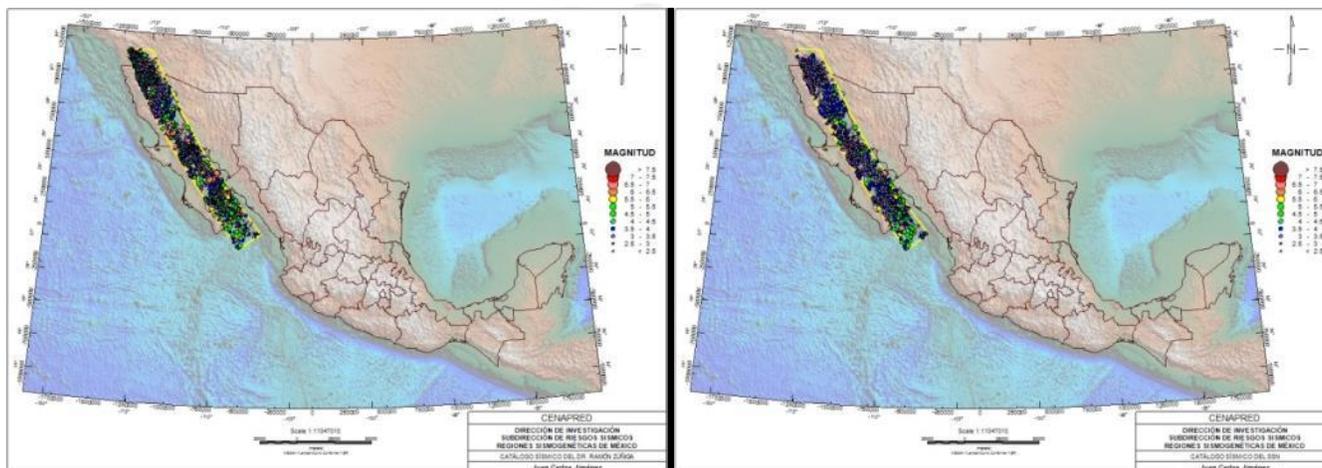


Figura 2.5.1. Región sísmogénica BC2, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

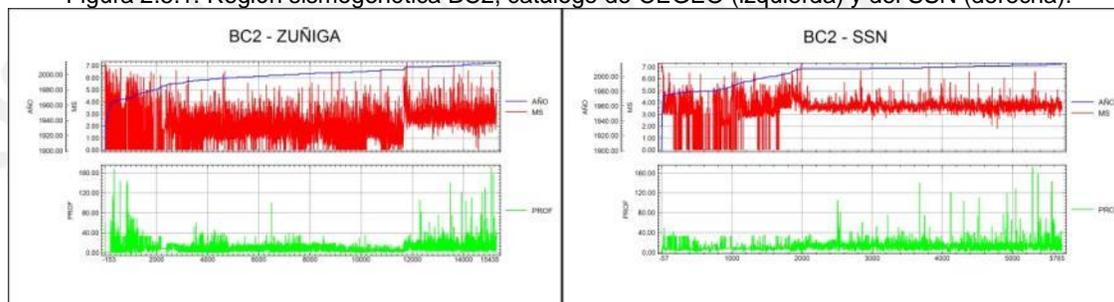


Figura 2.5.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (Zuñiga), derecha (SSN).

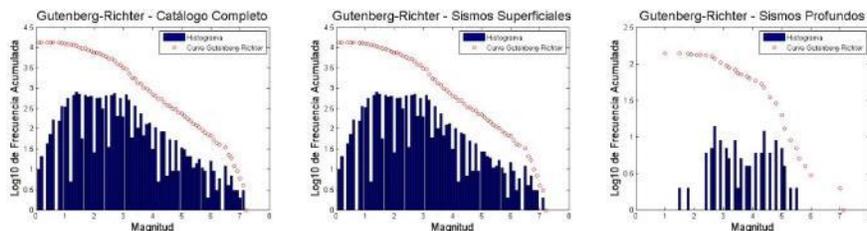


Figura 2.5.3. Relación Gutenberg-Richter da los datos depurados del catálogo del CEGEO.

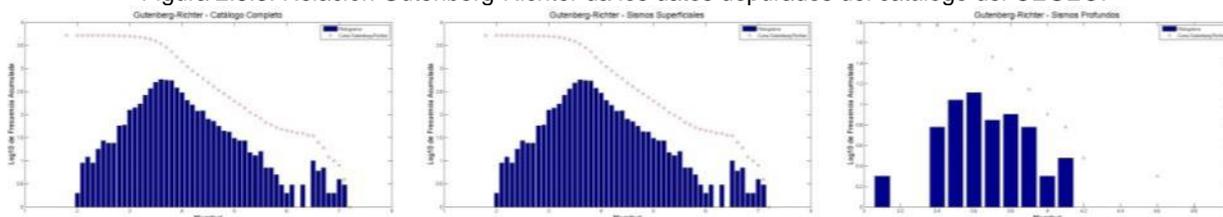


Figura 2.5.4. Relación Gutenberg-Richter da los datos depurados del catálogo del SSN.

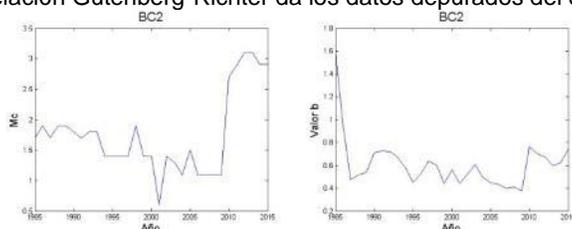


Figura 2.5.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

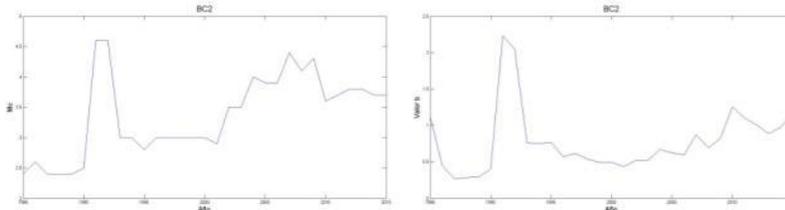


Figura 2.5.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

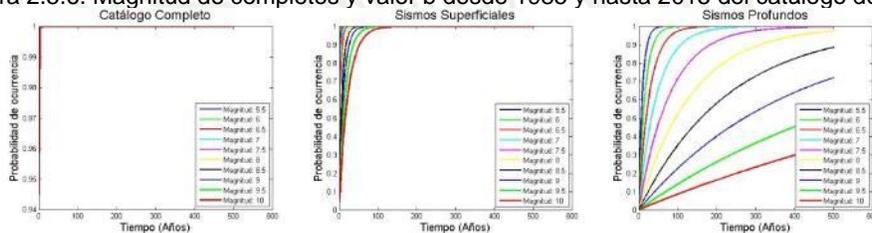


Figura 2.5.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

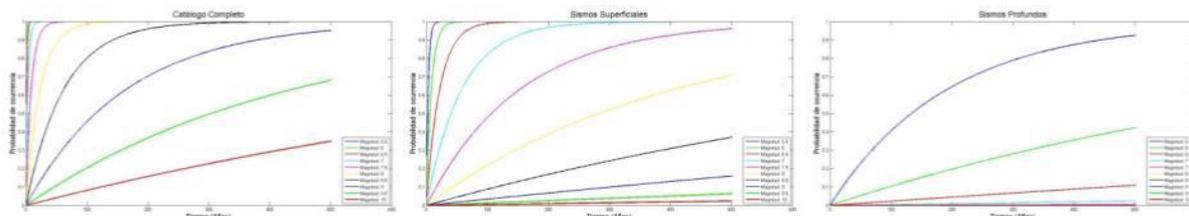


Figura 2.5.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

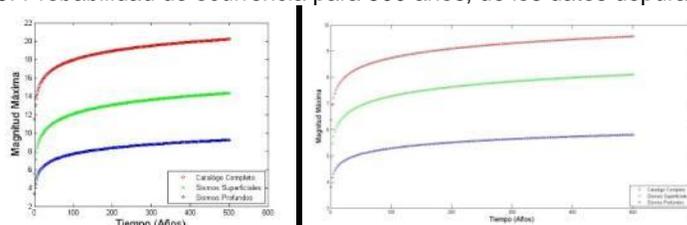


Figura 2.5.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b , desde 1985 y hasta el año 2015, se ha mantenido en valores pequeños, de alrededor de 0.5, y el calculado para todos los datos es de 0.361, esto significa que la zona es bastante resistente. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es de alrededor de 8.0. La magnitud máxima esperada es parecida para ambos catálogos. Por otro lado, para el catálogo del CEGEO, las probabilidades de ocurrencia para todas las magnitudes son muy altas.

2.6. GMX

Zona de eventos intraplaca (Norteamericana) de profundidad somera (< 20 km). Esta región comprende a los sismos que ocurren en el Golfo de México y áreas circunvecinas. La sismicidad es escasa; sin embargo, es importante en el sentido de que los eventos son de especial riesgo tanto para las comunidades de la costa como para estructuras del tipo de las plataformas marinas de explotación petrolera.

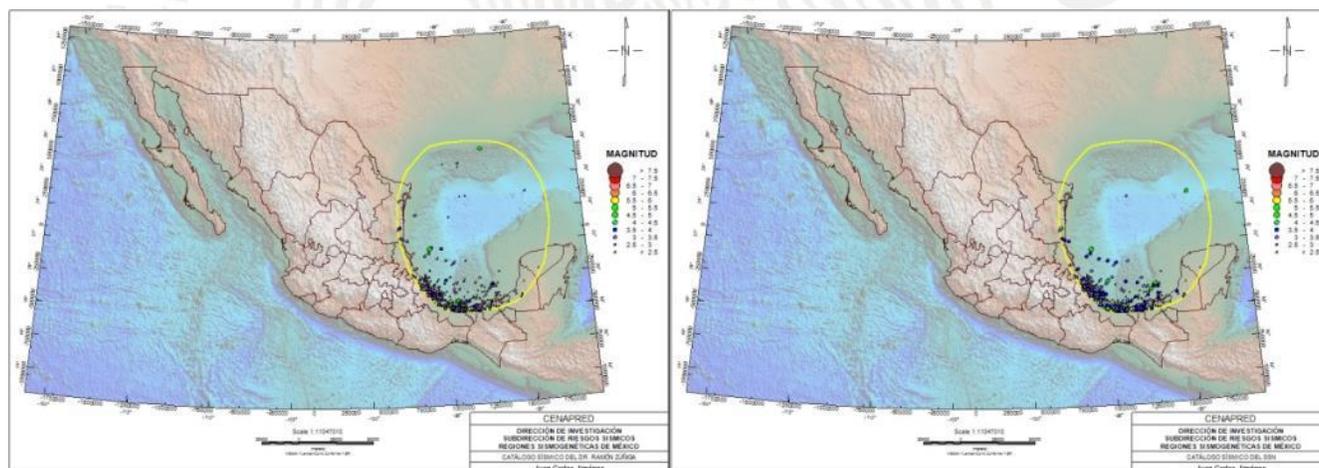


Figura 2.6.1. Región sismogénica GMX, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de muy baja ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1946 en el catálogo del CEGEO y la magnitud máxima es de 6.4.

Tabla 2.6. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

GMX	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.758	3.2	292	539	0.8	6.4	3.2	3.1	3.14	16	3	200
SSN	1.33	3.9	299	532	2	6.4	3.9	3.9	3.92	16	3	176

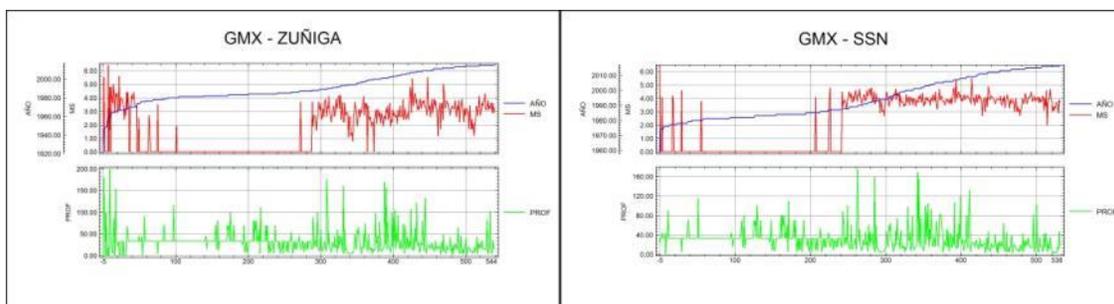


Figura 2.6.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

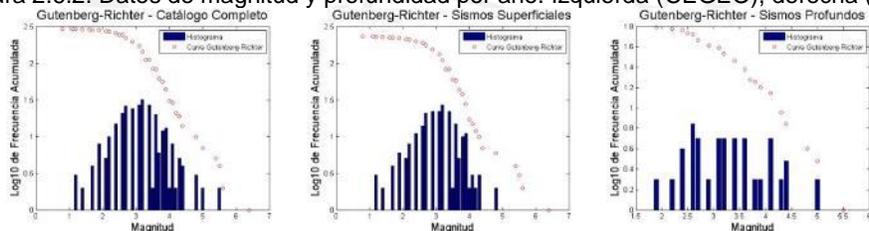


Figura 2.6.3. Relación Gutenberg-Richter da los datos depurados del catálogo del CEGEO.

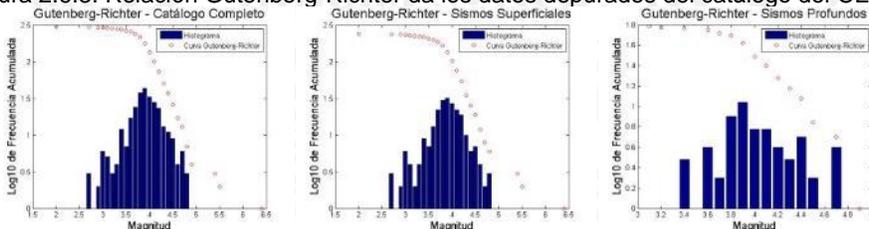


Figura 2.6.4. Relación Gutenberg-Richter da los datos depurados del catálogo del SSN.

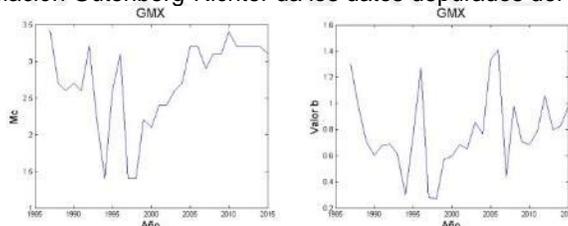


Figura 2.6.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

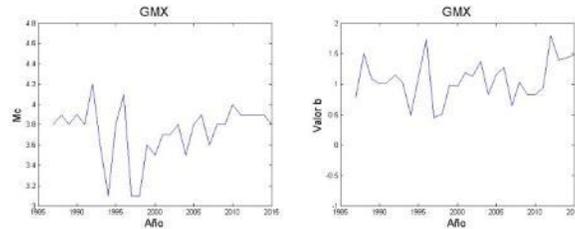


Figura 2.6.6. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

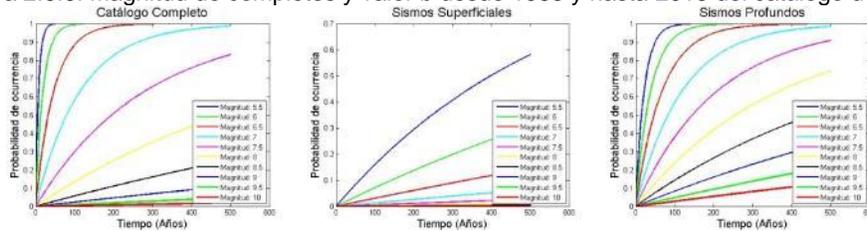


Figura 2.6.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

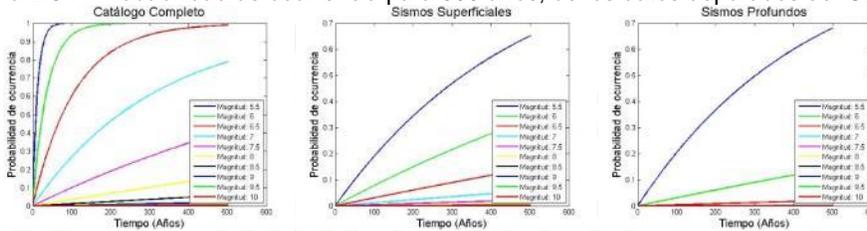


Figura 2.6.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

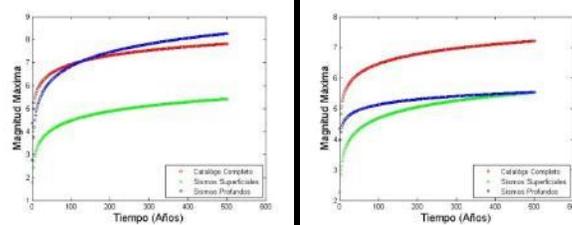


Figura 2.6.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores muy fluctuantes, desde 0.3 y hasta 1.4, pero en promedio como de 0.7, lo que significa que la zona es de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es de alrededor de 8.0.

