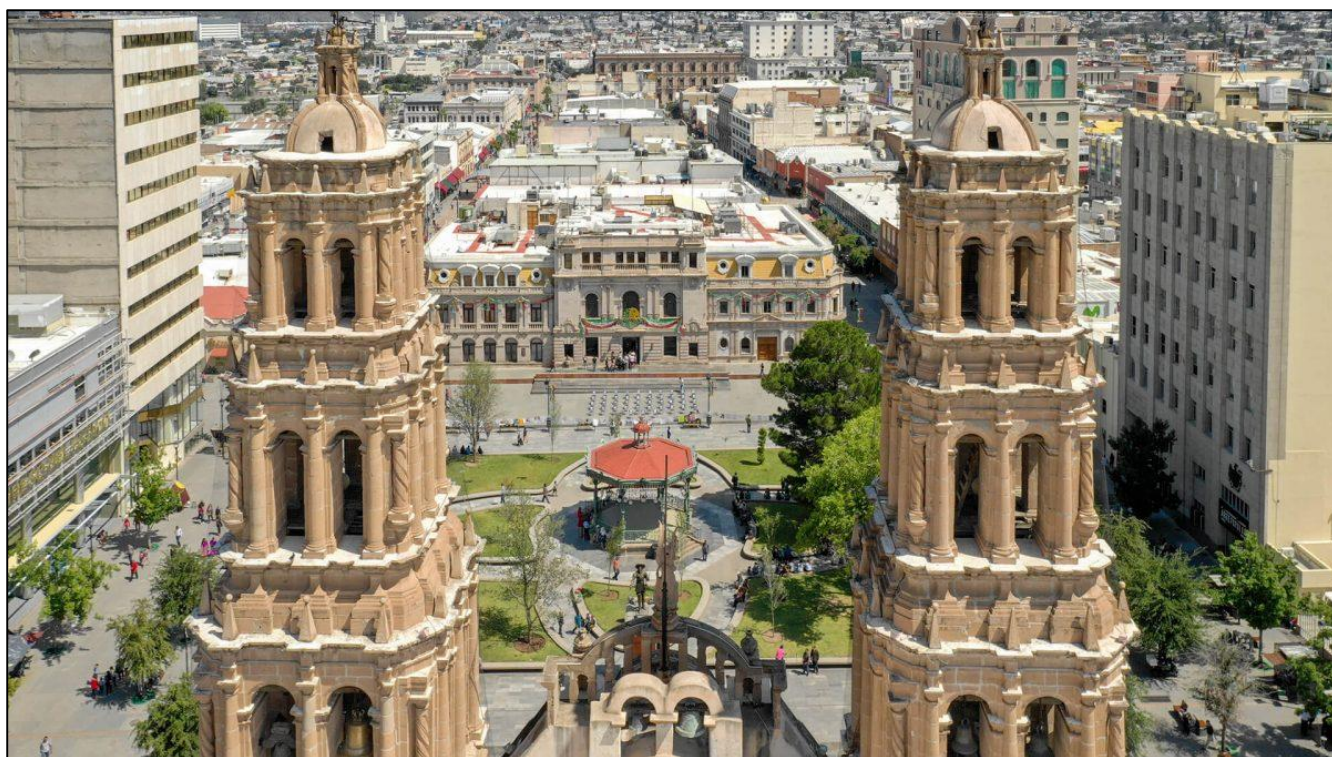


ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS GASTOS DE DISEÑO PARA OBRAS DE MODERNIZACIÓN, DEL ESTUDIO DENOMINADO “CANALIZACIÓN PICACHO”, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA.

OBRA: CANALIZACIÓN PICACHO.

TRAMO: ZONA CENTRO MUNICIPIO DE CHIHUAHUA.

**“ESTUDIO HIDROLOGICO”
INFORME FINAL**



“Índice”

1.- Objetivo del Estudio.

2.- Generalidades.

2.1.- Antecedentes.

2.2.- Marco Físico.

2.2.1.- Hidrografía.

2.2.2.- Clima.

2.2.3.- Flora y Fauna.

2.2.4.- Características y Geología.

2.3.- Visita de reconocimiento.

3.- Memoria descriptiva.

3.1.- Delimitación de cuencas de aportación.

3.2.- Información de lluvia.

3.2.1.- Isoyetas de Intensidad de lluvia.

3.3.- Cálculo de gasto hidrológico.

3.4.- Revisión de la capacidad Hidráulica de las obras de drenaje.

4.- Cuencas hidrológicas.

5.- Estudio Hidrológico.

6.- Estudio Hidráulico.

7.- Conclusiones.

1.- Objetivo del Estudio.

El presente estudio, tiene como objetivo la determinación de los gastos hidrológicos, mismos que se obtendrán a partir de las cuencas de aportación localizadas a lo largo del tramo de proyecto, con los resultados de dichos gastos, se determinará mediante un estudio hidráulico, las dimensiones de las alcantarillas y/o estructuras mayores que se requieren construir, lo anterior para asegurar el correcto funcionamiento de las zonas de intervención que el Gobierno municipal contempla construir, protegiendo de esta forma el proyecto y evitando que el agua pluvial deteriore el mismo.

2.- Generalidades.

2.1.- Antecedentes.

El Gobierno del Municipio de Chihuahua, encomendó a la empresa **Grupo CADUMA Consultores**, realizar los trabajos referentes a: **Elaboración del Estudio Hidrológico del Estudio denominado “Canalización Picacho”**, ubicado dentro del municipio de Chihuahua, del cual a continuación se indican los trabajos desarrollados.

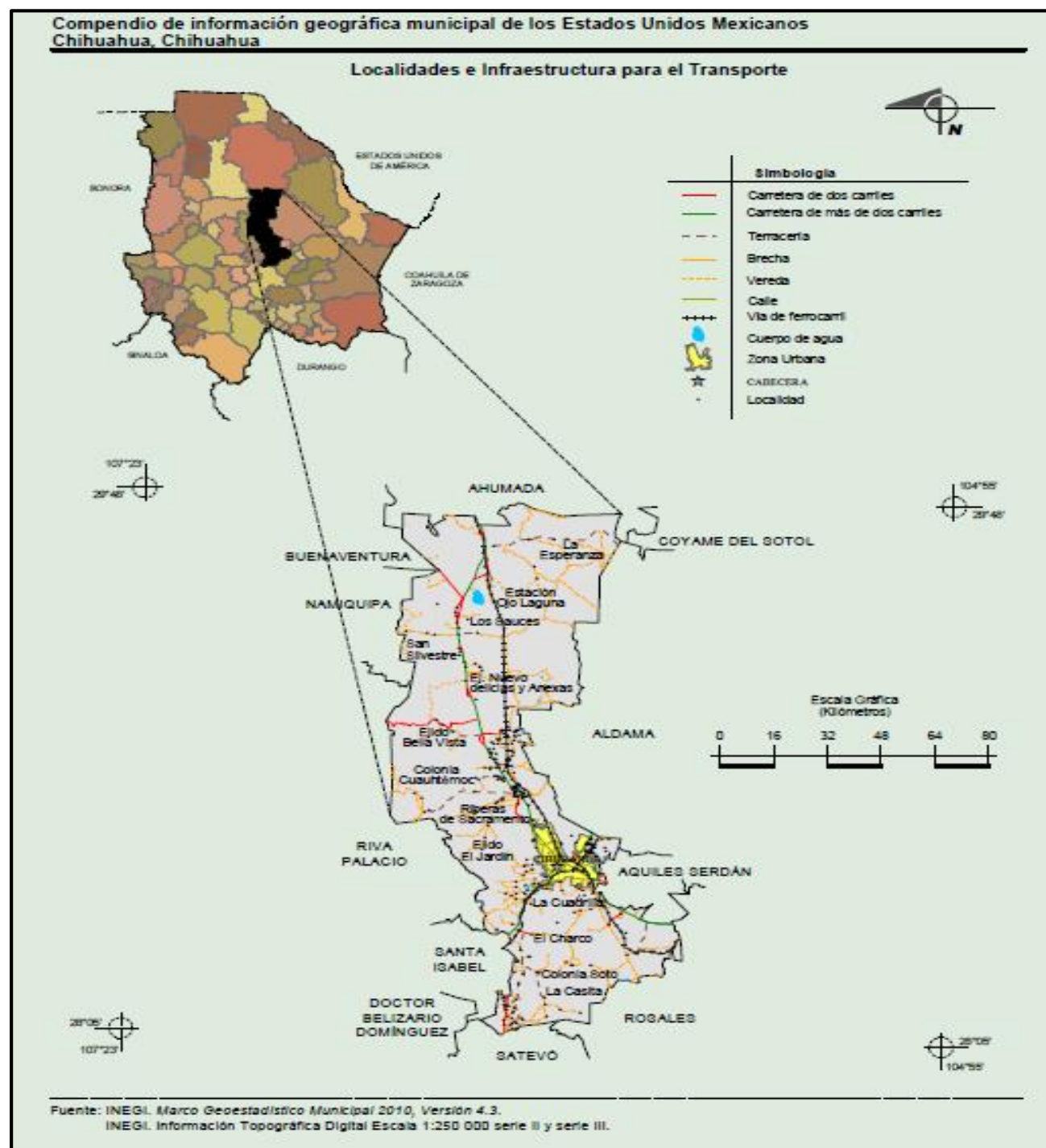
2.2.- Marco Físico.