2.7. IN1

Esta zona comprende la sección profunda de la zona de subducción y corresponde a la extensión de las zonas SUB1 y SUB2. Estos sismos intra-placa se localizan dentro de las placas de Rivera y Cocos en el rango de profundidad entre los 40 y los 180 km. La mayoría de estos eventos tienden a ocurrir alrededor de los 120 km de profundidad. La sismicidad en la zona IN1 es considerada menor que la de la zona IN2.

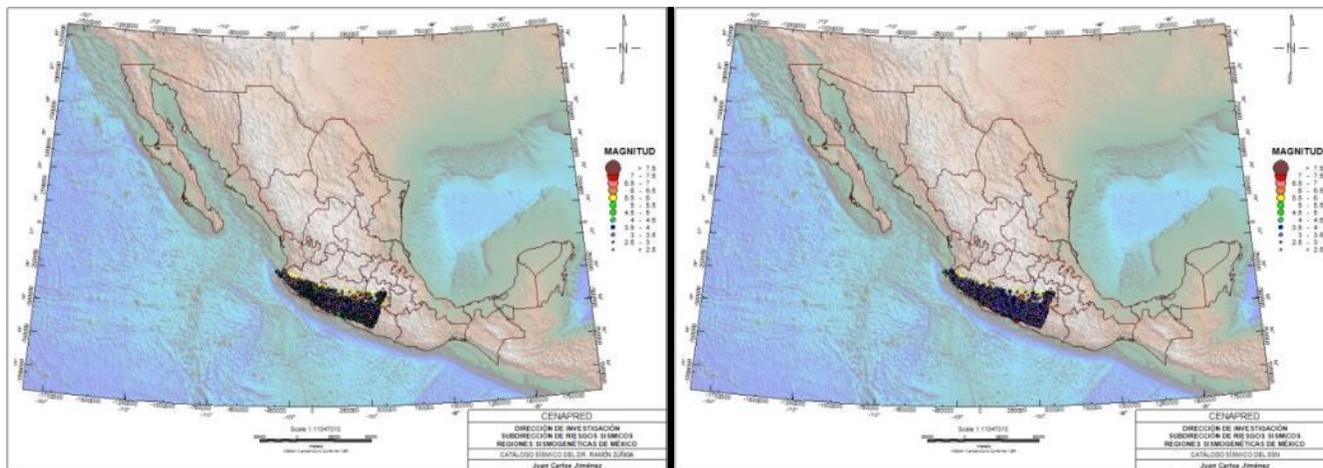


Figura 2.7.1. Región sismogénica IN1, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de mediana-alta ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1900 en ambos catálogos.

Tabla 2.7. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

IN1	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
Zuñiga	0.823	2.9	3608	4301	0.3	8.2	2.9	2.9	2.91	5	1	286
SSN	1.2	3.7	3878	4468	1.8	8.2	3.7	3.7	3.75	5	1	286

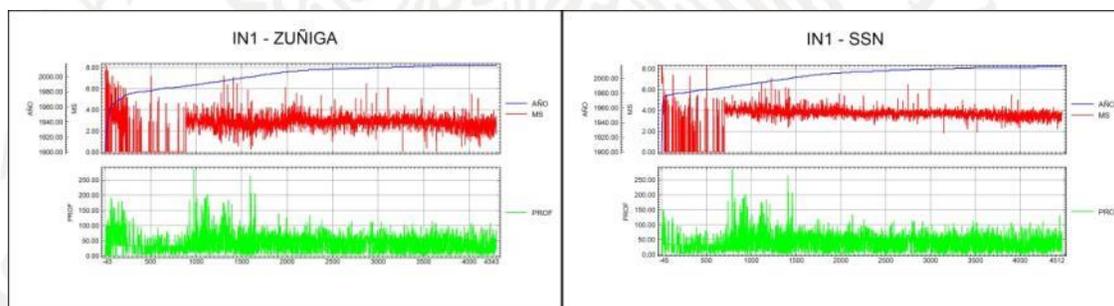


Figura 2.7.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

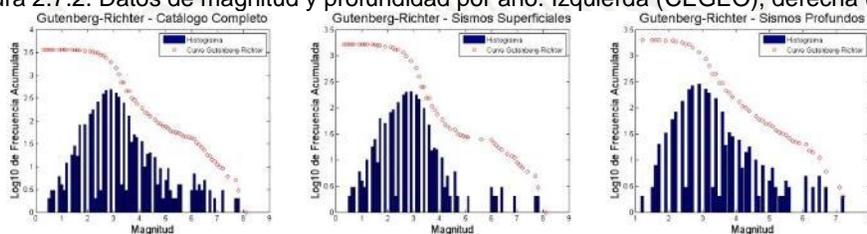


Figura 2.7.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

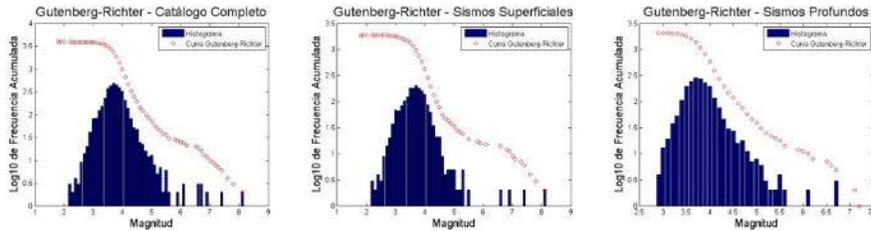


Figura 2.7.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

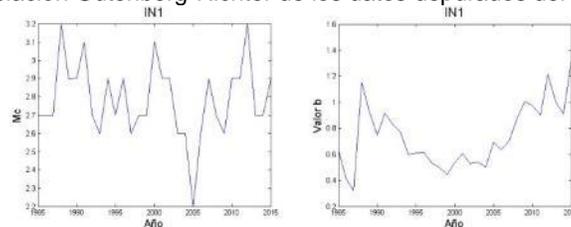


Figura 2.7.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

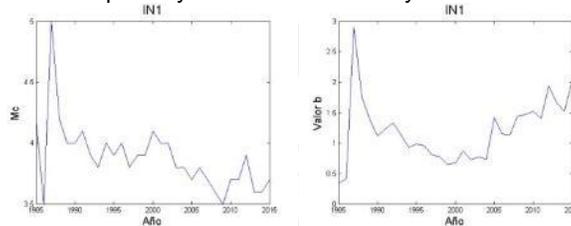


Figura 2.7.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

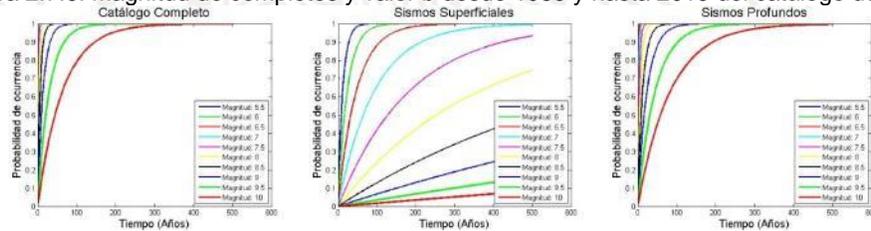


Figura 2.7.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

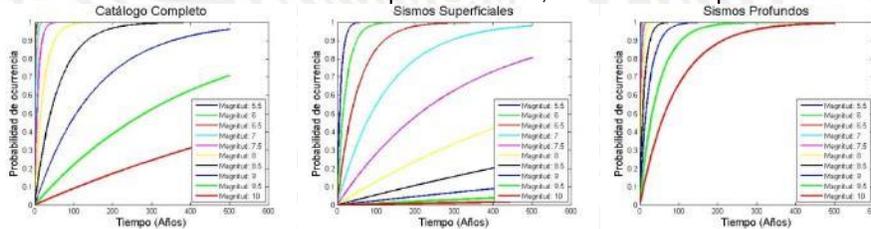


Figura 2.7.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

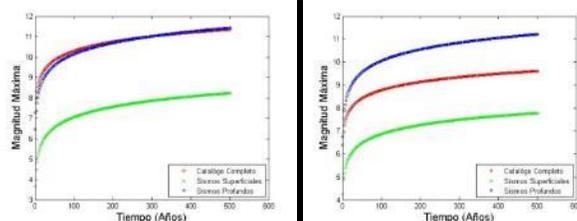


Figura 2.7.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b , desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, manteniéndose en un promedio de 0.8, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta. Para los datos del SSN, la magnitud máxima esperada es para sismos profundos, como se puede observar en la figura 2.7.9. En los histogramas de los sismos profundos, se puede observar, que hay mucha recurrencia en estos mismos, que como se vio en las figuras 2.1.3 y 2.1.4, en la separación de sismos con profundidades mayores a 40 km, la región sismogénica IN1 pertenece a una de estas áreas.

2.8. IN2

Eventos intra-placa de profundidad intermedia ($40 \text{ km} < h < 260 \text{ km}$). Zona de transición de la placa de Cocos y corresponde a la extensión a profundidad de la región SUB3. Los mecanismos focales corresponden a falla normal con eje de tensión paralelo a la trinchera. Se caracteriza porque los eventos de profundidad entre 60 y 100 km ocurren a mayor distancia de la trinchera que en las zonas vecinas. Es también una zona con aparente carencia de sismos de profundidad intermedia a distancias entre 100 y 200 km de la trinchera.

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de mediana ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1910 en ambos catálogos. Cabe destacar que para esta región, se depuraron bastantes datos con magnitud cero en el catálogo del CEGEO.

Tabla 2.8. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

IN2	b	M_c	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.699	2.7	2845	3743	0.2	7.8	2.7	2.9	2.93	5	1	518
SSN	1.25	3.8	2986	3776	1.2	7.8	3.8	3.8	3.8	16	1	300

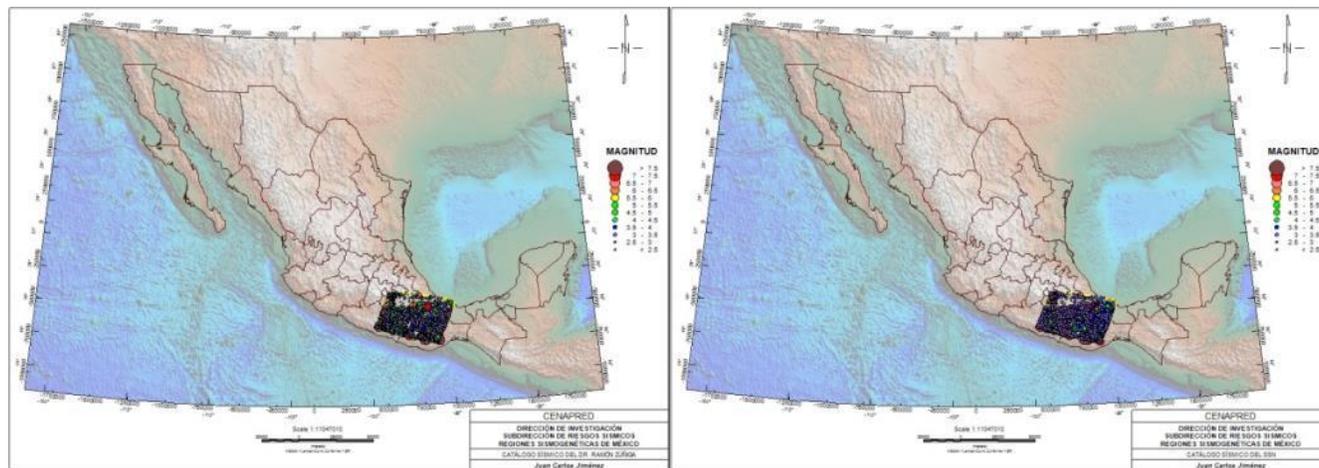


Figura 2.8.1. Región sísmogénica IN2, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

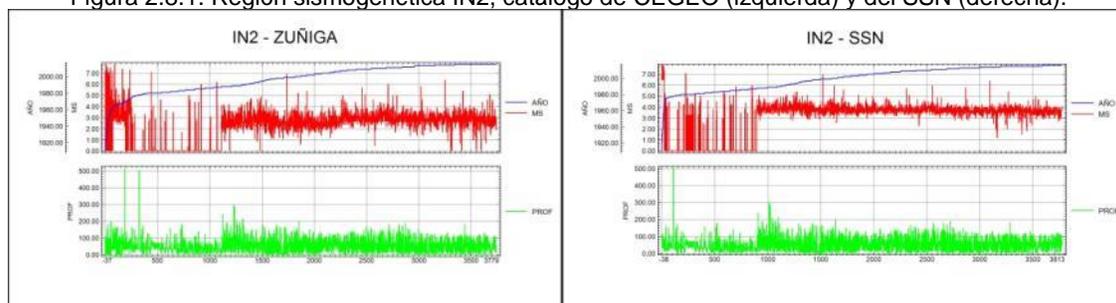


Figura 2.8.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

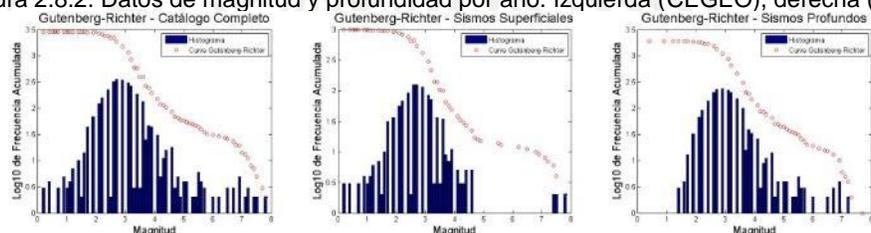


Figura 2.8.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

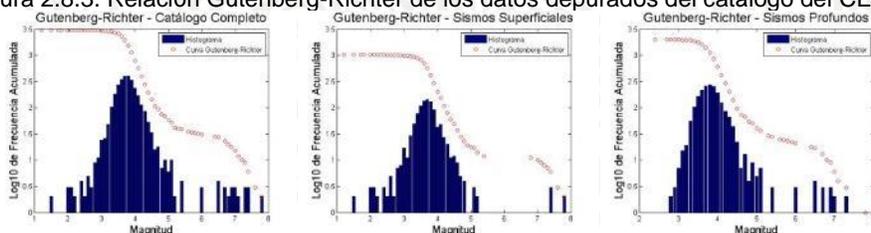


Figura 2.8.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

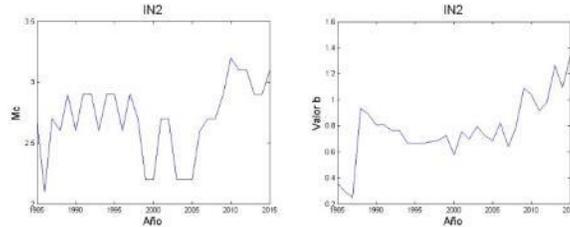


Figura 2.8.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

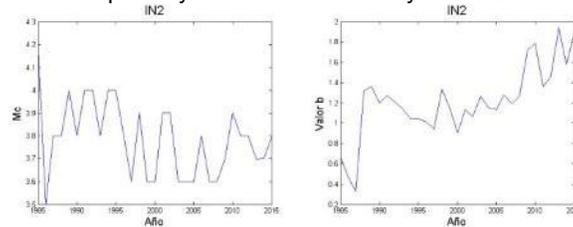


Figura 2.8.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

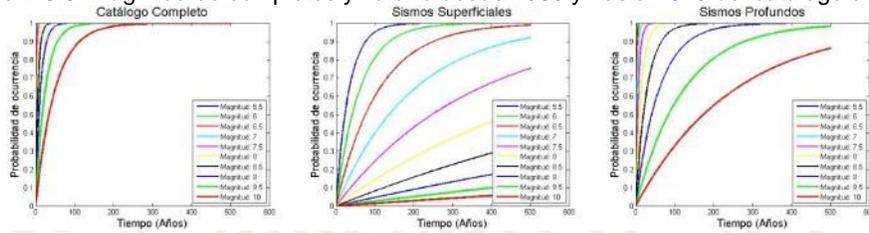


Figura 2.8.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

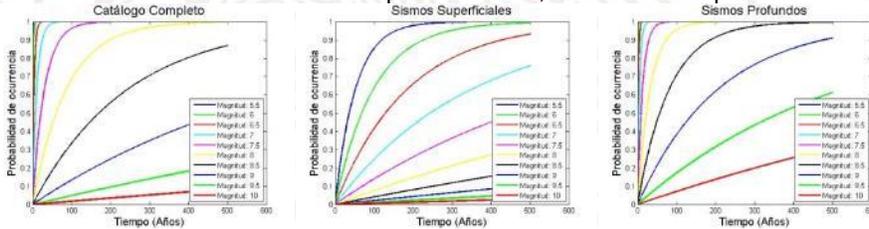


Figura 2.8.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

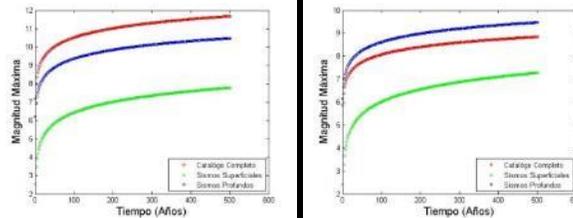


Figura 2.8.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, manteniéndose en un promedio de 0.75, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta. Para los datos del SSN, la magnitud máxima esperada es para sismos profundos, como se puede observar en la figura 2.8.9.

En los histogramas de los sismos profundos, se puede observar, que hay mucha recurrencia en estos mismos, que como se vio en las figuras 2.1.3 y 2.1.4, en la separación se sismos con profundidades mayores a 40 km, la región sismogénica IN2 pertenece a una de estas áreas.

2.9. IN3

Esta región corresponde a la extensión a profundidad de la zona SUB4. La zona comprende la transición de la subducción de Cocos por debajo de Norteamérica, a subducción bajo la placa de Caribe. Comprende sismos, principalmente del tipo de fallamiento normal, de profundidad intermedia ($40 \text{ km} < h < 300 \text{ km}$) que ocurren dentro de la placa de Cocos.

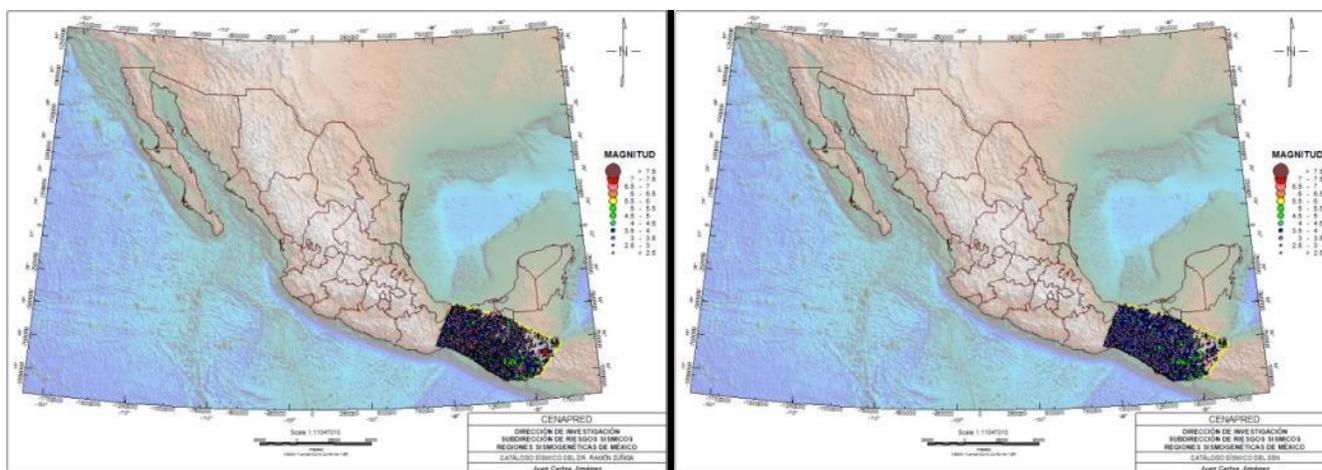


Figura 2.9.1. Región sismogénica IN3, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía demasiado, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de alta ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1902 en ambos catálogos. Cabe destacar que para esta región, se depuraron bastantes datos con magnitud cero en el catálogo del CEGEO.

Tabla 2.9. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

IN3	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.876	3.1	13787	20320	0.2	7.8	3.1	3.1	3.1	20	0.1	457
SSN	1.18	3.8	14182	20366	1.8	7.9	3.8	3.8	3.87	20	0.1	298

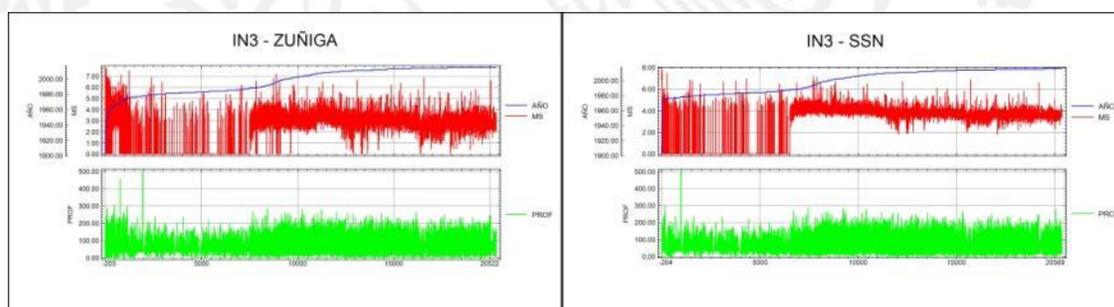


Figura 2.9.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

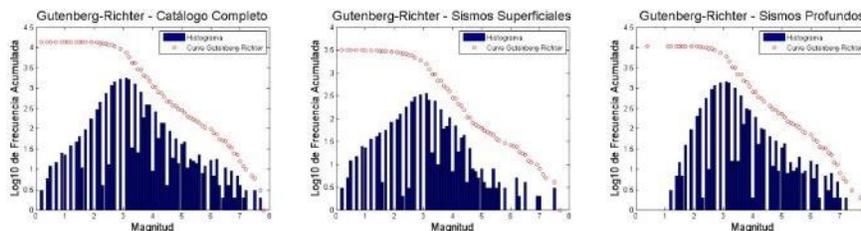


Figura 2.9.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

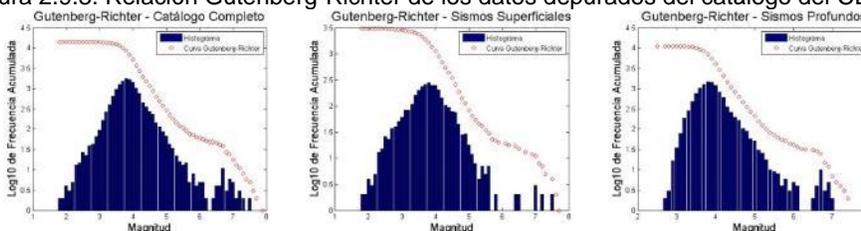


Figura 2.9.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

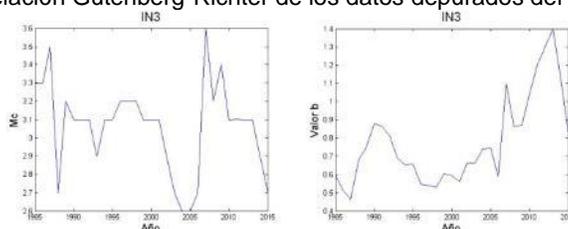


Figura 2.9.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

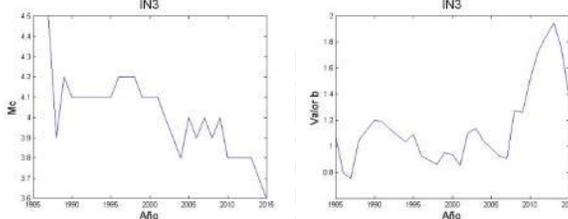


Figura 2.9.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

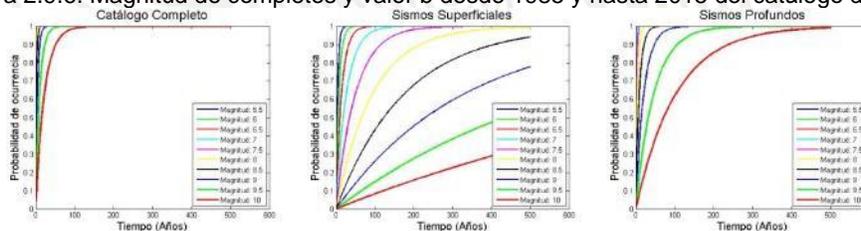


Figura 2.9.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

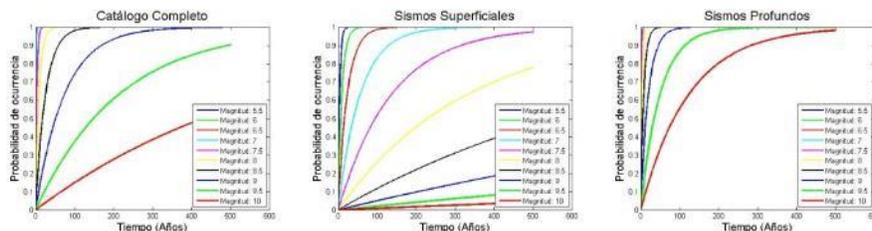


Figura 2.9.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

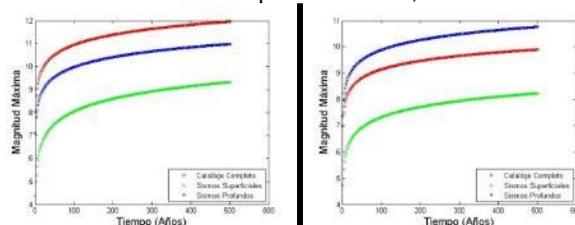


Figura 2.9.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b , desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, manteniéndose en un promedio de 0.8, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta. Para los datos del SSN, la magnitud máxima esperada es para sismos profundos, como se puede observar en la figura 2.9.9. En los histogramas de los sismos profundos, se puede observar, que hay mucha recurrencia en estos mismos, que como se vio en las figuras 2.1.3 y 2.1.4, en la separación se sismos con profundidades mayores a 40 km, la región sismogénica IN3 pertenece a una de estas áreas.

2.10. MVB

Esta zona comprende los eventos que ocurren en la parte somera de la placa continental ($h < 15$ km), asociados principalmente a esfuerzos tensionales. Estos mismos esfuerzos están relacionados con la ubicación de la Faja Volcánica Mexicana (Mexican Volcanic Belt). Existen, sin embargo, algunos sismos localizados muy próximos a los eventos de falla normal (régimen de tensión), que muestran fallamientos inversos. Estos diferentes tipos de fallamientos pueden deberse a un balance entre los esfuerzos inducidos por la gravedad en las altas topografías de la faja y los transmitidos por la interacción de las placas.

Las profundidades de los sismos en esta zona son generalmente menores a los 15 km. Este tipo de eventos han sido muy destructivos debido a su proximidad a la Cd. de México y a su poca profundidad. En esta región es en donde se presentó el reciente sismo de magnitud 7.1 del 19 de septiembre de 2017, entre el estado de Puebla y Morelos.

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía demasiado, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de mediana-baja ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1908 en ambos catálogos. Cabe destacar que para esta región, se depuraron bastantes datos con magnitud cero en el catálogo del CEGEO.

Tabla 2.10. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

MVB	b	M_c	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.815	2.9	3749	4909	0.1	8	2.9	2.9	2.86	5	1	286
SSN	1.28	3.8	4051	5012	1.2	8.1	3.8	3.7	3.74	5	1	286

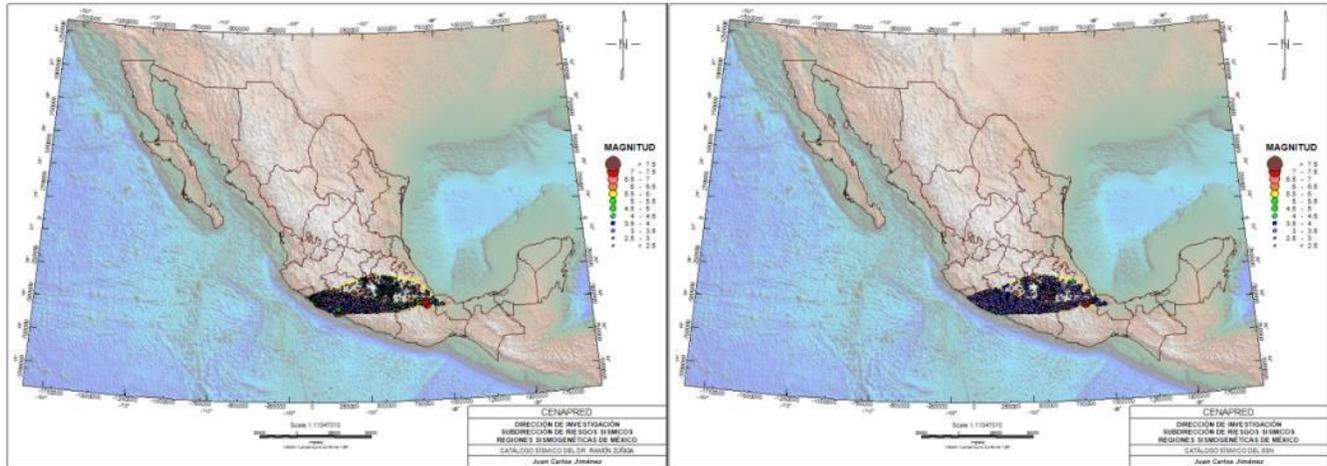


Figura 2.10.1. Región sismogénica MVB, catálogo de CECEO (izquierda) y del SSN (derecha).

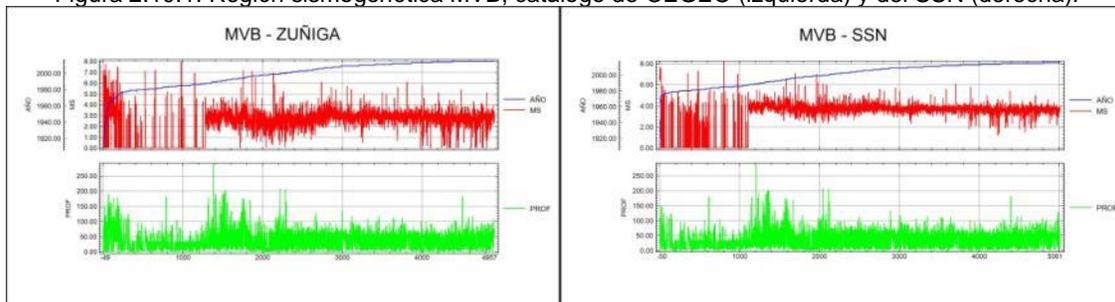


Figura 2.10.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CECEO), derecha (SSN).

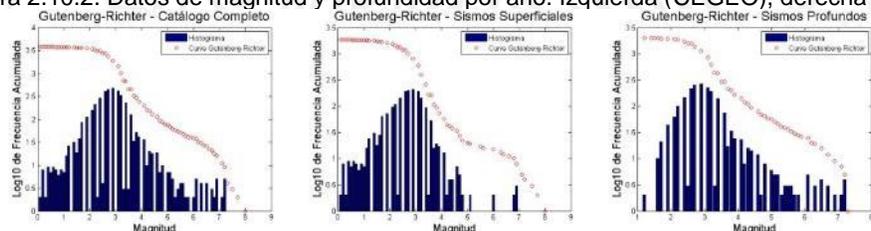


Figura 2.10.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CECEO.

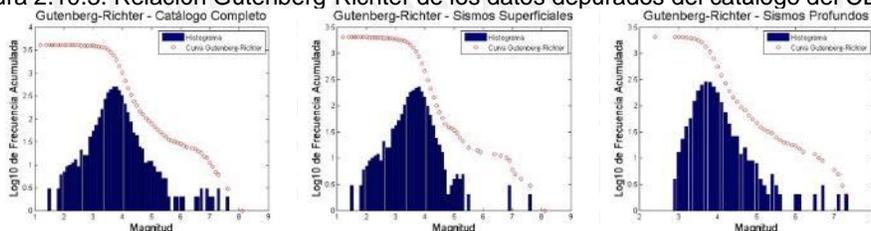


Figura 2.10.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

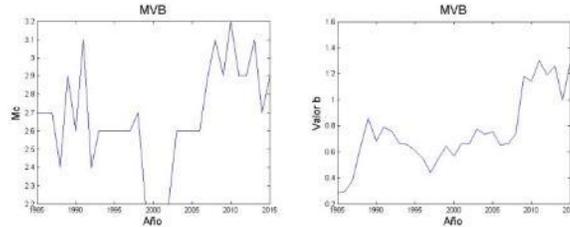


Figura 2.10.5. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

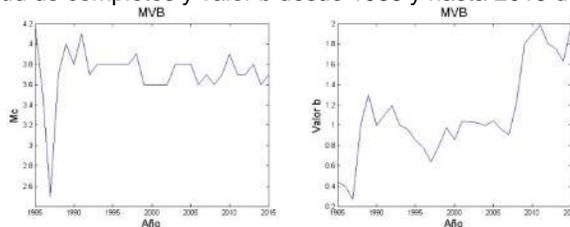


Figura 2.10.6. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

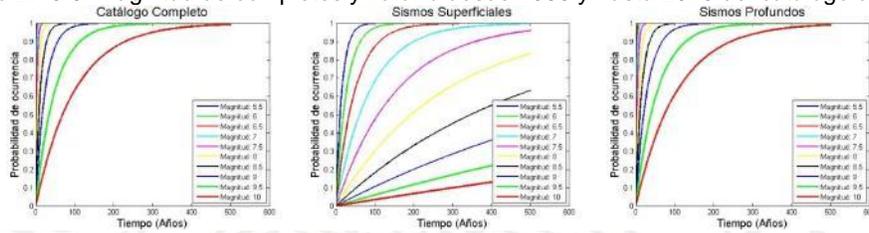


Figura 2.10.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

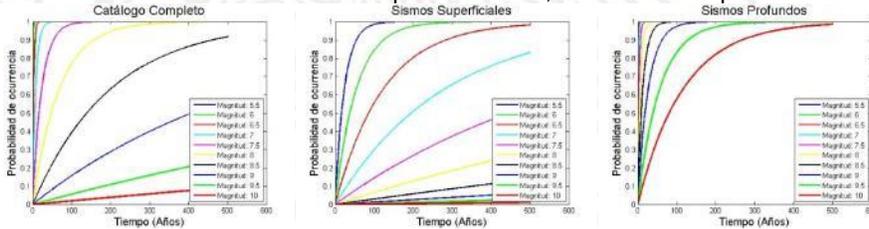


Figura 2.10.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

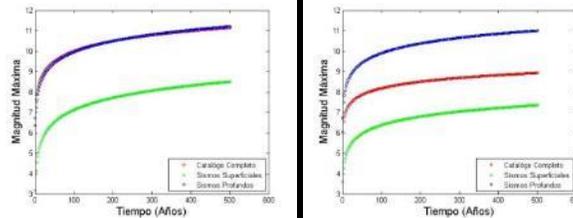


Figura 2.10.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, manteniéndose en un promedio de 0.75, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta.