El tramo en estudio se ubica en la parte centro del estado de Chihuahua, en la zona denominada la meseta, se ubica en las coordenadas geográficas: **28°42'13.97" latitud Norte y 106°05'25.27" de longitud Oeste**, dentro del municipio de Chihuahua, la zona limita al norte con el municipio de Ahumada, al noroeste con el municipio de Buenaventura, al oeste con el municipio de Namiquipa y con el de Riva Palacio, al suroeste con el municipio de Santa Isabel y con el municipio de Satevó, al sur con el municipio de Rosales y al este con el municipio de Aquiles Serdán y con el municipio de Aldama.

Es importante mencionar, que el tramo de proyecto se ubica en una zona urbana del municipio de Chihuahua, por lo cual el escurrimiento en cuestión del proyecto denominado **“Canalización Picacho”**, presenta zonas inundables, por otro lado, se contempla el diseño de una alcantarilla y/o canalización, por lo cual el estudio contempla analizar los gastos máximos, que pudiesen provocar afectaciones y a su vez, determinar los niveles máximos de aguas extraordinarias para el correcto diseño del mismo.



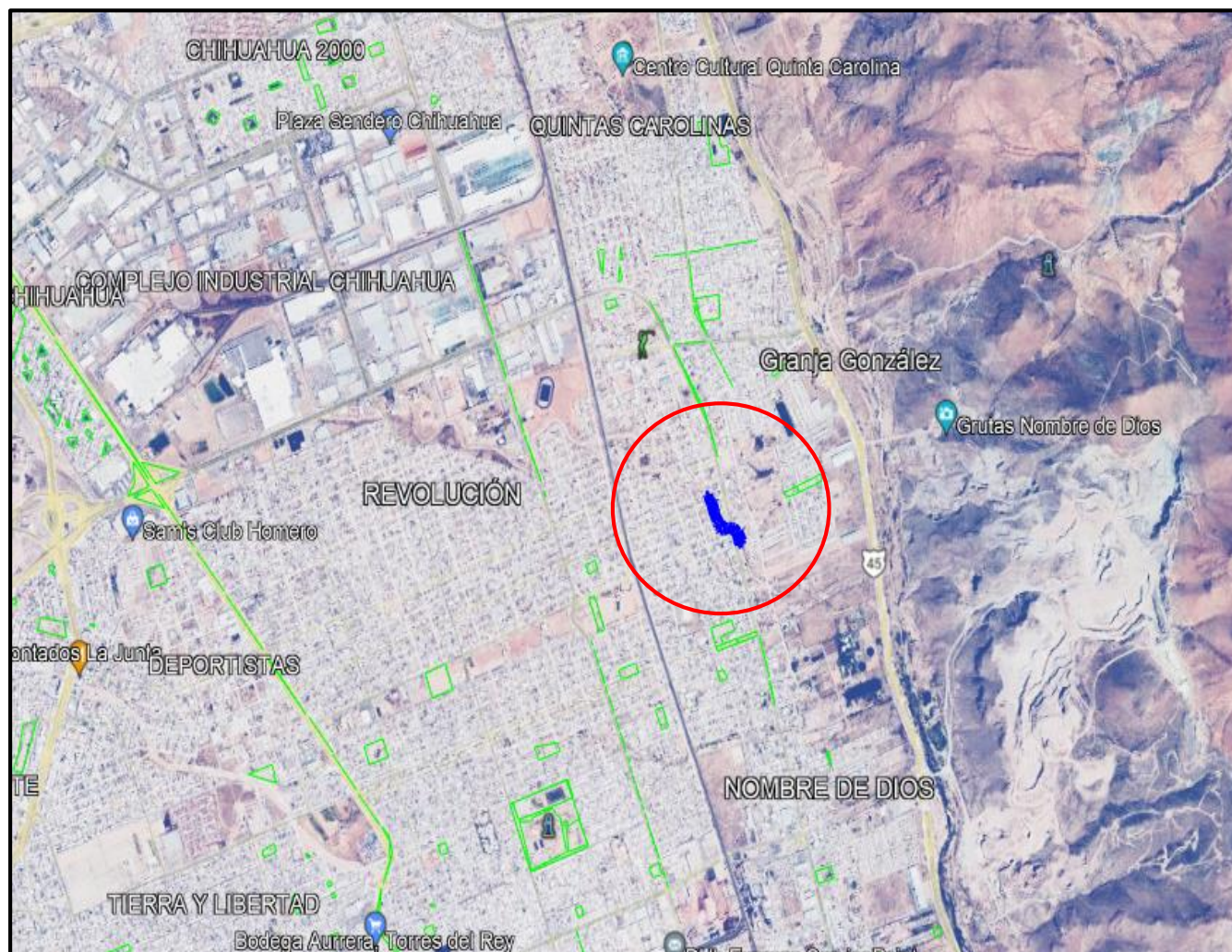
Croquis de localización de la zona de proyecto.



C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México
Tel. 614-426-2095
Tel. 614-413-0688
contacto@caduma.com.mx



Zona de proyecto en imagen satelital.



2.2.1.- Hidrografía.

La zona donde se ubica el proyecto, pertenece a la Región hidrológica denominada: **Cuencas cerradas del Norte, Casas Grandes (54.50%) y Bravo Conchos (45.50%)**, la cuenca está constituida por: Río El Carrizo y otros (52.80%), Río Conchos – P. El Granero (32.50%), Río San Pedro (13.0%), Río del Carmen (1.20%) y L. de Bustillos y de los Mexicanos (0.50%), se localizan principalmente corrientes de agua intermitentes, entre las cuales destacan: Arroyo seco, los Nogales, Chuvíscar, Guadalupe, El Sauz, El Álamo, Sacramento, La Campana, Barriga, Los Fresnos y El coyote.

El territorio del municipio de Chihuahua pertenece a la vertiente occidental o del Golfo de México, representada en el estado por el Río Conchos, por lo que todas las principales corrientes del municipio son tributarias de este.

Los dos principales ríos son, el Río Chuvíscar, que nace en los límites del municipio con el de Riva Palacio, es represado en las Presas Chihuahua y Chuvíscar y atraviesa la capital del estado, Chihuahua, posteriormente se interna en el vecino municipio de Aldama, donde desagua en el Río Conchos; el segundo río es el Río Sacramento, que nace también en el territorio del municipio, en las serranías de Majalca y discurre inicialmente hacia el oeste y luego hacia el sur, hasta unirse al Río Chuvíscar en las orillas de la ciudad de Chihuahua.

El norte el municipio también incluye una pequeña cuenca cerrada, de las que abundan en la región norte del estado, ésta está formada por la Laguna de Encinillas, también conocida popularmente como Ojo Laguna, es una laguna estacional alimentada por pequeñas corrientes que bajan de las serranías que la rodean.

En el territorio del municipio se encuentran tres presas, la Presa Chihuahua, que embalsa el principal caudal del Río Chuvíscar, se encuentra a uno 10 km al oeste de la ciudad de Chihuahua, y las Presas Chuvíscar y El Rejón, estas dos última ya inmersas en el área urbana de Chihuahua, el principal motivación de su construcción es el suministro de agua potable a la población urbana, en la actualidad continúan en uso únicamente Chihuahua y el Rejón, pues la presa Chuvíscar, construida en 1908, dejó de ser operativa debido al azolve.