2.11. NAM

Esta región comprende la actividad somera (profundidad < 15 km) que tiene lugar en la placa continental al sur de la Faja Volcánica Mexicana. A pesar de que el nivel de actividad para magnitudes mayores a 2.9 (rango para el que el catálogo se considera completo desde 1964) se encuentra uniformemente distribuido a lo largo de gran parte de la zona, existe una mayor tasa de sismicidad en la zona del Istmo de Tehuantepec. La mayoría de los eventos son de fallamiento normal. En esta región es en donde se presentó el reciente sismo de magnitud 8.2, del 07 de septiembre de 2017.

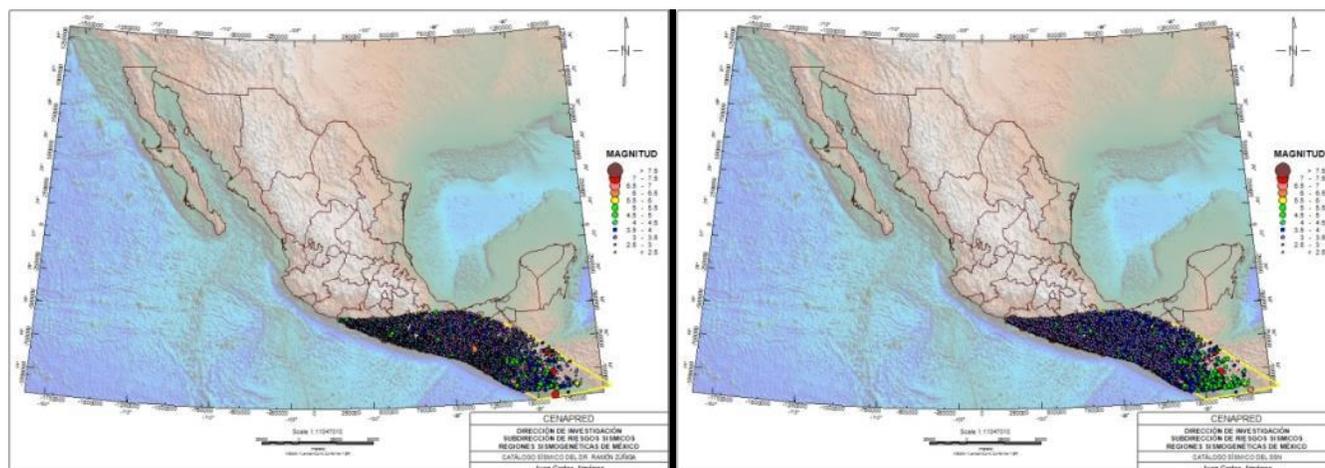


Figura 2.11.1. Región sismogénica NAM, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de muy alta ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1902 en ambos catálogos. Cabe destacar que para esta región, se depuraron bastantes datos con magnitud cero en el catálogo del CEGEO.

Tabla 2.11. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

NAM	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.789	2.9	30819	41101	0.1	7.8	2.9	2.9	3.01	20	0.1	518
SSN	1.2	3.8	32484	42144	1.8	7.9	3.8	3.8	3.81	20	1	300

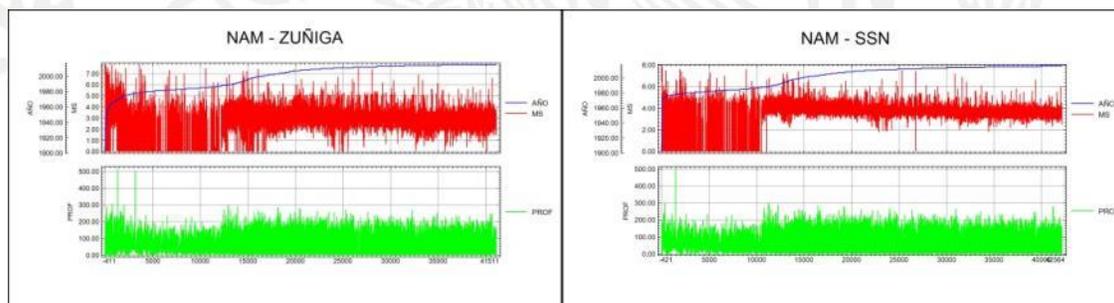


Figura 2.11.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

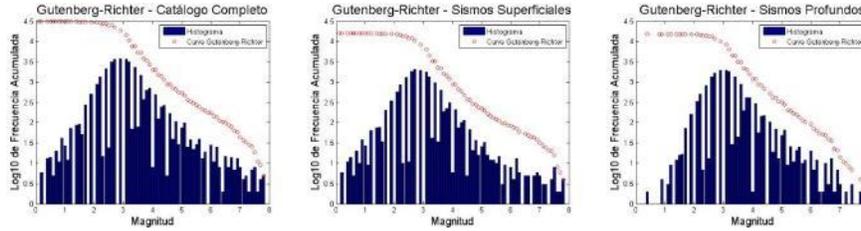


Figura 2.11.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

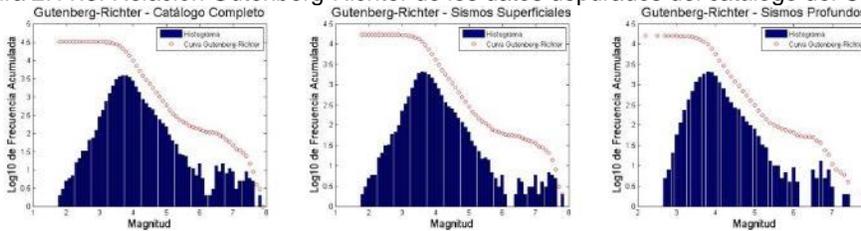


Figura 2.11.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

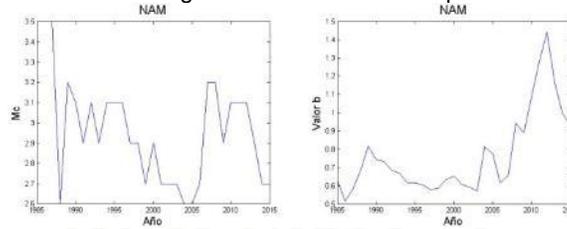


Figura 2.11.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

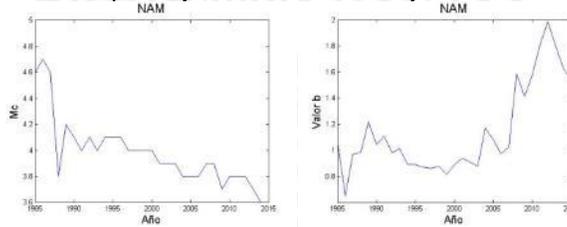


Figura 2.11.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

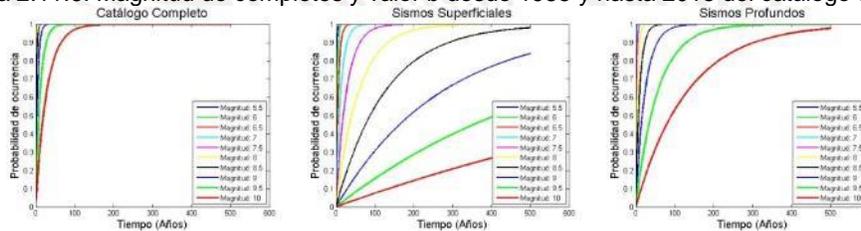


Figura 2.11.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

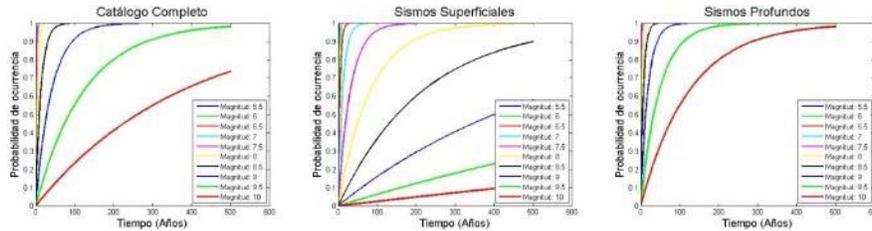


Figura 2.11.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

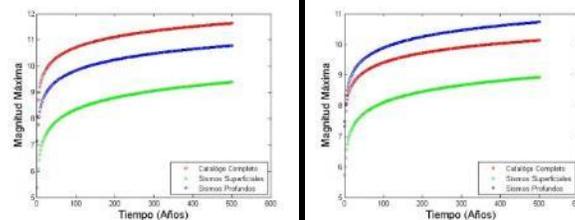


Figura 2.11.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b , desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, manteniéndose en un promedio de 0.7, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta.

2.12. RIV1

Esta zona delimita a los sismos de profundidad somera (< 20 km) que ocurren en la Dorsal del Pacífico Este como parte de la interface entre las placas Pacífico y Rivera. Su mecanismo es principalmente de falla normal.

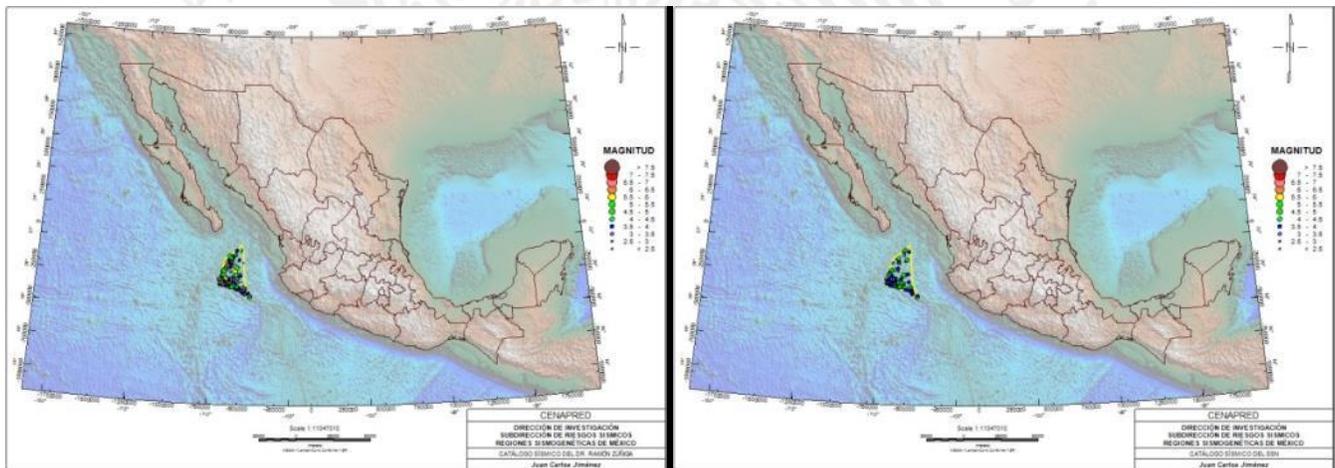


Figura 2.12.1. Región sísmogénica RIV1, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de muy baja ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1931 en el catálogo del CEGEO y en 1974 para el catálogo del SSN. Además, la cantidad de datos es muy poca y aún más en el catálogo del SSN.

Tabla 2.12. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

RIV1	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.511	3.9	193	263	1.9	6.2	3.6	3.9	4.1	33	2.7	177
SSN	0.76	4.2	133	135	3.6	6.2	4.2	4.4	4.55	10	2.7	58

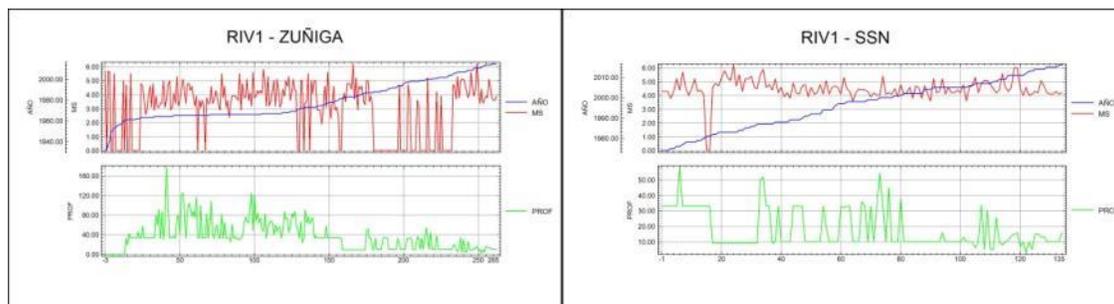


Figura 2.12.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

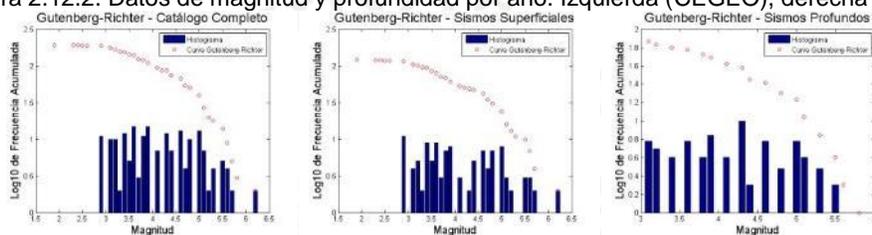


Figura 2.12.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

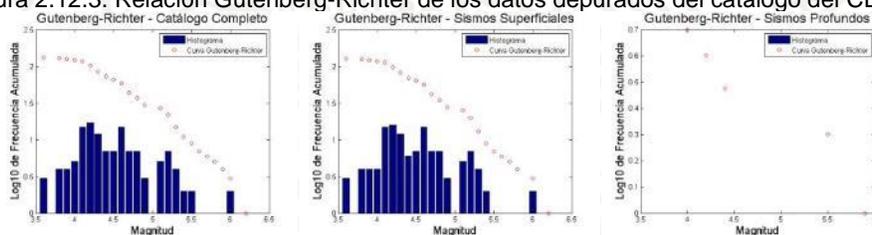


Figura 2.12.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

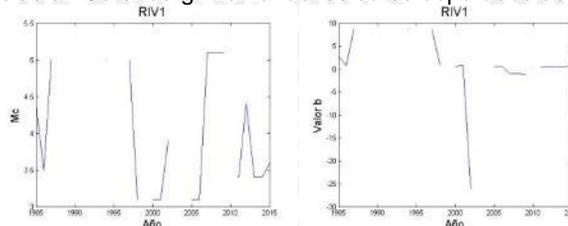


Figura 2.12.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

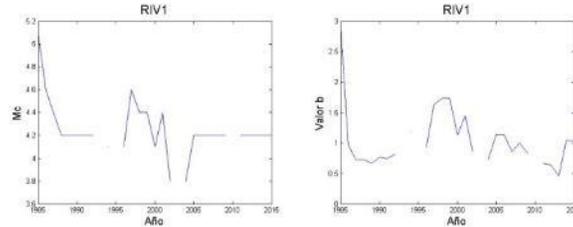


Figura 2.12.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

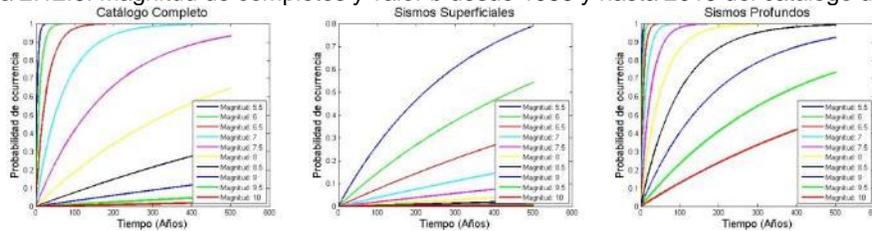


Figura 2.12.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

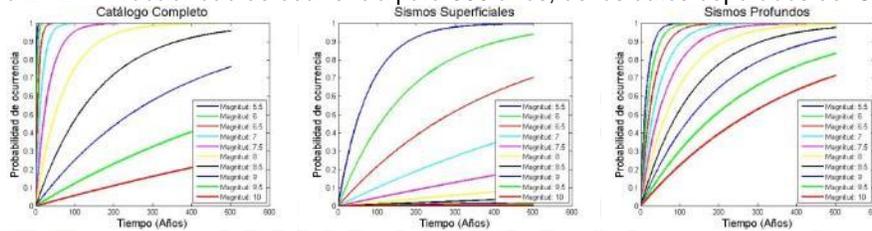


Figura 2.12.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

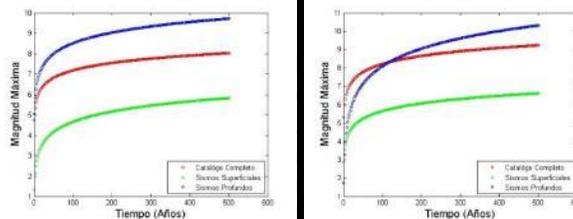


Figura 2.12.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, como puede apreciarse, hay falta de datos desde el año de 1988 y hasta el año de 1996, 1998, 2003-2004 y para el año de 2010, y por lo tanto es difícil tener una tendencia de dicho valor para esta región, sin embargo, el valor general es de 0.511, lo que significa es que es una zona de alta resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta.

2.13. RIV2

Esta región corresponde a la frontera sur de la placa Rivera. Debido a que es un régimen de falla transformante, los mecanismos de los sismos son principalmente de falla de rumbo, de profundidad somera ($h < 15$ km).

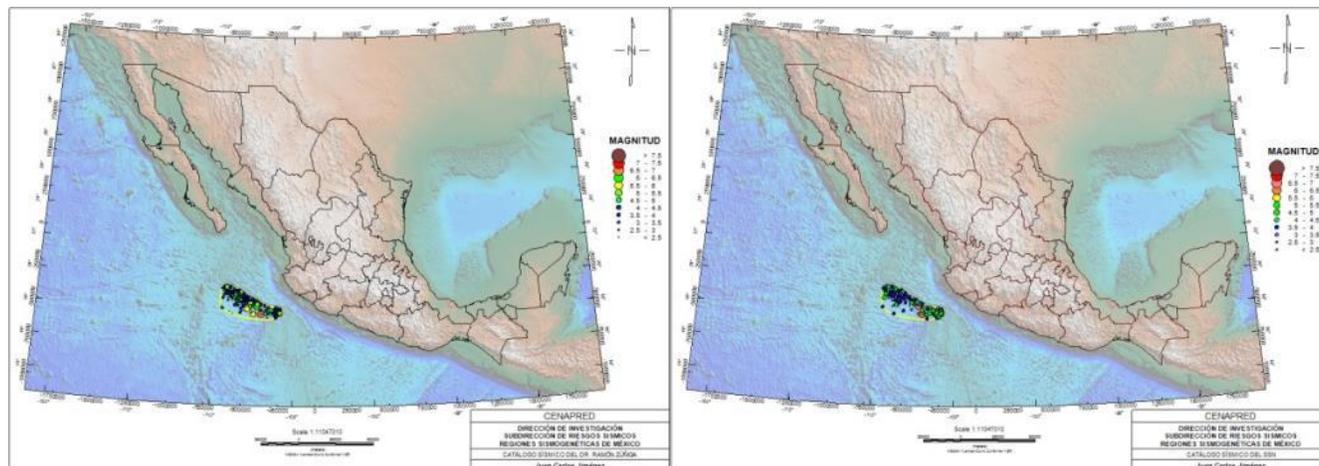


Figura 2.13.1. Región sismogénica RIV2, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de muy baja ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1925 en ambos catálogos. Además, la cantidad de datos es muy poca y aún más en el catálogo del SSN.

Tabla 2.13. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

RIV2	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.506	3.1	245	347	1.4	7	3.1	3.6	3.68	33	3	126
SSN	0.845	4.2	206	215	3.5	7	4.2	4.35	4.41	10	4	87

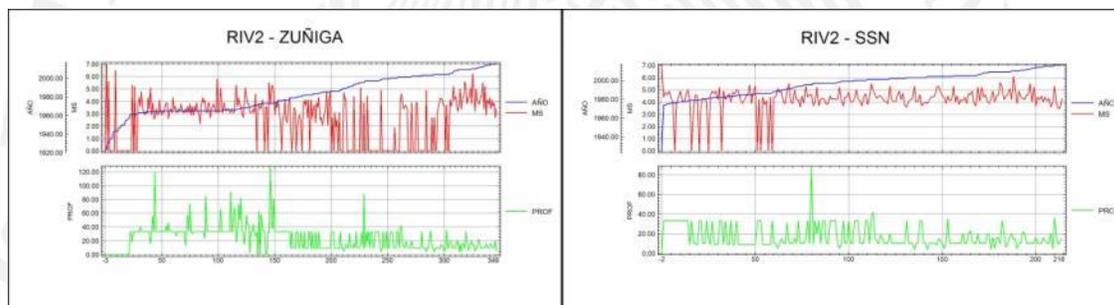


Figura 2.13.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

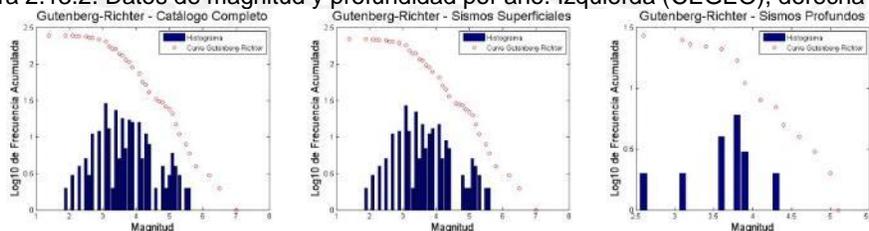


Figura 2.13.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

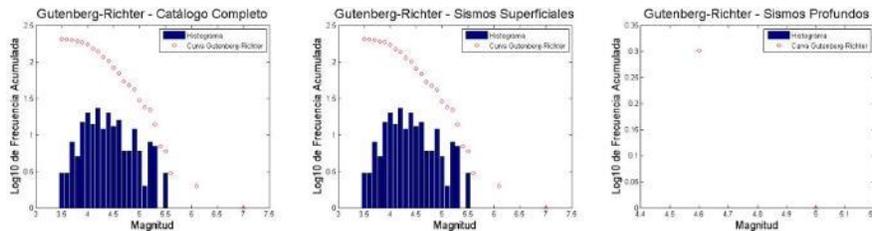


Figura 2.13.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

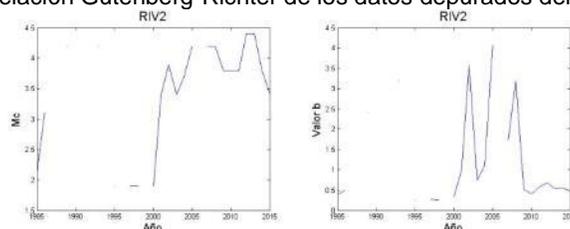


Figura 2.13.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

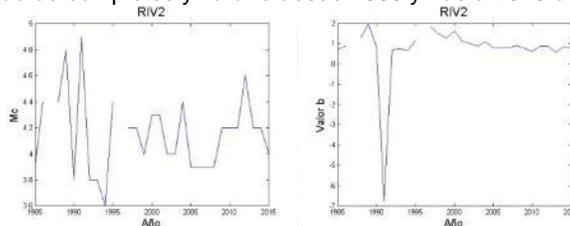


Figura 2.13.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

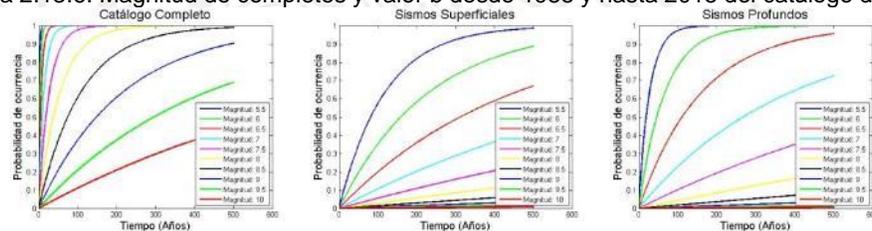


Figura 2.13.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

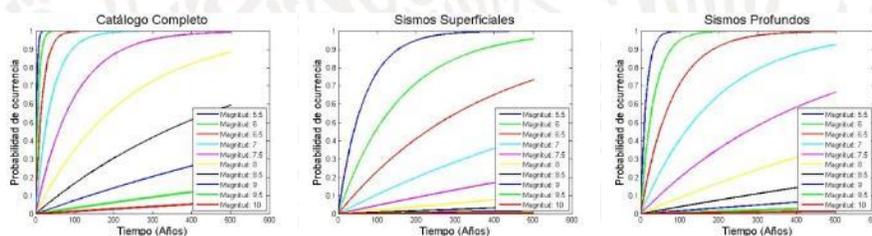


Figura 2.13.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

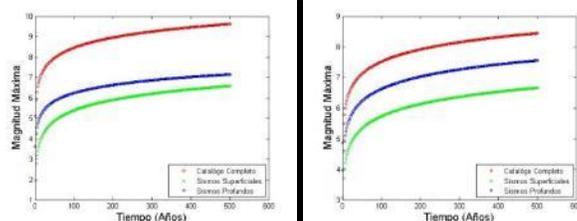


Figura 2.13.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b , como puede apreciarse, hay falta de datos desde el año de 1986 y hasta el año de 1996 y para el año 2005, y por lo tanto es difícil tener una tendencia de dicho valor para esta región, sin embargo, el valor general es de 0.506, lo que significa que es una zona de alta resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es demasiado alta.

2.14. SMO

Esta zona es una región de baja actividad, posiblemente relacionada al régimen de esfuerzo controlado por el balance entre los esfuerzos gravitacionales en la Sierra Madre Occidental y aquellos esfuerzos inducidos por la cercana interacción de las placas. También puede tener relación a la extensión de la provincia tectónica de la Fisura del Río Bravo (Río Grande Rift). Los eventos que ocurren en esta zona no han sido completamente estudiados en detalle y no se cuenta con mecanismos focales debido a la poca magnitud de los sismos. Todos los eventos de profundidad somera (< 20 km) conocidos en la región tienen magnitudes menores que 5.0. Como se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de mediana-baja ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1911 para el catálogo del CEGEO y desde 1932 para el catálogo del SSN. No hay muchos datos depurados y aún menos para el catálogo del SSN.

Tabla 2.14. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

SMO	b	M_c	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.796	2.6	1054	1110	0.1	8.2	2.6	2.7	2.73	5	1	263
SSN	1.13	3.5	1144	1165	2.3	7.8	3.5	3.5	3.58	5	1	263

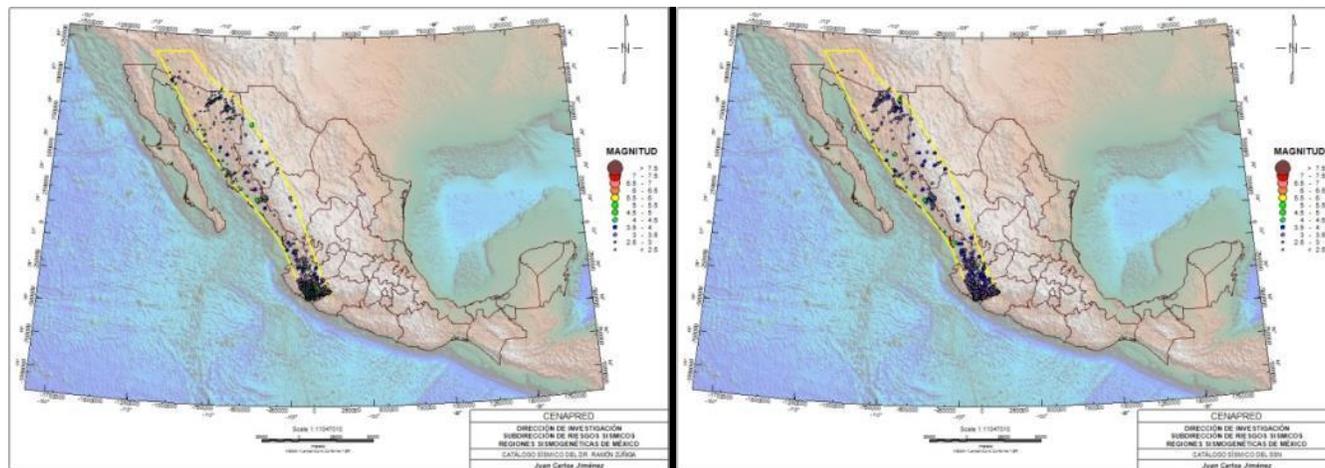


Figura 2.14.1. Región sismogénica SMO, catálogo de CECEO (izquierda) y del SSN (derecha).

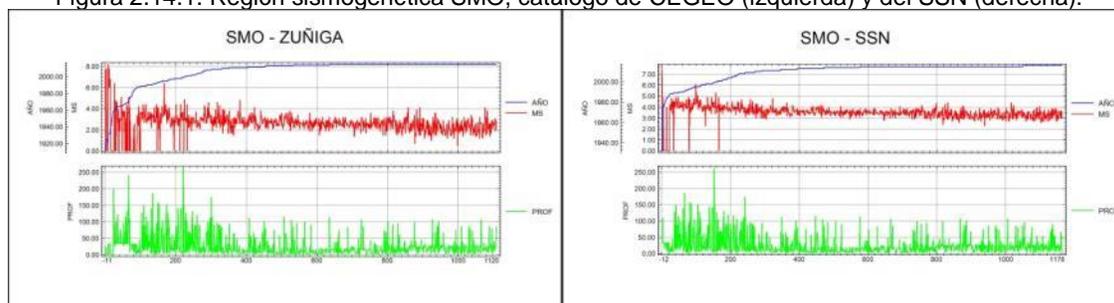


Figura 2.14.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CECEO), derecha (SSN).

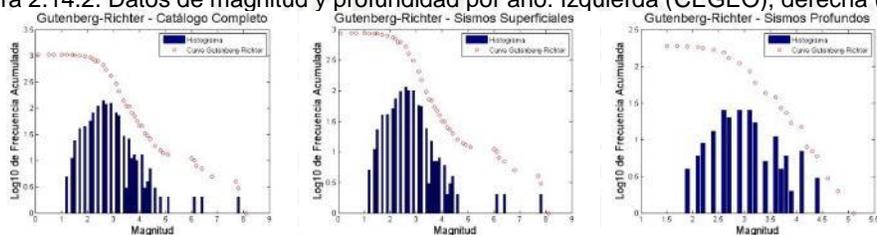


Figura 2.14.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CECEO.

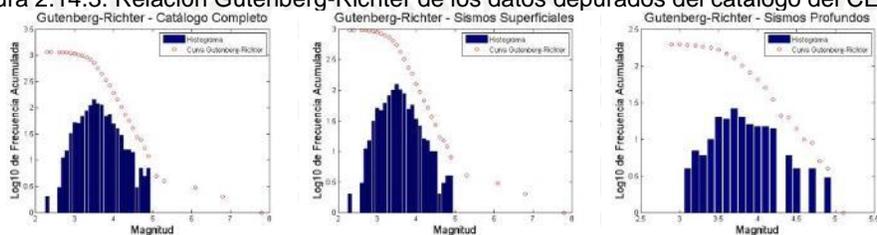


Figura 2.14.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

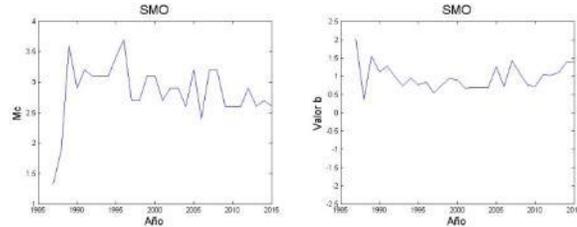


Figura 2.14.5. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

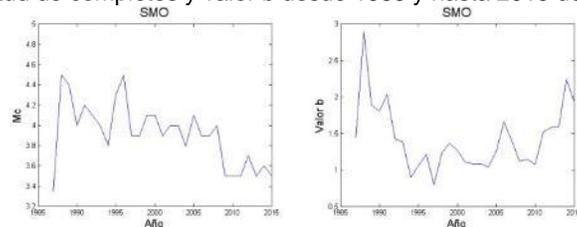


Figura 2.14.6. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

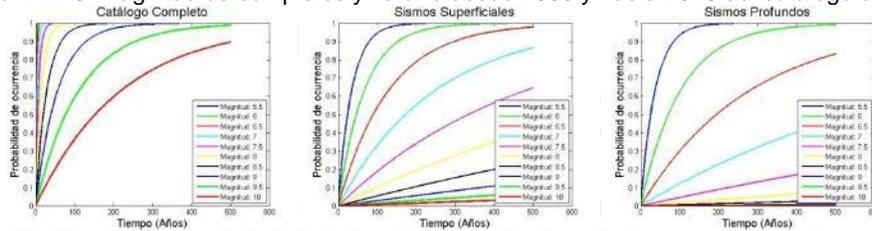


Figura 2.14.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

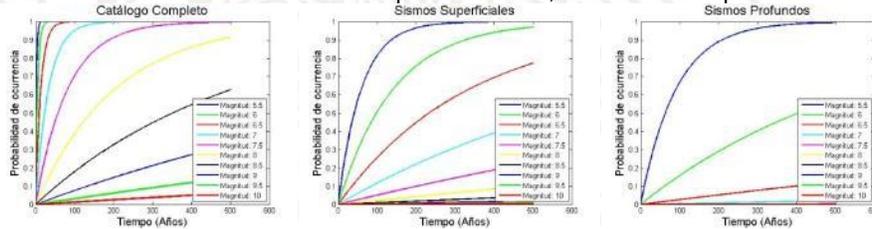


Figura 2.14.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

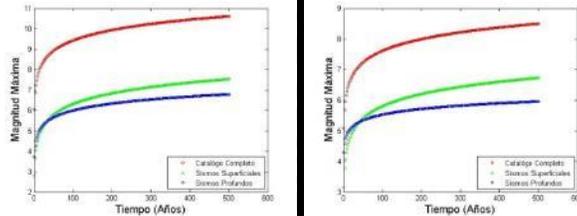


Figura 2.14.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, manteniéndose en un promedio de 0.75, y lo que implica que es una zona de alta resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es para sismos superficiales y la magnitud máxima esperada para 500 años es de 7.0.