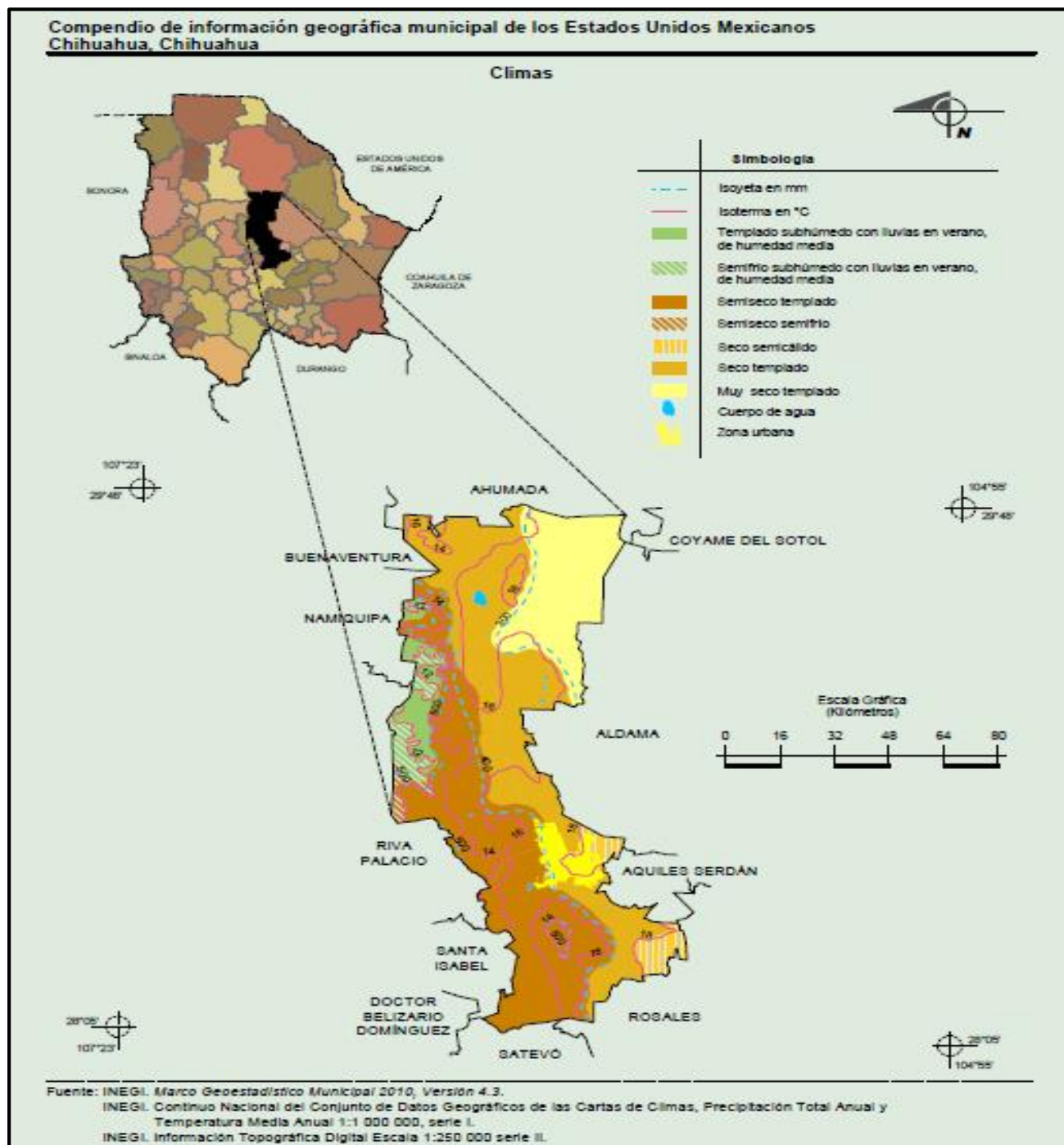
2.2.2.- Clima.

El clima en Chihuahua se clasifica como semi-seco templado, registra una temperatura máxima promedio de 20 °C y una mínima promedio de 10 °C. La precipitación pluvial media anual ronda entre los 200-600 milímetros, con un promedio de 400 milímetros. Los vientos dominantes provienen del suroeste.

El clima del municipio es el típico de la Meseta, árido extremoso o de estepa, las temperaturas extremas que se registran van de 39.0 °C a los -7.4 °C, históricamente la temperatura más alta de que se tenga registro se produjo en 2008 con 47.5 °C y la más baja en 2011 con -27 °C. Son comunes los periodos de sequía, sin embargo, el periodo de lluvias es principalmente de julio a septiembre, dándose ocasiones de importantes precipitaciones pluviales.



Plano de Clima.



C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx

2.2.3.- Flora y Fauna.

La flora representativa de la meseta son los pastizales, que son usados para la cría del ganado, además de algunas especies de agaves, yucas y cactáceas, leguminosas como el huizache, guamúchil, quiebre hacha, zacate, peyote, bonete, hojosas y chaparral espinoso. En las zonas altas de las serranías se desarrollan plantas coníferas de varios tipos, como pino, encino y madroño.

Entre las principales especies de fauna que habitan el municipio de Chihuahua están en la zona de valles paloma güilota y alas blancas, conejo y liebre, mientras que en las zonas montañosas son comunes el puma, gato montés y coyote. En varios se han reportado la presencia de osos en las Sierras de Majalca y Sierra Azul.

2.2.4.- Características y Geología.

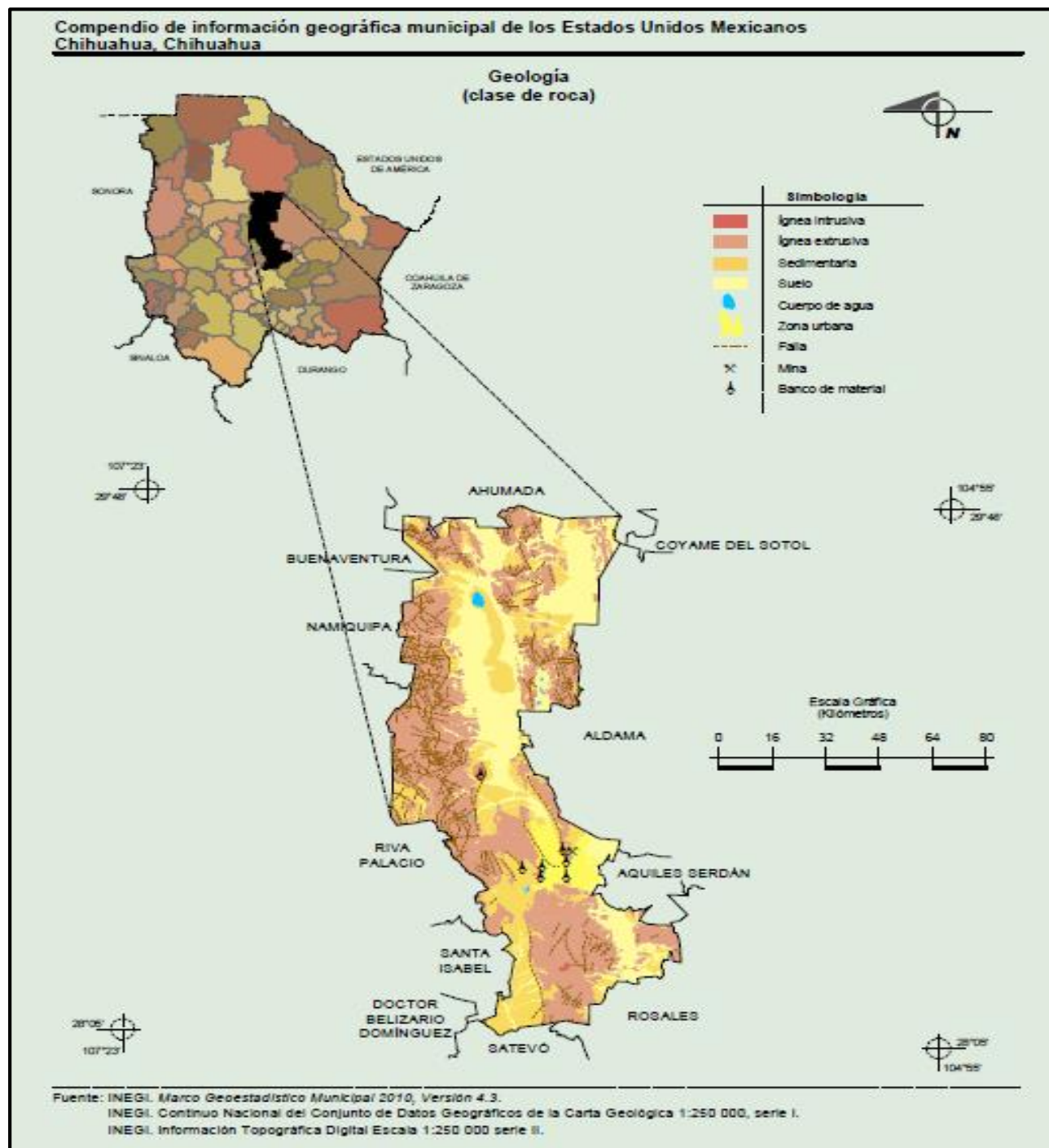
La Geología del municipio data en general del período Terciario en un 45.20% y del Cuaternario en un (38.10%), del período denominado Neógeno un 12.10%, del cretácico solo un 0.90%, del Paleógeno un 0.50% y el resto de otros períodos.

En lo relativo al tipo de roca, abunda principalmente el tipo Ígnea extrusiva, estando constituida por los siguientes sub-tipos: Riolita-toba ácida 43.0%, basalto 4.80%, andesita 0.50% y toba ácida en un 0.30%, adicionalmente destacan en % los suelos, siendo el principal de tipo el aluvial en un 28.3%, también podemos encontrar roca de tipo sedimentaria, siendo la segunda en importancia con el siguiente sub-tipo: Conglomerado 17.7%, caliza 0.90%, arenisca conglomerado 0.8%, arenisca 0.20% y calizalutita con un 0.10%, rocas el tipo ígnea intrusiva del tipo monzonita con un 0.20%, el resto en diversos tipos de muy poca importancia.