2.15. SUB1

Esta zona comprende la subducción de la parte oriental de la placa Rivera por debajo de la Placa Norteamericana, incluyendo la mayor parte de la zona costera del estado de Jalisco y la costa occidental del estado de Colima. Los eventos son de profundidad somera ($h < 40$ km) y están relacionados a un acoplamiento intermedio. Los mecanismos focales de muchos de los eventos corresponden a fallas de tipo inverso. La periodicidad de los eventos que ocurren en esta región es menor que la de las demás regiones de subducción hacia el este. Esto se puede deber a la edad de la litosfera oceánica en esta región ya que es más joven que la de la placa de Cocos. Su potencial sísmico, sin embargo, es mayor que el del resto de la placa de Rivera al oeste.

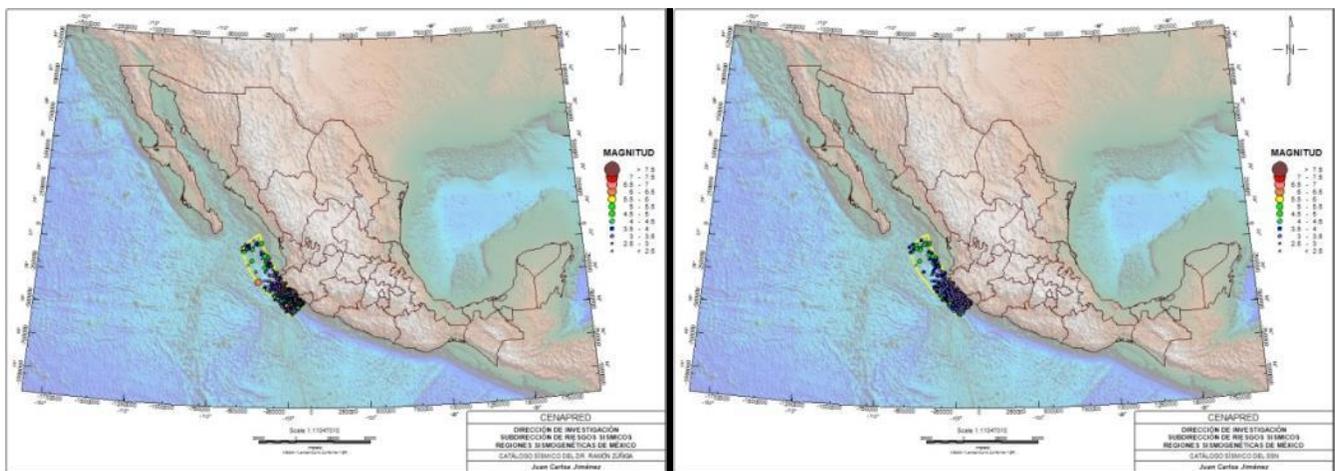


Figura 2.15.1. Región sísmogénica SUB1, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de mediana ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1921 para el catálogo del CEGEO y desde 1932 para el catálogo del SSN. Para ambos catálogos no hay muchos datos depurados.

Tabla 2.15. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

SUB1	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.572	2.9	773	858	1.7	8	2.9	3.1	3.28	16	1	231
SSN	0.831	3.7	814	849	2.6	7	3.7	3.9	3.99	16	1.5	137

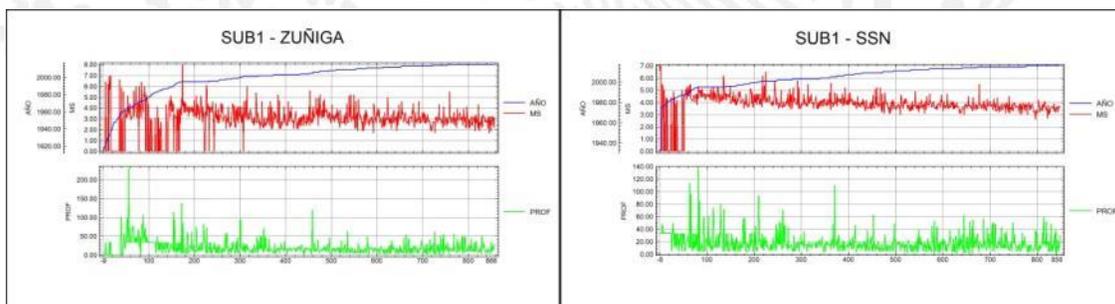


Figura 2.15.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

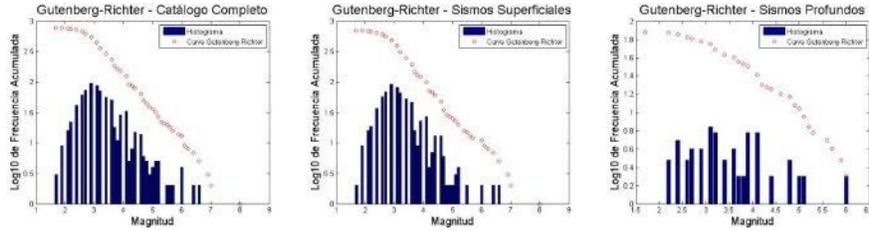


Figura 2.15.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CECEO.

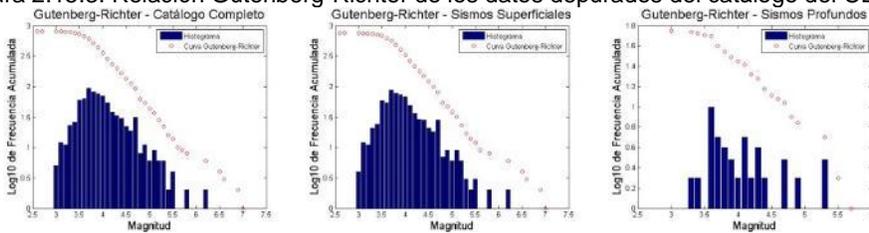


Figura 2.15.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

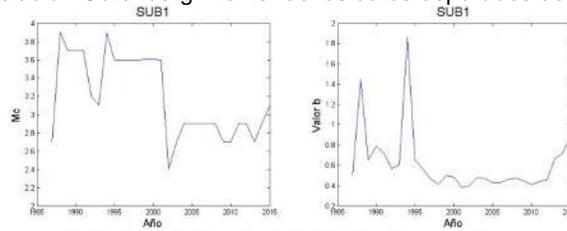


Figura 2.15.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CECEO.

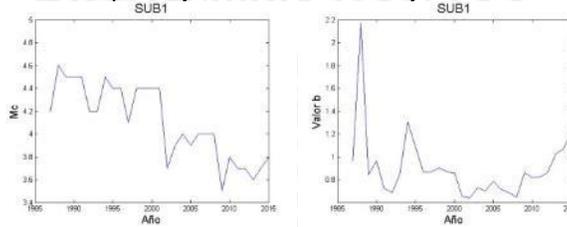


Figura 2.15.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

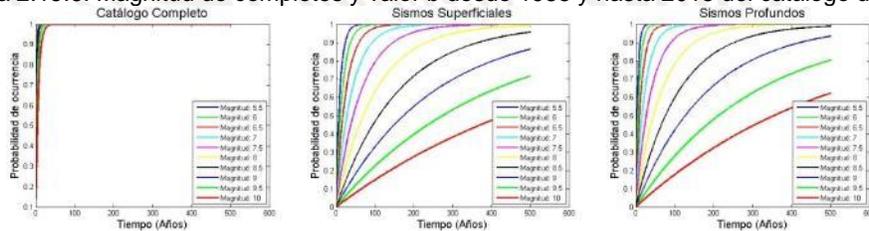


Figura 2.15.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CECEO.

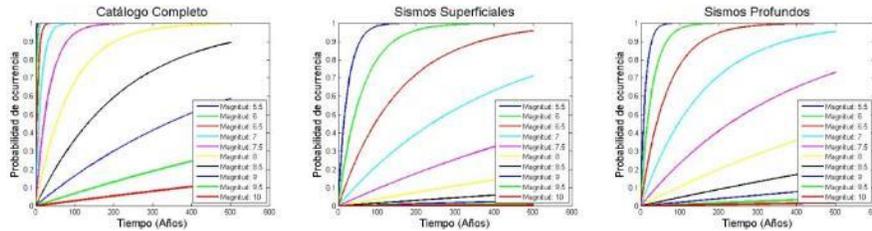


Figura 2.15.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

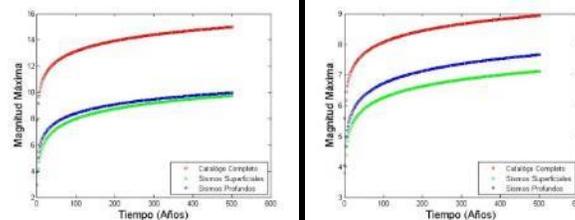


Figura 2.15.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores no muy fluctuantes, con excepción del año 1988 y 1994, en donde se dispararon por arriba de 1.0, pero manteniéndose en un promedio de 0.5, y lo que implica que es una zona de alta resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es tanto para sismos superficiales como para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es de 9.0.

2.16. SUB2

Corresponde a la zona de mayor acoplamiento entre Cocos y Norteamérica y comprende las áreas costeras de los estados de Colima, Michoacán, Guerrero y el occidente de Oaxaca. Los eventos son de profundidad somera ($h < 40$ km) relacionados a un fuerte acoplamiento. Esta zona presenta las más alta periodicidad de sismos de magnitud $M > 7.0$. La zona muestra un mayor deslizamiento acumulado con respecto al tiempo, comparado con los segmentos de subducción vecinos, ocasionados por la mencionada alta frecuencia de ocurrencia. En esta región ocurrieron los sismos devastadores del 19 y 21 de septiembre de 1985 de magnitudes de 8.1 y 7.6 respectivamente.

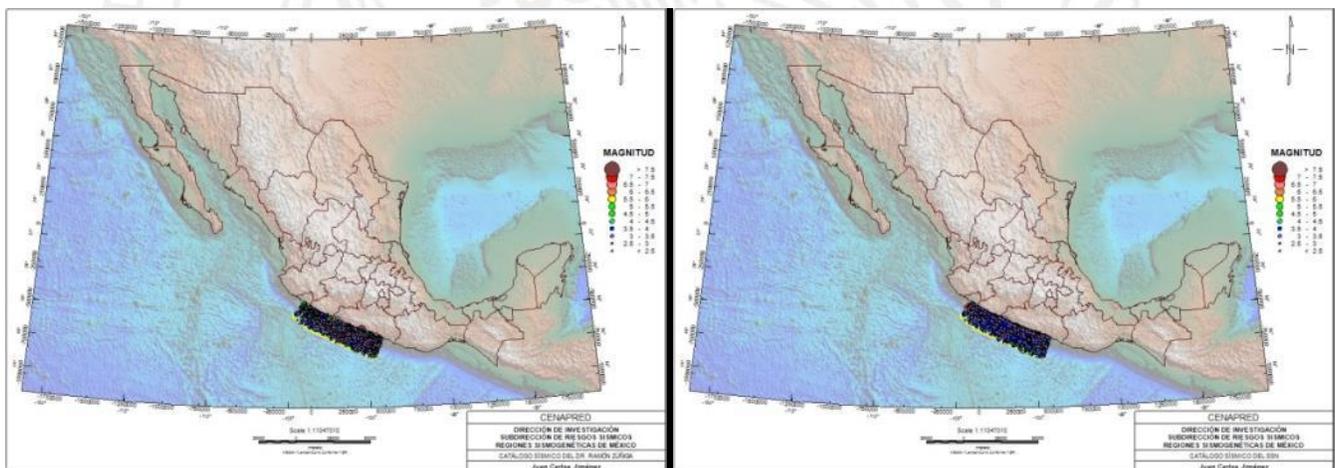


Figura 2.16.1. Región sismogénica SUB2, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de alta ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1899 para el catálogo del CEGEO y desde 1908 para el catálogo del SSN. Para ambos catálogos, el número de datos depurados es grande.

Tabla 2.16. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

SUB2	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.572	2.9	8387	10243	0.4	7.9	2.9	2.7	2.83	5	0.1	338
SSN	1.23	3.7	8900	10658	2.2	7.6	3.7	3.7	3.77	5	1	338

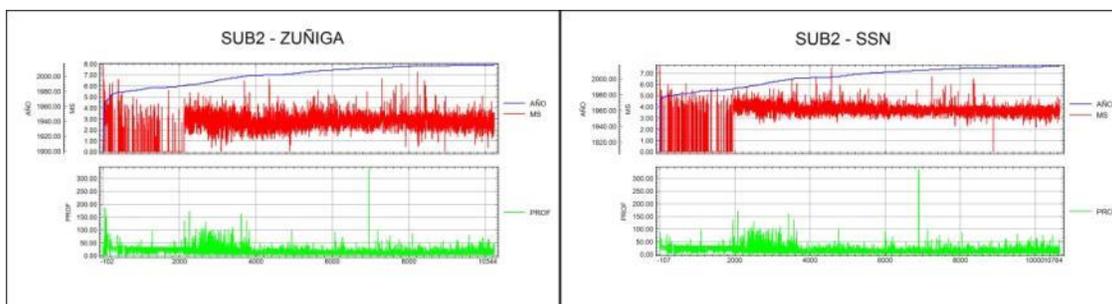


Figura 2.16.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

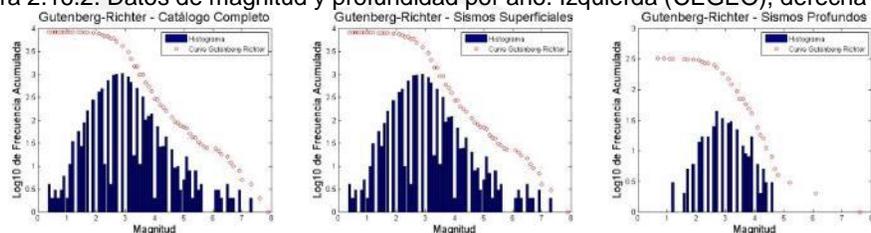


Figura 2.16.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

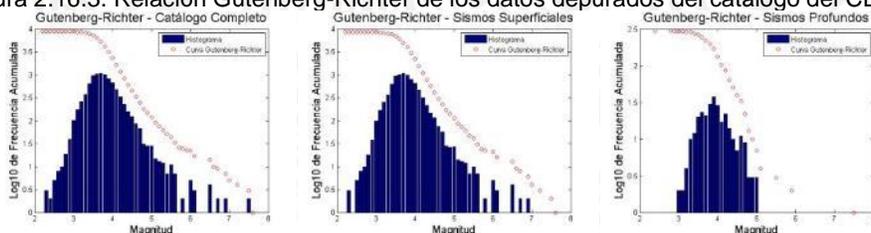


Figura 2.16.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

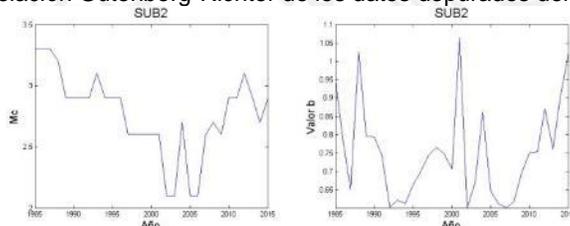


Figura 2.16.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

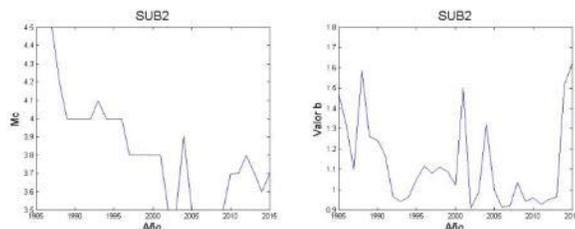


Figura 2.16.6. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

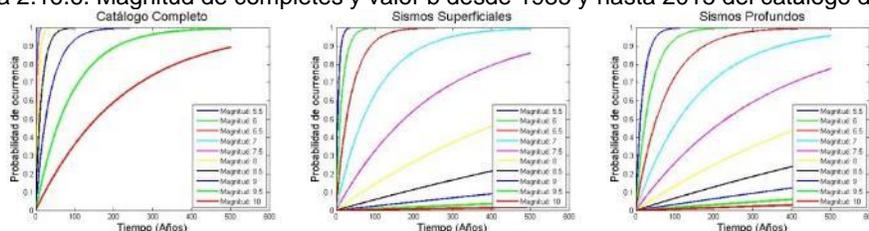


Figura 2.16.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

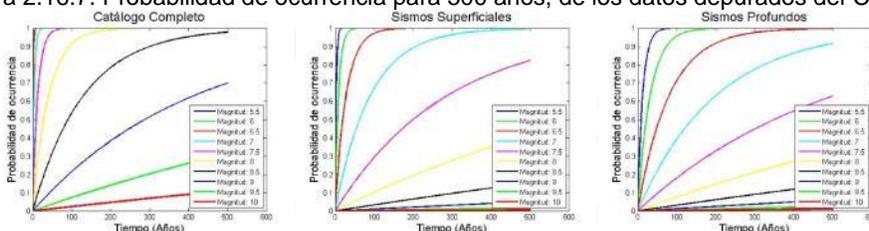


Figura 2.16.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

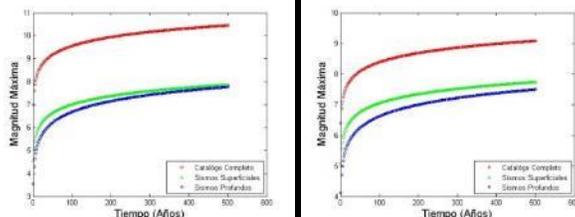


Figura 2.16.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores muy fluctuantes, pero con un promedio de 0.5, y lo que implica que es una zona de alta resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es tanto para sismos superficiales como para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es de 8.0 y es mayor para el catálogo del CEGEO.