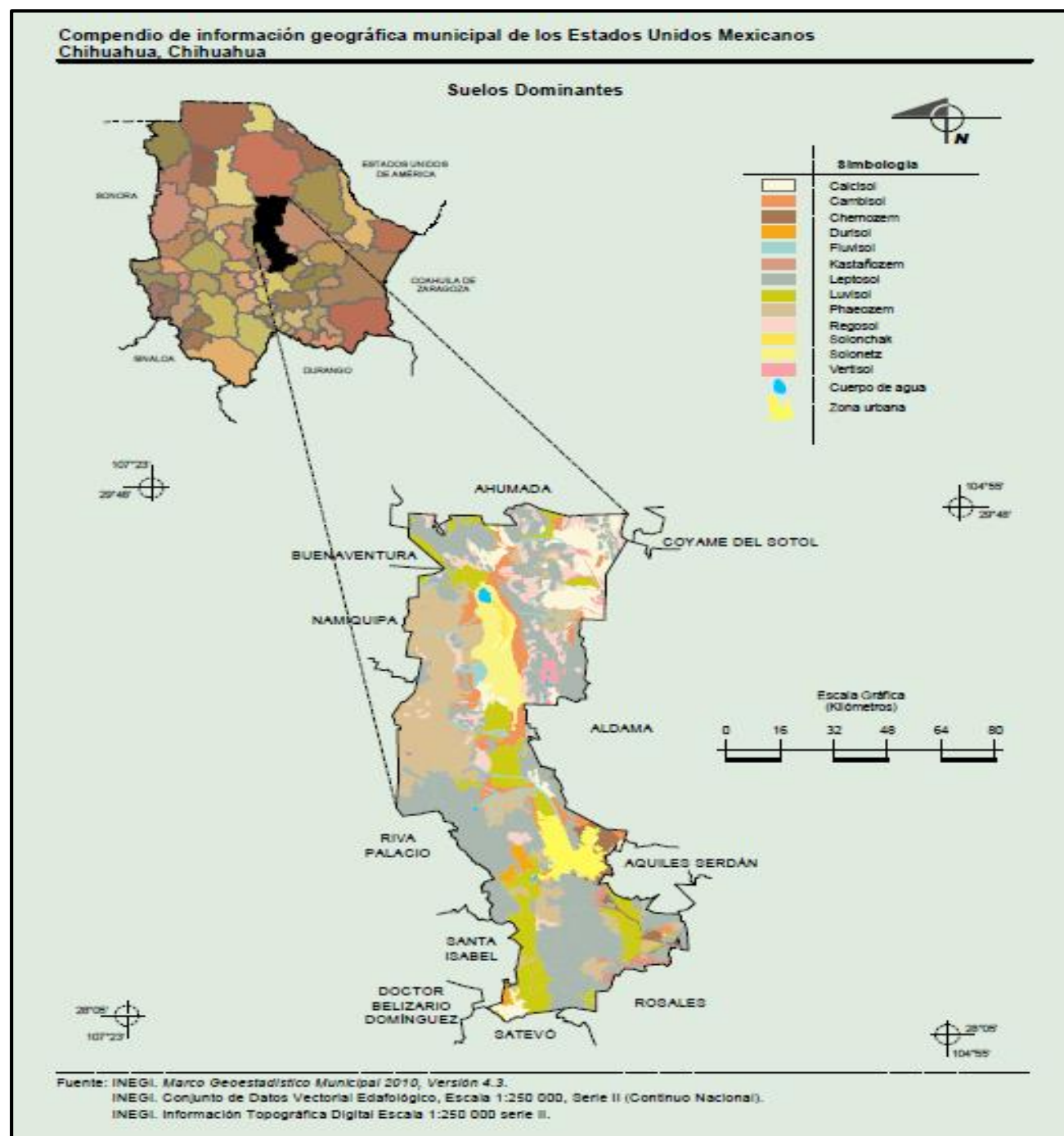
En lo relativo a los tipos de suelos, los dominantes son los siguientes: Leptosol con un 36.6%, Phaeozem en un 18.3%, Luvisol con un 12.1%, Calcisol con un 6.7%, Cambisol en un 5.7%, Regosol 5.0%, Solonetz con un 4.1%, Fluvisol en 2.6%, Chernozem con un 1.8%, Vertisol 1.1%, Kastañozem 1.1%, Durisol 0.90%, Solonchak 0.50% y el resto en diversos tipos sin influencia de importancia.



Carta Geológica de rocas en la zona de proyecto.



Carta Geológica de suelos en la zona de proyecto.



2.3.- Visita de reconocimiento.

Se llevó a cabo una visita de reconocimiento al tramo en estudio, donde se observó lo siguiente: Existe una cuenca principal, misma que forma el cauce del río, que corresponde a un ramal del río principal llamado “Sacramento”, en el proyecto a revisión, se contempla realizar la canalización del escurrimiento dentro de la zona urbana del municipio de Chihuahua, razón por lo cual, será necesario construir una estructura que permita proteger a la misma del escurrimiento, protegiéndolo de ésta forma de posibles inundaciones.

Las pendientes de los cauces están bien definidas y se determinaran en base a las curvas de nivel de la carta topográfica y/o en base a los resultados obtenidos mediante un simulador de flujos.

3.- Memoria descriptiva.

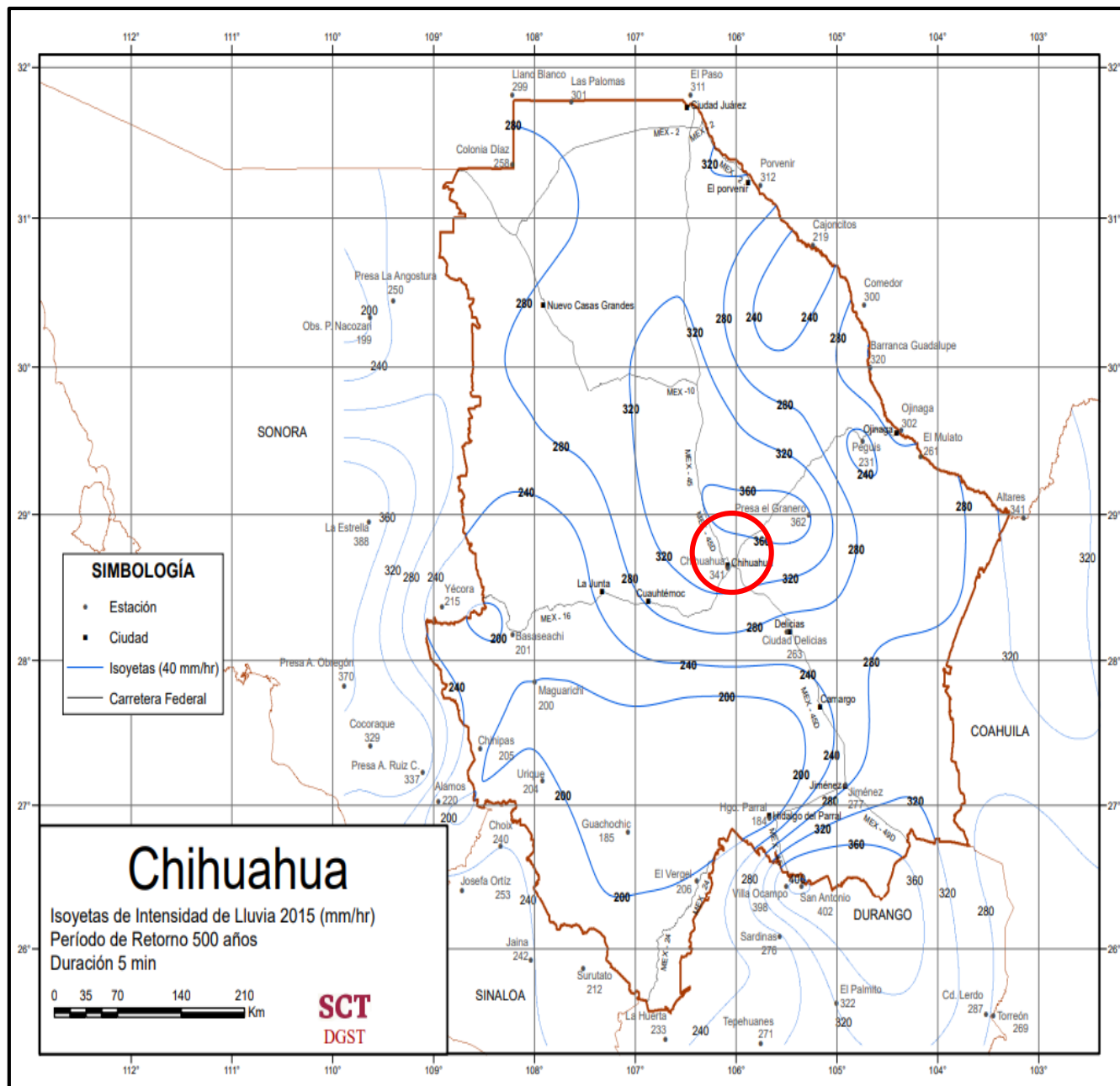
3.1.- Delimitación de cuencas de aportación.

Se efectuó la ubicación del escurrimiento principal del río, compuesto por una cuenca de aportación, se delimito la misma y se plasmó en una Carta Topográfica escala 1:50,000, así mismo en el programa simulador de flujos del INEGI, posteriormente se determinaron las características fisiográficas y geomorfológicas de las mismas. Las áreas de cuenca se determinaron con ayuda del programa AutoCAD, así como por el programa del **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**, denominado **Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)**.

3.2.- Información de lluvia.

Para efectuar el análisis hidrológico se utilizaron las intensidades de lluvia obtenidas para la zona en estudio, lo anterior obteniendo los datos de las Isoyetas de Intensidad de Lluvia- Períodos de Retorno, elaboradas y publicadas por la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, con información pluviográfica de la región en cuestión, con un periodo de retorno de **500 Años**, debido a su importancia por tratarse de una zona urbana.

3.2.1.- Isoyetas de Intensidad.

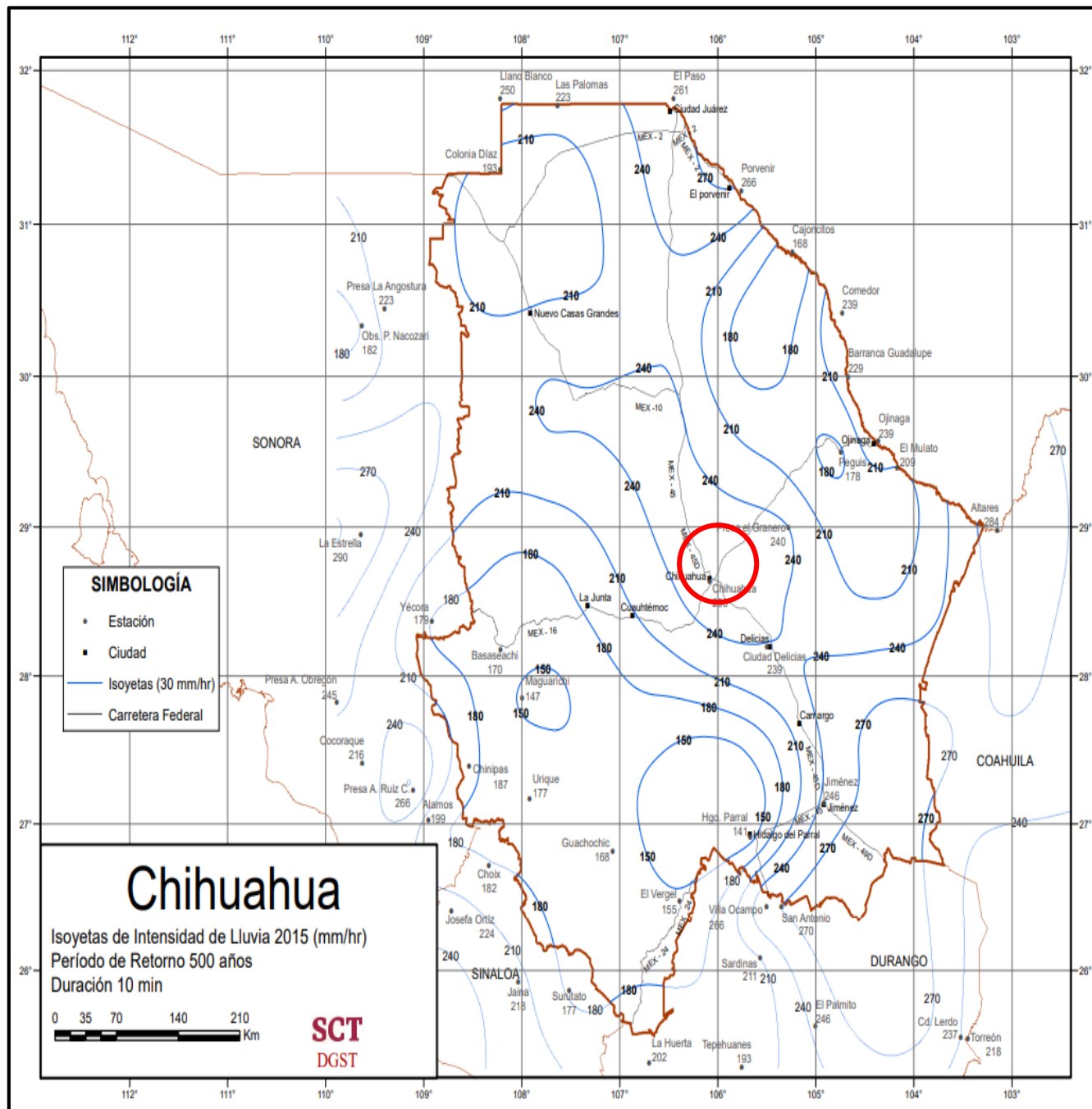


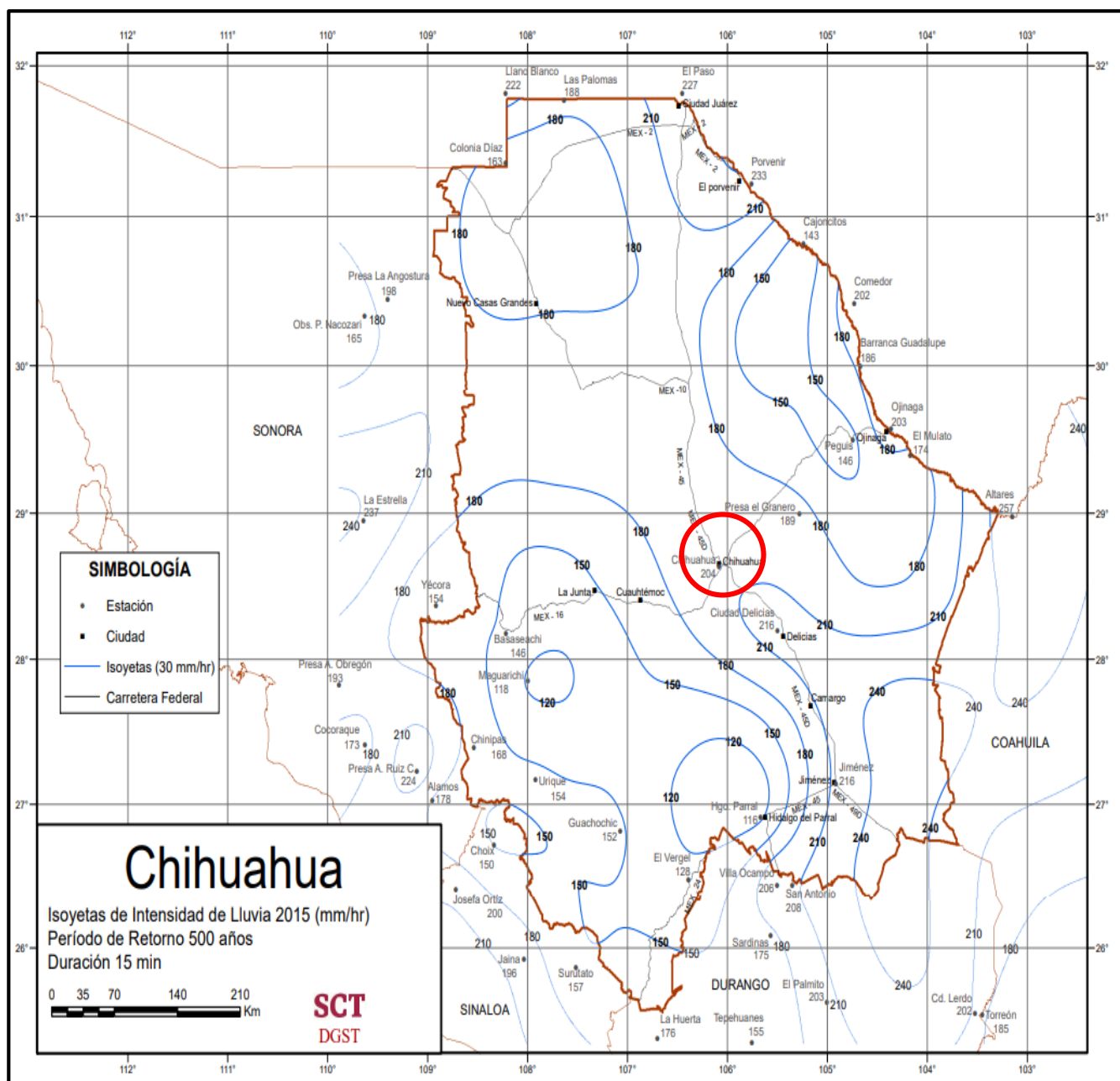
C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx





C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

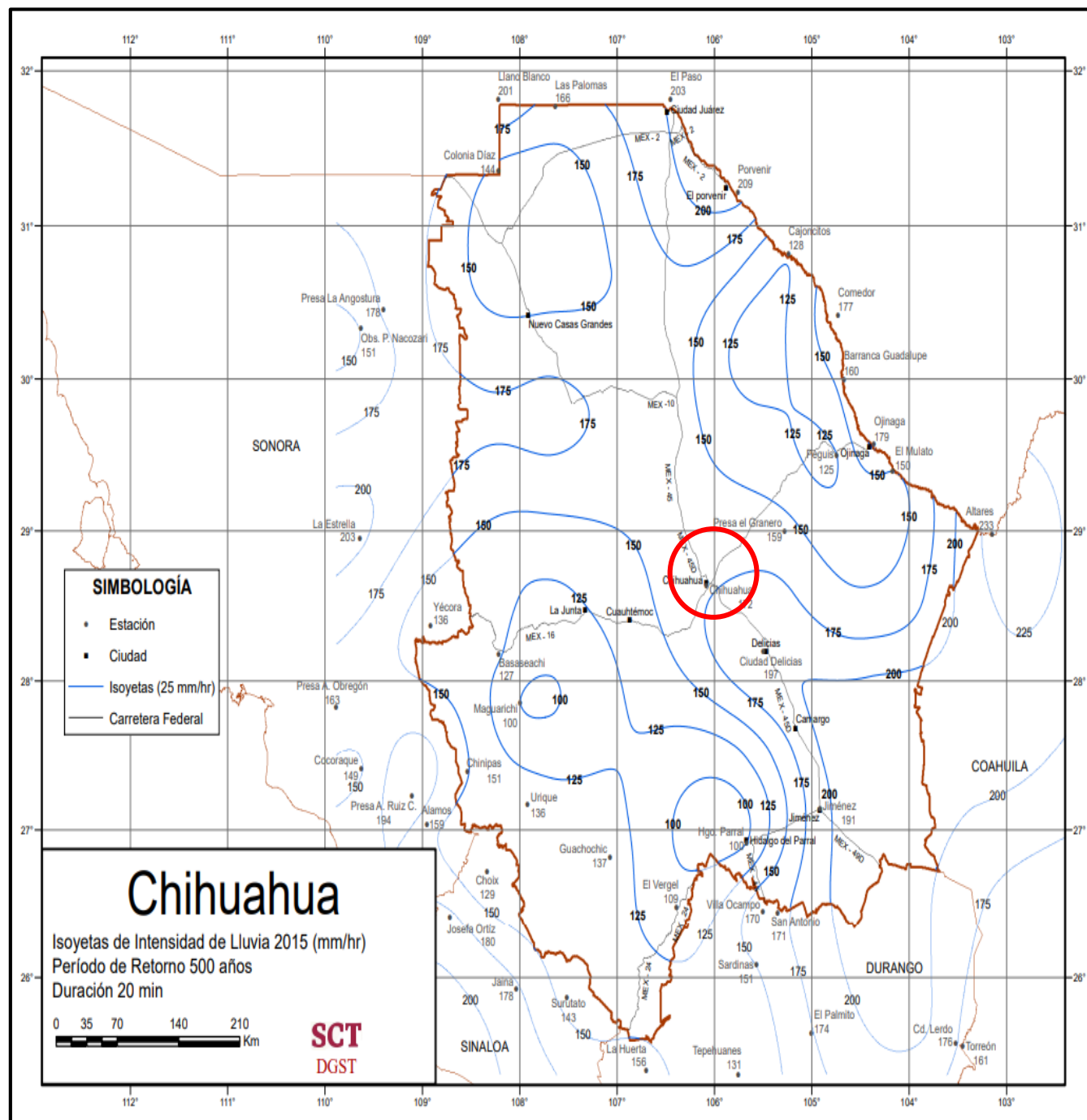
contacto@caduma.com.mx



Chihuahua
capital de trabajo
y resultados
Gobierno Municipal 2021-2024



CADUMA

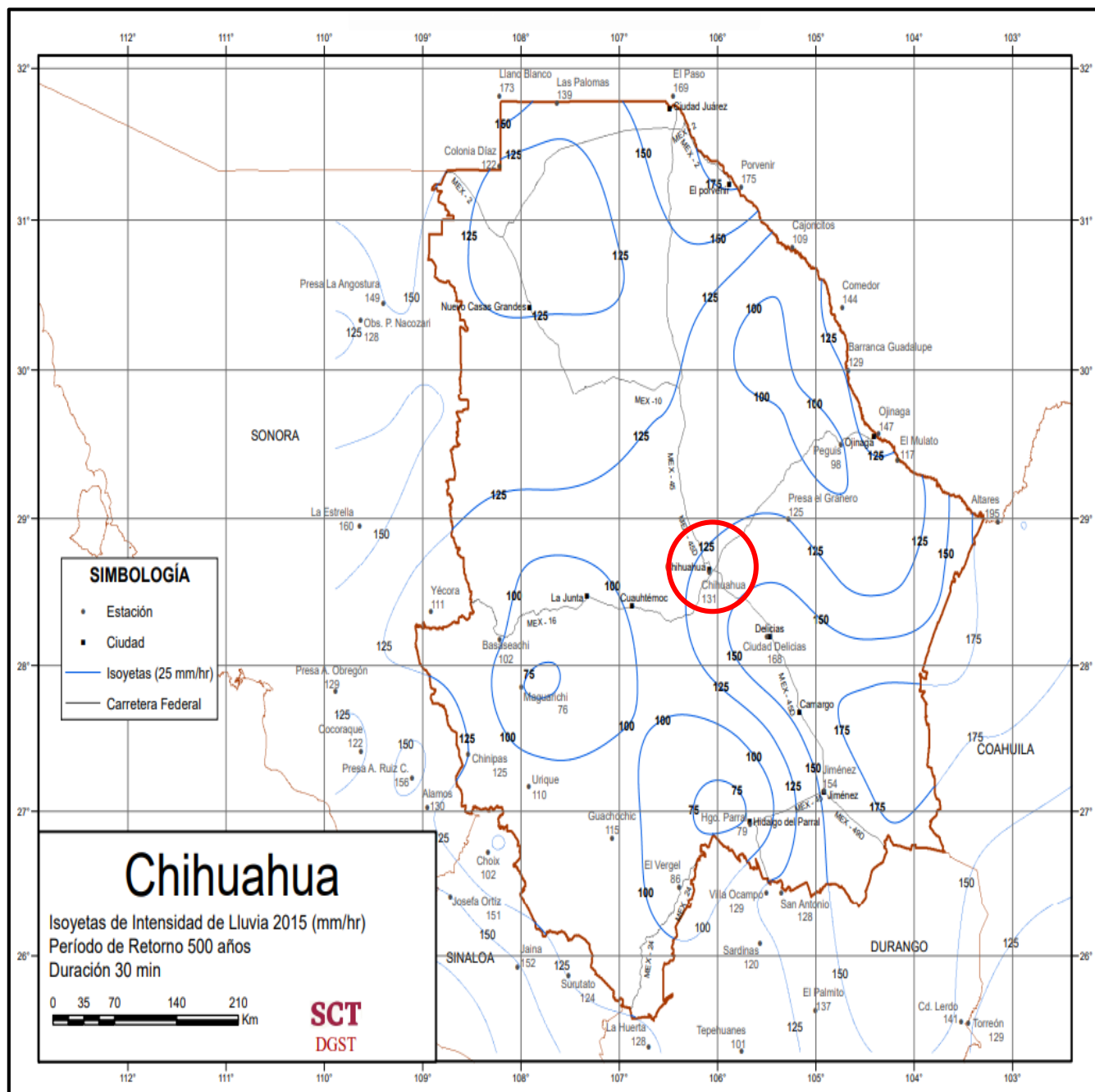


C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx

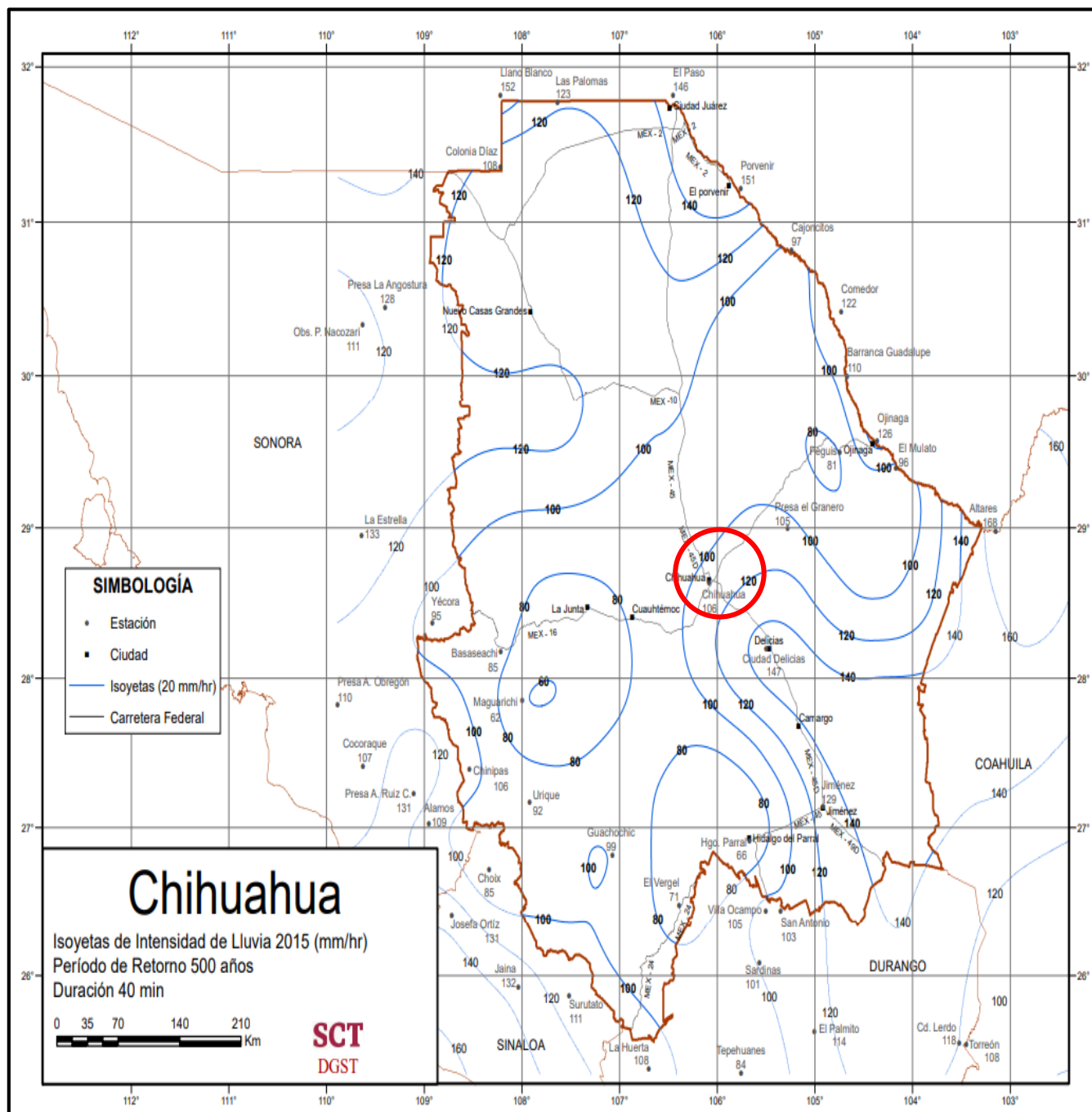