2.17. SUB3

Zona de transición en la convergencia de las placas de Cocos-Norteamérica. Los eventos son de profundidad somera ($h < 40$ km) relacionados a un fuerte acoplamiento. El lindero occidental está basado en un cambio brusco de sismicidad, las características generales de las fuentes sísmicas y en la diferencia en rasgos tectónicos que se presentan alrededor de los 99° W de longitud. Su frontera oriental se definió con base en otro cambio de sismicidad, así como por ser el sitio en donde la cordillera submarina de Tehuantepec interseca a la trinchera.

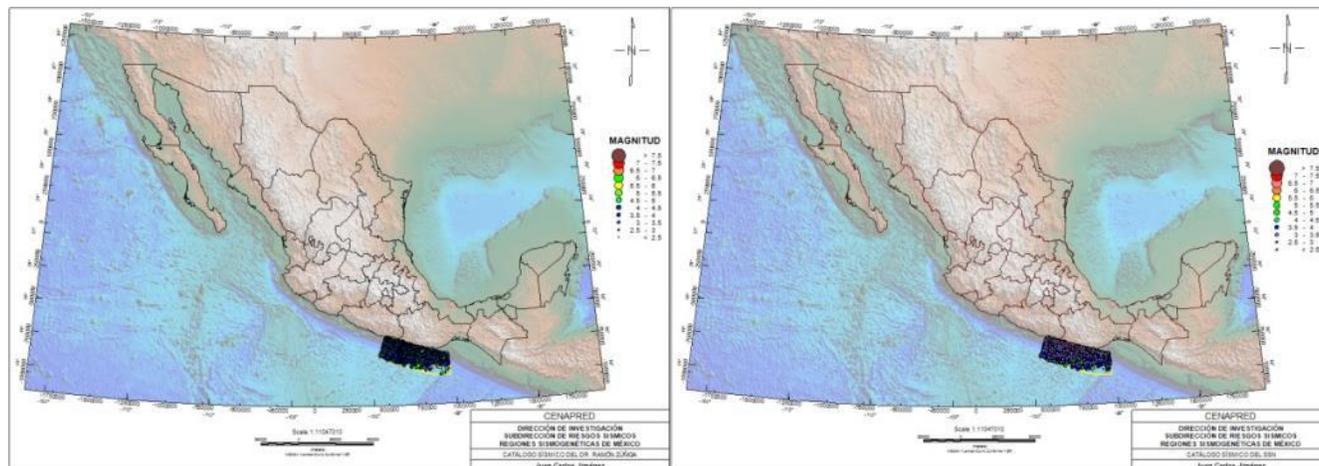


Figura 2.17.1. Región sismogénica SUB3, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de alta ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1917 para ambos catálogos. Para ambos catálogos, el número de datos depurados es grande.

Tabla 2.17. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

SUB3	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.89	2.9	8627	10419	0.1	7.3	2.9	2.9	3	5	1	274
SSN	1.13	3.7	9076	10734	2.3	7.1	3.7	3.8	3.86	5	1	223

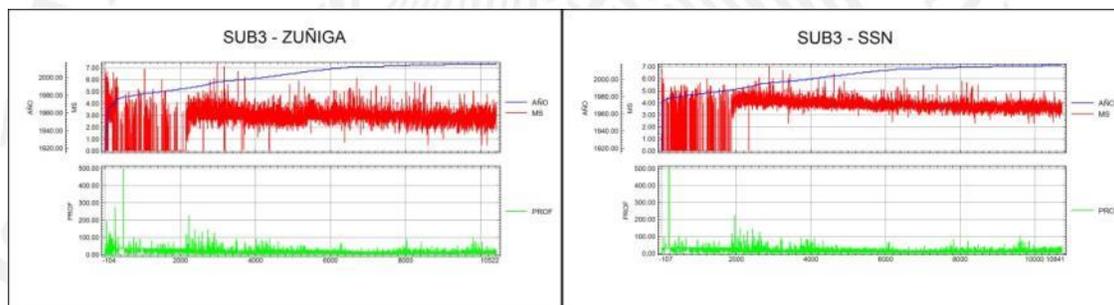


Figura 2.17.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

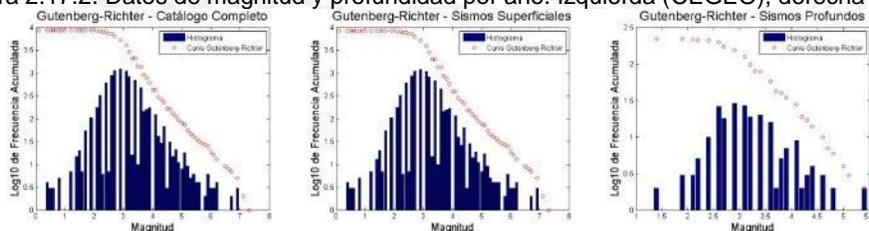


Figura 2.17.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

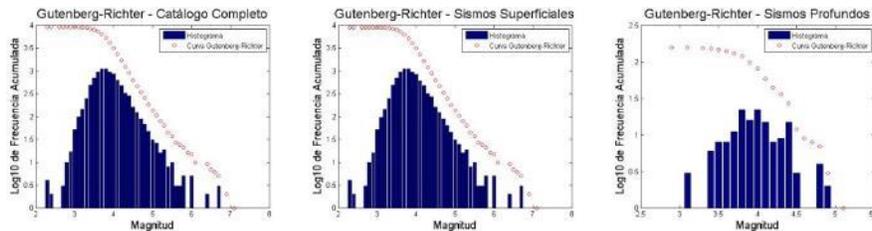


Figura 2.17.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

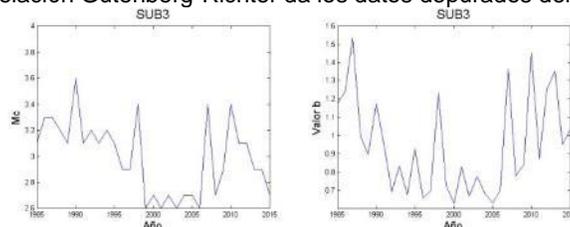


Figura 2.17.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

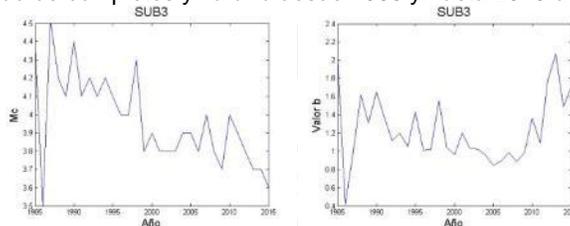


Figura 2.17.6. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.



Figura 2.17.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.



Figura 2.17.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

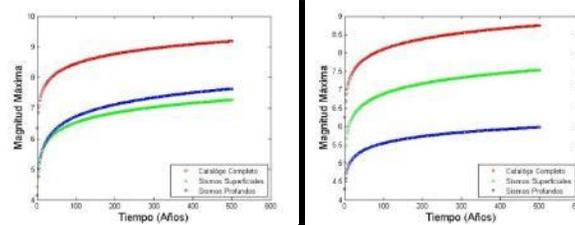


Figura 2.17.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, ha tenido valores muy fluctuantes, pero con un promedio de 0.85, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es tanto para sismos superficiales como para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es muy grande. La tendencia en la magnitud máxima para sismos superficiales y profundos del catálogo del CEGEO, es muy parecida.

2.18. SUB4

La frontera occidental de esta zona corresponde al lugar donde la subducción cambia de carácter, ya que el ángulo de subducción varía de 15° en promedio, al oeste de este punto, a aproximadamente 35° en promedio hacia el este. También corresponde a un cambio en la placa suprayacente, de Norteamérica a Caribe. La llamada Brecha de Tehuantepec se localiza dentro de la zona SUB4, la cual se caracteriza por ausencia de sismos de magnitud $MS \geq 7.0$. No se conoce si esta región tiene un periodo de recurrencia anormalmente grande, o bien, si es una porción de la zona de subducción de comportamiento asísmico. De cualquier forma, no se puede dejar de considerar la posibilidad de ocurrencia de un sismo grande.

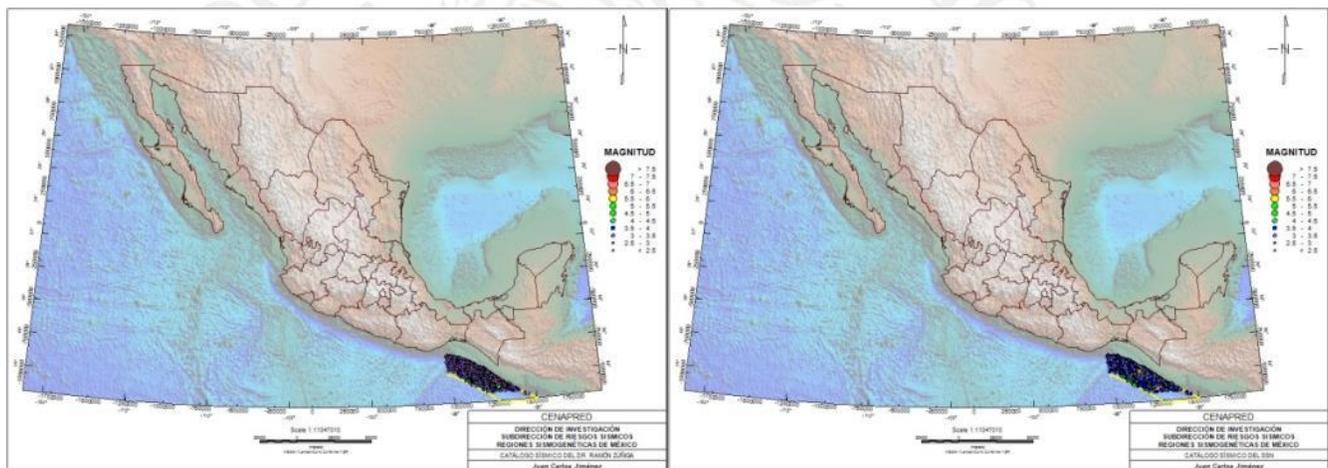


Figura 2.18.1. Región sismogénica SUB4, catálogo de CEGEO (izquierda) y del SSN (derecha).

Cómo se puede observar, el número de eventos depurados entre un catálogo y otro, varía muy poco, y además la cantidad de sismos registrados en la zona es de mediana ocurrencia, considerando que hay registros desde el año de 1959 para el catálogo del CEGEO y desde 1961 para el catálogo del SSN. Para ambos catálogos, el número de datos depurados es grande.

Tabla 2.18. Comparación de resultados de los catálogos depurados del CEGEO y del SSN.

SUB4	b	Mc	Eventos	Eventos Completos	Min	Max	Mode	Median	Mean	Prof_moda	Pmin	Pmax
CEGEO	0.757	3.2	3912	5808	0.8	6.7	3.2	3.4	3.51	20	1	272
SSN	1.1	4.0	3950	5787	3.1	6.8	4	4.1	4.16	20	1	272

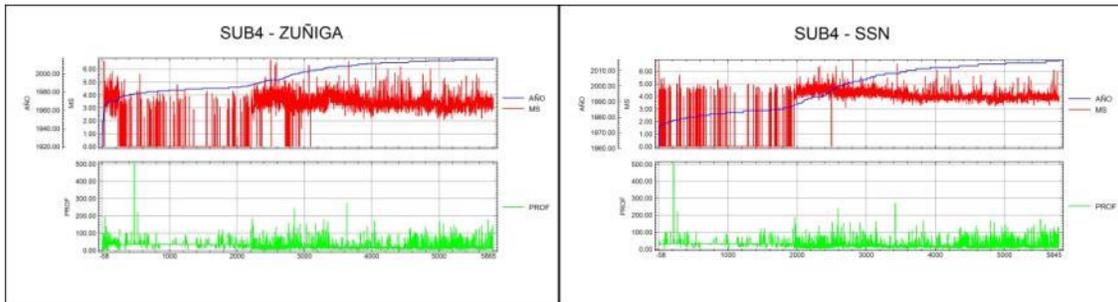


Figura 2.18.2. Datos de magnitud y profundidad por año. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

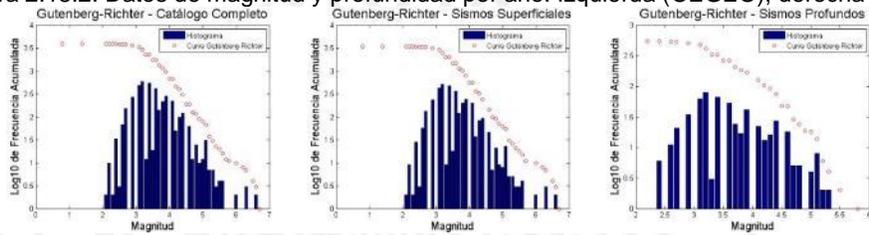


Figura 2.18.3. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del CEGEO.

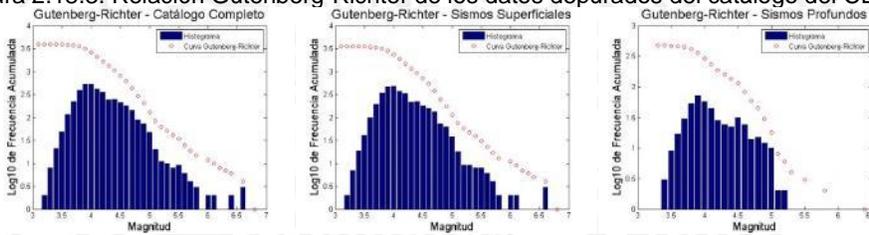


Figura 2.18.4. Relación Gutenberg-Richter de los datos depurados del catálogo del SSN.

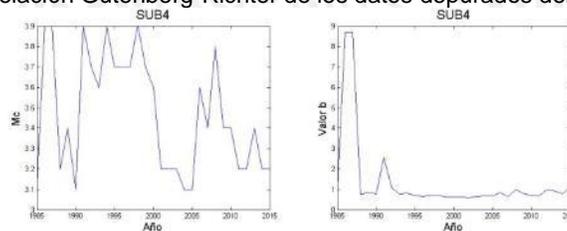


Figura 2.18.5. Magnitud de completos y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del CEGEO.

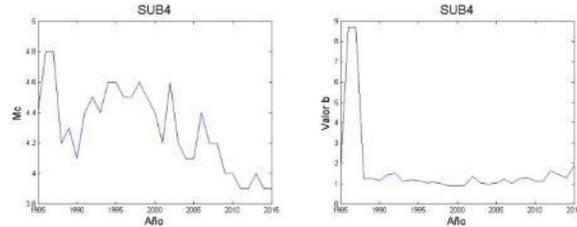


Figura 2.18.6. Magnitud de completes y valor b desde 1985 y hasta 2015 del catálogo del SSN.

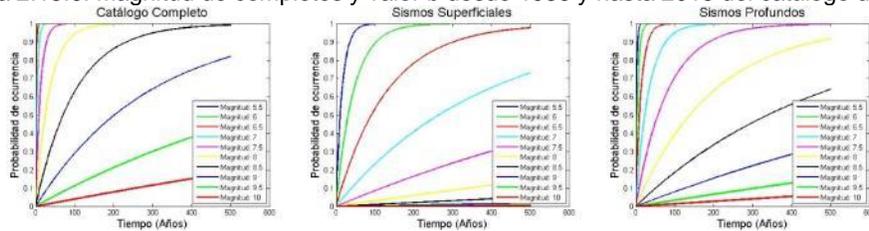


Figura 2.18.7. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del CEGEO.

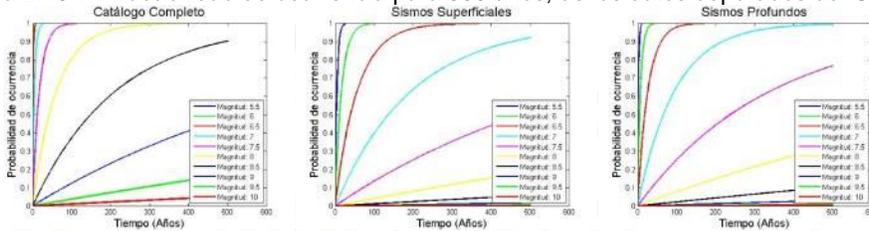


Figura 2.18.8. Probabilidad de ocurrencia para 500 años, de los datos depurados del SSN.

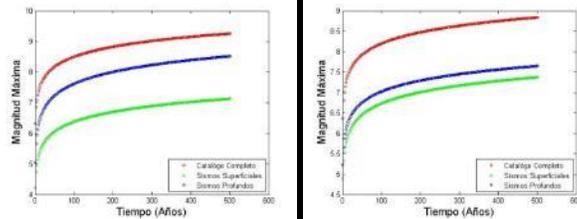


Figura 2.18.9. Magnitud máxima esperada para 500 años. Izquierda (CEGEO), derecha (SSN).

En el valor b, desde 1985 y hasta el año 2015, no ha tenido valores muy fluctuantes, con excepción de los años de 1986 y 1987, los cuales aparentemente se han disparado y por la magnitud del valor, parecen ser debido a alguna anomalía, aunque con un promedio de 0.9, y lo que implica que es una zona de mediana resistencia. La mayor probabilidad de ocurrencia para esta zona es tanto para sismos superficiales como para sismos profundos y la magnitud máxima esperada para 500 años es de 9 para el catálogo con los sismos totales.

3. CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo de realizar una investigación sobre peligro y riesgo sísmico para diferentes regiones sismogénicas de la República Mexicana, con información de catálogos de sismos desde la era instrumental y no solamente con la información que se encuentra disponible en la página del SSN, la cual data solamente desde 1990 al presente. El valor b nos da información de ciertas propiedades físicas tal como el esfuerzo y el tamaño promedio de las fracturas en un volumen tectónico. El valor b es inversamente proporcional a la acumulación de esfuerzos, por lo cual se esperaría tener menores valores de b en las zonas de fuerte acoplamiento; como por ejemplo, las zonas de subducción consideradas en este estudio.

En las tablas 3.1 y 3.2 se muestra un resumen de los resultados mostrados en el capítulo anterior de cada una de las regiones sismogénicas y de ambos catálogos utilizados en el presente trabajo.

Tabla 3.1. Datos estadísticos del catálogo del CEGEO.

#	Región	b	a	Mc	a anual	Intervalo de tiempo	Eventos	Min	Max	Mode	Median	Mean
1	SUB1	0.572 +/- 0.02	4.4	2.9	2.42	1921-2015	773	1.7	8	2.9	3.1	3.28
2	SUB2	0.932 +/- 0.02	6.32	2.9	4.25	1899-2015	8387	0.4	7.9	2.9	2.7	2.83
3	SUB3	0.89 +/- 0.01	6.3	2.9	4.31	1917-2015	8627	0.1	7.3	2.9	2.9	3
4	SUB4	0.757 +/- 0.01	5.88	3.2	4.13	1959-2015	3912	0.8	6.7	3.2	3.4	3.51
5	IN1	0.823 +/- 0.02	5.67	2.9	3.61	1900-2015	3608	0.3	8.2	2.9	2.9	2.91
6	IN2	0.699 +/- 0.02	6.16	2.7	3.14	1910-2015	2845	0.2	7.8	2.7	2.9	2.93
7	IN3	0.876 +/- 0.01	6.59	3.1	4.54	1902-2015	13787	0.2	7.8	3.1	3.1	3.1
8	BC1	0.509 +/- 0.008	4.27	1.4	2.21	1902-2015	4679	0.1	7.1	1.4	1.8	1.96
9	BC2	0.361 +/- 0.003	4.55	1.4	2.49	1901-2015	12567	0.1	7.2	1.4	2.3	2.38
10	SMO	0.796 +/- 0.04	4.9	2.6	2.88	1911-2015	1054	0.1	8.2	2.6	2.7	2.73
11	MVB	0.815 +/- 0.02	5.64	2.9	3.61	1908-2015	3749	0.1	8	2.9	2.9	2.86
12	NAM	0.789 +/- 0.006	6.55	2.9	4.5	1902-2015	30819	0.1	7.8	2.9	2.9	3.01
13	RIV1	0.511 +/- 0.03	4.03	3.9	2.1	1931-2015	193	1.9	6.2	3.6	3.9	4.1
14	RIV2	0.506 +/- 0.03	3.88	3.1	1.92	1925-2015	245	1.4	7	3.1	3.6	3.68
15	GMX	0.758 +/- 0.06	4.58	3.2	2.74	1946-2015	292	0.8	6.4	3.2	3.1	3.14
16	BB	0.819 +/- 0.03	4.59	2.4	2.9	1966-2015	650	0.2	4.6	2.4	2.6	2.52
17	BAR	1.08 +/- 0.1	5.89	3.4	3.95	1928-2015	440	0.4	6.4	3.4	3.1	3.05
18	General	0.745 +/- 0.004	6.77	2.9	4.7	1899-2015	77594	0.1	8.2	2.9	2.9	2.85

Tabla 3.2. Datos estadísticos del catálogo del SSN.

#	Región	b	a	Mc	a anual	Intervalo de tiempo	Eventos	Min	Max	Mode	Mediar	Mean
1	SUB1	0.831 +/- 0.03	5.86	3.7	3.94	1932-2016	814	2.6	7	3.7	3.9	3.99
2	SUB2	1.23 +/- 0.02	8.26	3.7	6.23	1908-2016	8900	2.2	7.6	3.7	3.7	3.77
3	SUB3	1.13 +/- 0.01	7.98	3.7	5.99	1917-2016	9076	2.3	7.1	3.7	3.8	3.86
4	SUB4	1.1 +/- 0.02	7.8	4	6.07	1961-2016	3950	3.1	6.8	4	4.1	4.16
5	IN1	1.2 +/- 0.03	7.81	3.7	5.75	1900-2016	3878	1.8	8.2	3.7	3.7	3.75
6	IN2	1.25 +/- 0.05	7.94	3.8	5.92	1910-2016	2986	1.2	7.8	3.8	3.8	3.8
7	IN3	1.18 +/- 0.01	8.43	3.8	6.37	1902-2016	14182	1.8	7.9	3.8	3.8	3.87
8	BC1	1.13 +/- 0.05	6.7	3.5	4.64	1902-2016	1050	1.5	7.1	3.5	3.5	3.37
9	BC2	0.908 +/- 0.02	6.8	3.6	4.74	1901-2016	5261	1.8	7.2	3.6	3.7	3.76
10	SMO	1.13 +/- 0.04	6.82	3.5	4.9	1932-2016	1144	2.3	7.8	3.5	3.5	3.58
11	MVB	1.28 +/- 0.04	8.16	3.8	6.13	1908-2016	4051	1.2	8.1	3.8	3.7	3.74
12	NAM	1.2 +/- 0.01	8.81	3.8	6.75	1902-2016	32484	1.8	7.9	3.8	3.8	3.81
13	RIV1	0.76 +/- 0.06	5.2	4.2	3.57	1974-2016	133	3.6	6.2	4.2	4.4	4.55
14	RIV2	0.845 +/- 0.06	5.69	4.2	3.73	1925-2015	206	3.5	7	4.2	4.35	4.41
15	GMX	1.33 +/- 0.1	7.45	3.9	5.69	1959-2016	299	2	6.4	3.9	3.9	3.92
16	BB	1.25 +/- 0.05	6.96	3.5	5.36	1976-2016	704	1.8	5.1	3.5	3.5	3.48
17	BAR	1.97 +/- 0.1	10.1	4	8.49	1975-2016	451	1.5	5.4	4	3.8	3.77
18	General	1.13 +/- 0.006	8.87	3.8	6.8	1900-2016	69447	1.2	8.2	3.8	3.8	3.8

De los resultados que se muestran en las tablas 3.2 y 3.2 se realizaron las figuras 3.1 a 3.3, en donde se puede observar la diferencia entre ambos catálogos respecto al valor b y magnitud de completos, así como, la diferencia entre los datos completos menos los datos depurados.

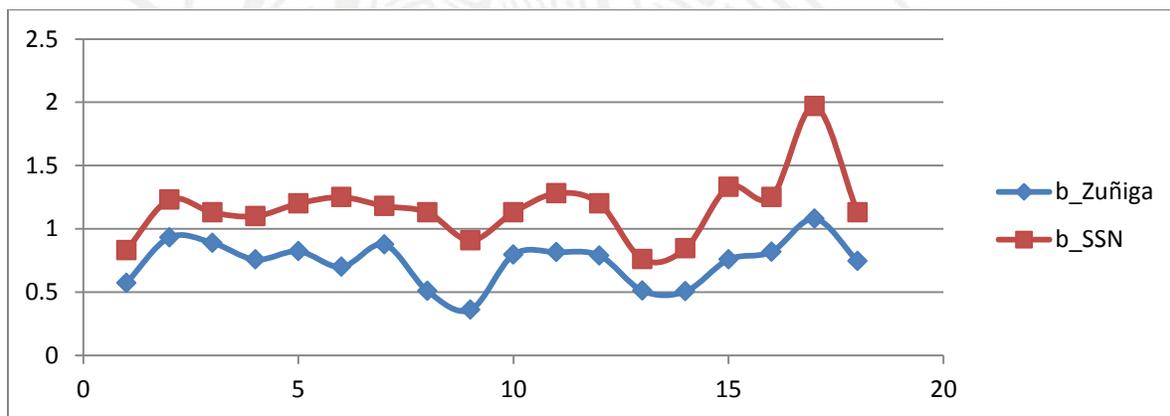


Figura 3.1. Valor b de las regiones sísmicas de las tablas 3.1 (CEGEO) y 3.2 (SSN).

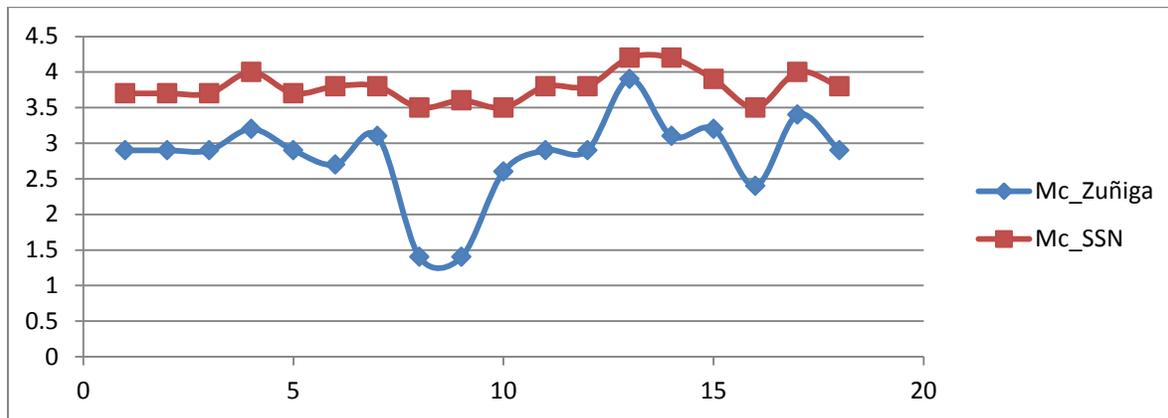


Figura 3.2. Magnitud de completos (Mc) de las regiones sísmogenéticas de las tablas 3.1 (CEGEO) y 3.2 (SSN).

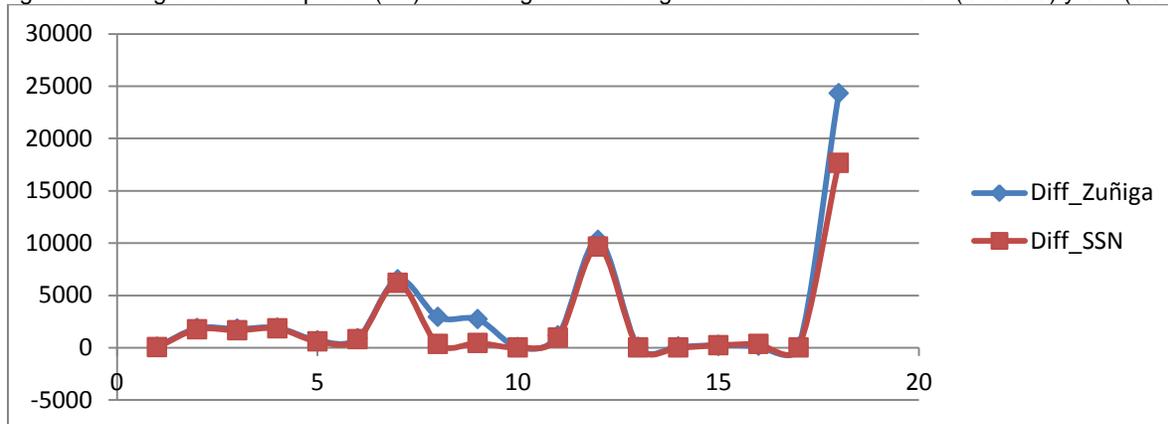


Figura 3.3. Diferencia entre la cantidad de datos completos y depurados de las regiones sísmogenéticas de las tablas 3.1 (CEGEO) y 3.2 (SSN).

En las gráficas comparativas que se observan en las figuras 3.1 a 3.3 no hay una correlación lineal debido a que cada región sísmogenética es aislada respecto a la respuesta en magnitud tanto del valor b, como de la magnitud de completos, sin embargo, se realizaron con la finalidad de ver la diferencia en la disparidad entre ambos catálogos para una mejor interpretación.

Aunque en los datos del catálogo del SSN no se homogeneizaron las magnitudes, los histogramas del SSN se ven más uniformes que los histogramas obtenidos del catálogo del CEGEO.

En el catálogo depurado del CEGEO (eliminando magnitudes de cero), predominan muchos valores pequeños, cercanos al cero y menores que la unidad, como puede observarse en los histogramas, a diferencia de los datos del SSN, en donde las magnitudes más pequeñas están por encima de la unidad.

Aunque en la magnitud del valor b del catálogo del CEGEO, son menores en la magnitud de los resultados del valor b del catálogo del SSN, existe una tendencia muy similar en los datos por año, así como en el resultado general por cada región sísmogenética. De la misma manera, en los resultados de la magnitud de completos, ocurre algo muy similar para ambos catálogos, en donde la magnitud de completos siempre es mayor en el catálogo del CEGEO que en catálogo del SSN, con excepción de BC1 y BC2, en donde resultó con una magnitud mucho más pequeña y en donde se pierde un poco la similitud de la tendencia entre ambos catálogos.

Aunque en las regiones BC1 y BC2 es en donde se aprecia la mayor diferencia tanto en la cantidad de sismos entre un catálogo y otro, sobre todo en la magnitud de completos, sin embargo, sin perder la tendencia. En dichas regiones (BC1 y BC2), es en donde se utilizó seguramente más información que del SSN, por la RESNOM, por lo tanto, seguramente hay cierta disparidad en los resultados entre ambos catálogos.

Para el catálogo del CEGEO, las regiones sismogénicas que presentan valores mayores de b ($b \geq 0.78$) son: SUB2, SUB3, IN1, IN3, SMO, MVB, NAM, BB Y BAR, indicando que las zonas son de menor acumulación de esfuerzos, mientras que las regiones con valores menores de b ($b < 0.78$) son: SUB1, SUB4, IN2, BC1, BC2, RIV1, RIV2 y GMX, que corresponden a zonas de mayor acumulación de esfuerzos. Así mismo, la región BAR, es la única región que sobrepasa la unidad ($b = 1.08$). Sin embargo, también tenemos que las zonas RIV1 y RIV2 presentan valores de b bajos y BAR con un valor de b alto, aun cuando no se consideran zonas de fuerte acoplamiento. Atribuimos este resultado a que estas últimas zonas tienen poca densidad de datos y este aspecto claramente perjudica el cálculo estadístico, no siendo estimaciones fiables del valor b .

Para el catálogo del SSN, las regiones sismogénicas que presentan valores mayores de b ($b \geq 0.78$) solo es RIV1 y las regiones con valor b menores a la unidad ($0.78 < b < 1$), son: SUB1, BC2 y RIV2; y finalmente, las regiones con valor b mayores a la unidad ($b > 1$) son: SUB2, SUB3, SUB4, IN1, IN2, IN3, BC1, SMO, MVB, NAM, GMX, BB y BAR. Cabe resaltar que la región BAR, es la que tiene el valor más alto ($b = 1.97$).

¿Realmente funciona la interpretación de una región sismogénica al homogeneizar las magnitudes? En el catálogo del CEGEO, hubo demasiados eventos depurados, es decir, con demasiadas magnitudes de cero, así como datos con magnitudes muy pequeñas que no rebasan la unidad. Así mismo, por ejemplo, las regiones SUB3 y SUB4, así como IN3 se encuentran en una zona con una de las tasas de mayor sismicidad del país y en donde predominan sismos.

Aunque el catálogo del CEGEO tiene magnitudes homogeneizadas, sin datos repetidos y sin replicas, y además es en teoría más completo porque se fusionó con información de otros catálogos, no hay un gran cambio, con excepción en la proporción de la magnitud tanto del valor b como de la magnitud de completos.

En algunos casos, comparando ambos catálogos, la magnitud máxima esperada, es mayor en sismos profundos, mientras que para el otro catálogo es para sismos superficiales y viceversa.

4. REFERENCIAS

Manual de diseño de obras civiles. Comisión Federal de Electricidad. México, 2015.

Mendoza, Avith, 2012. Estudio de la estabilidad del valor b para regiones sismotectónicas de México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Utsu, T. (1965). A method for determining the value of b in a formula $\log n = a - bM$ showing the magnitude frequency for earthquakes, Geophys. Bull. Hokkaido Univ., 13, pp. 99-103. Utsu, T. (1966). A statistical significance test of the difference in b-value between two earthquake groups. Journal of Physics of the Earth, 14(2), 37-40.

Utsu, T. (1992). On seismicity, in Report of the Joint Research Institute for Statistical Mathematics, Institute for Statistical Mathematics, Tokyo, pp. 139-157.

Utsu, T. (1999). Representation and analysis of the earthquake size distribution: a historical review and some new approaches, PAGEOP, 155, 509-535.

León Loya, 2014. Estado y clasificación de la microsismicidad en la parte central de la sierra madre oriental. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Zúñiga, F.R., Suárez, Figueroa, A., Mendoza, A., 2017. A first-order sismotectonic regionalization of Mexico for seismic hazard and risk estimation. Journal of Seismology.

Zúñiga, F.R., Suárez, G., Ordaz, M. y García-Acosta, V., 1997. Proyecto: Peligro Sísmico en Latinoamérica y el Caribe, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, proyecto 89-0190.