C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx



C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

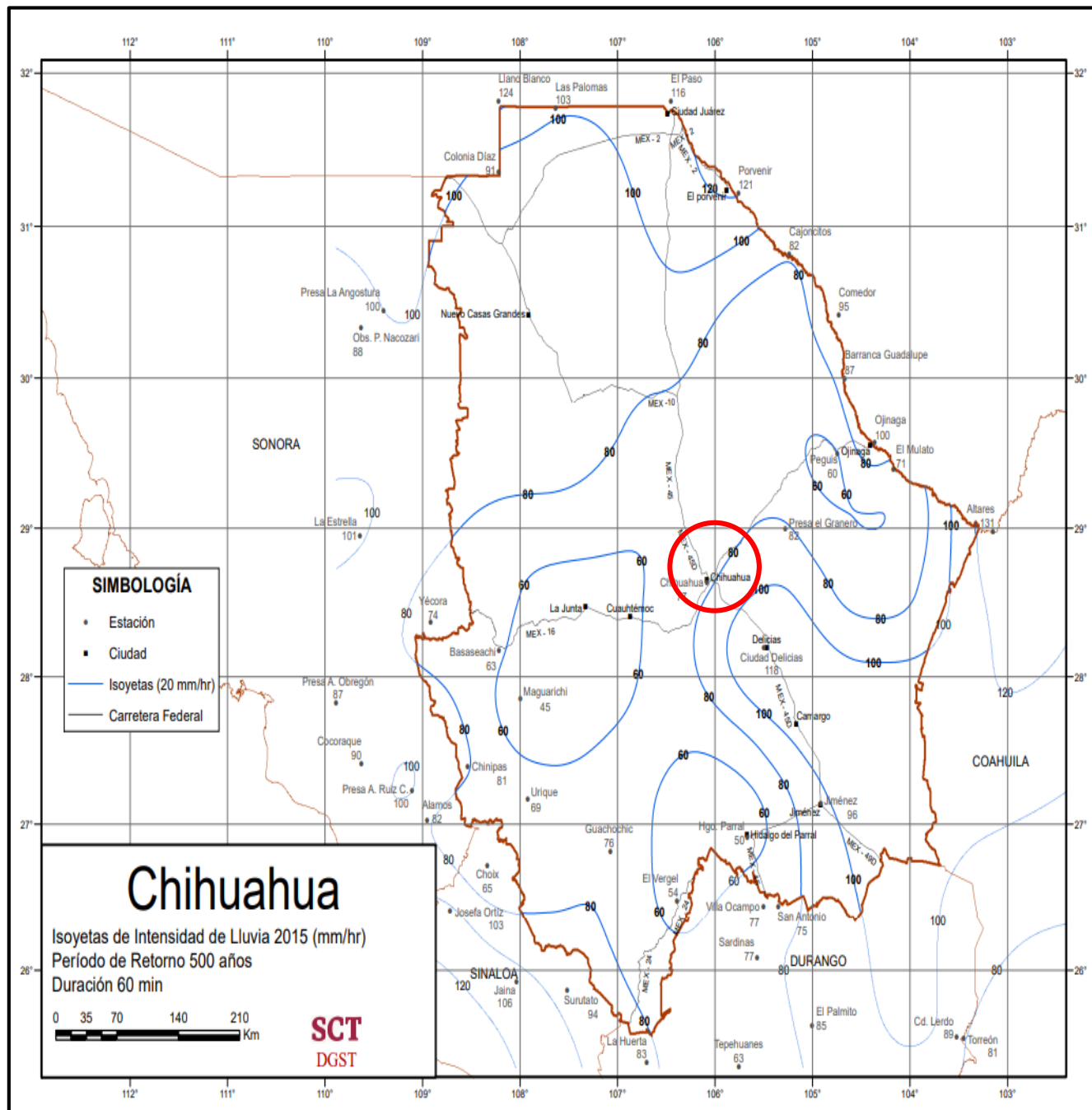
contacto@caduma.com.mx



Chihuahua
capital de trabajo
y resultados
Gobierno Municipal 2021-2024



CADUMA

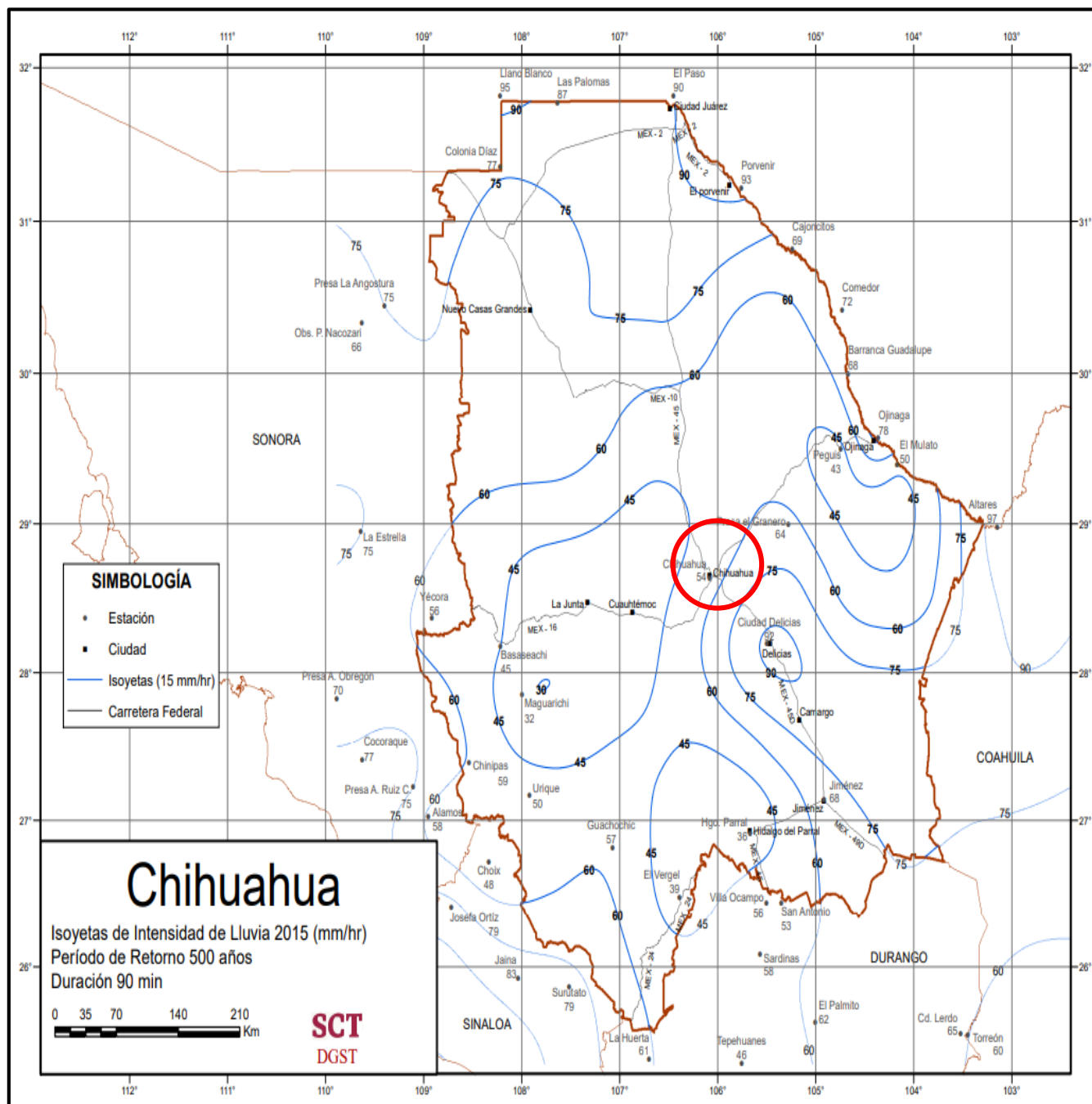


C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx

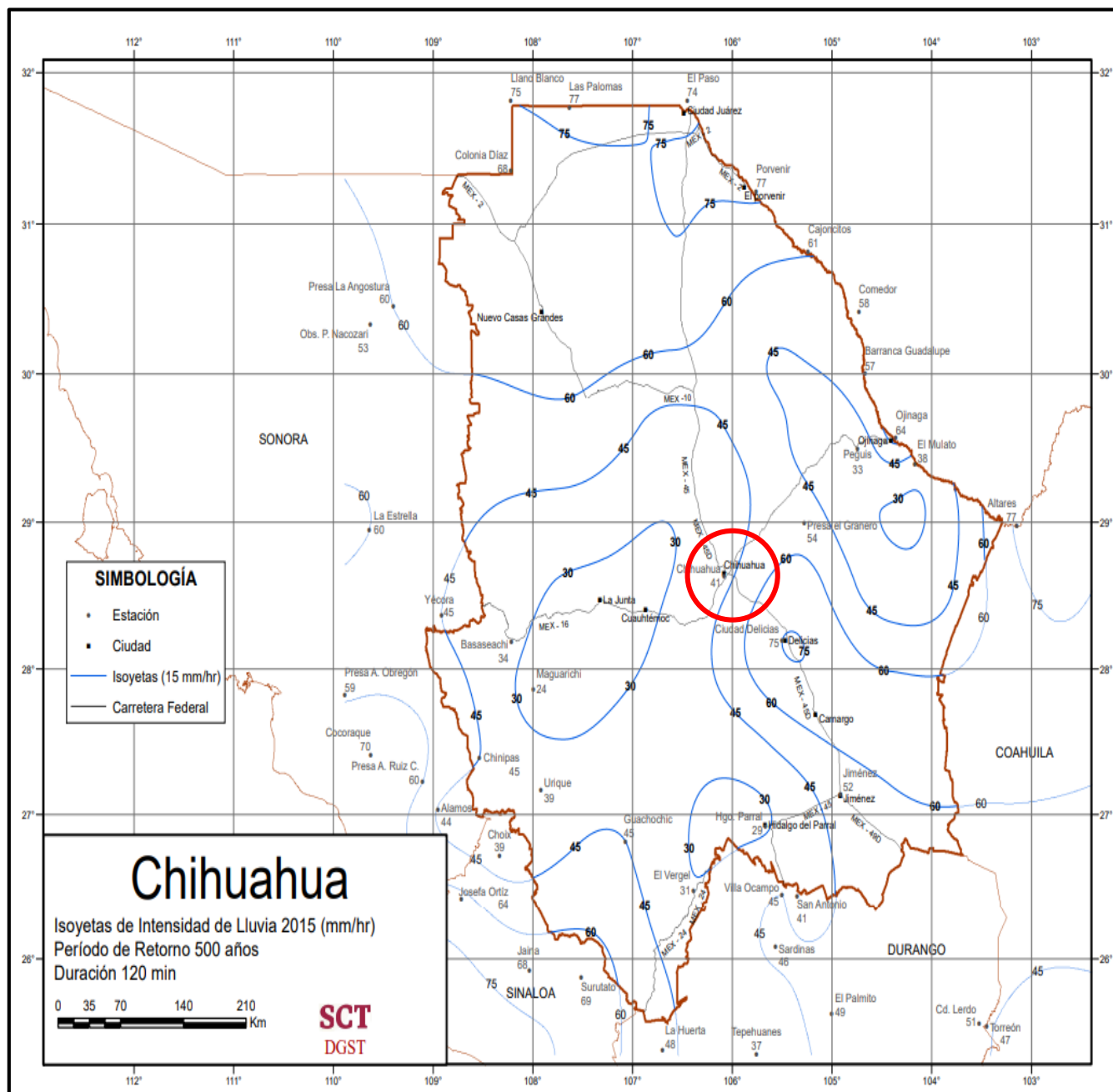


C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx

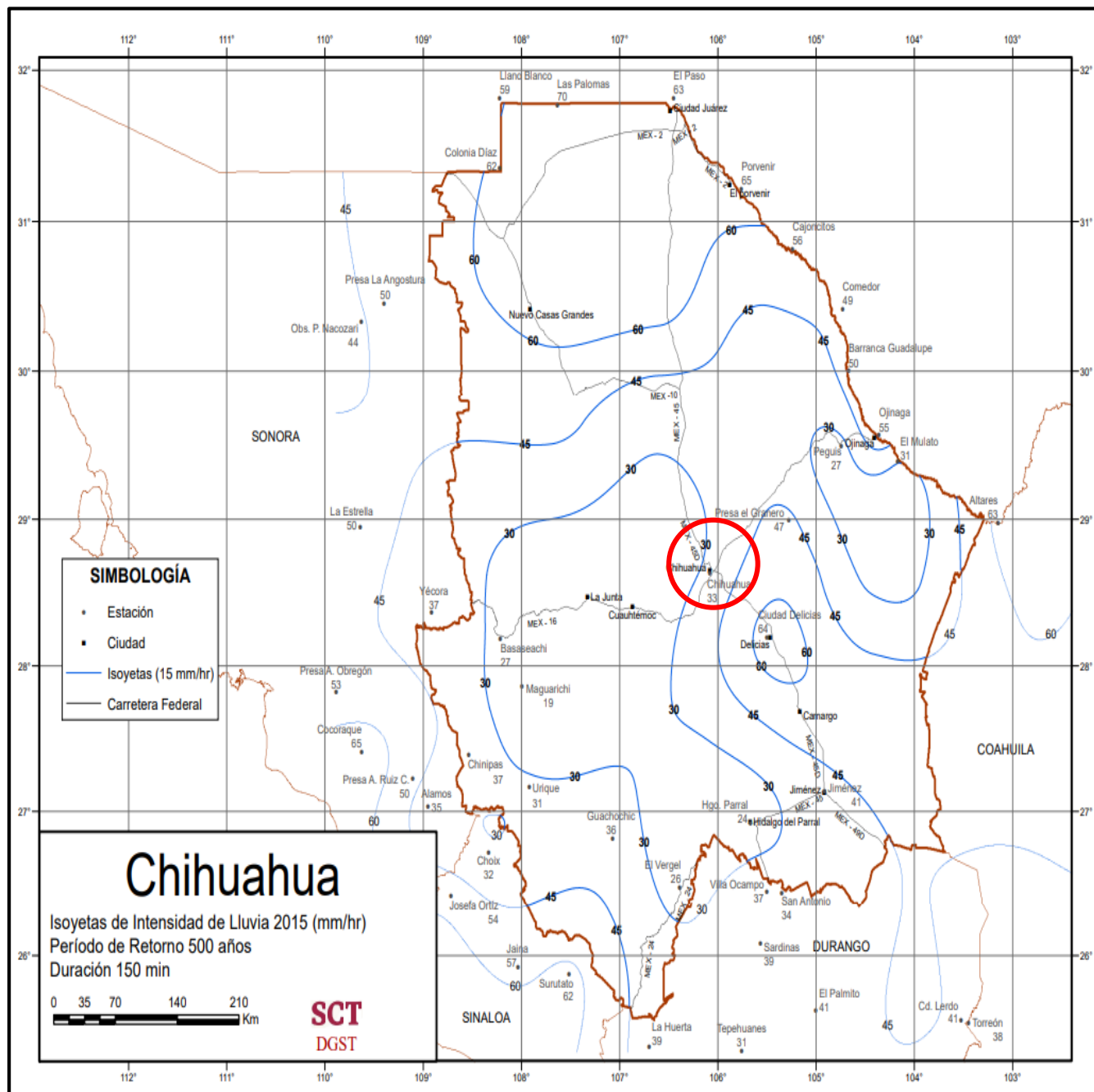


C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx



C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx



Chihuahua
capital de trabajo
y resultados
Gobierno Municipal 2021-2024



CADUMA

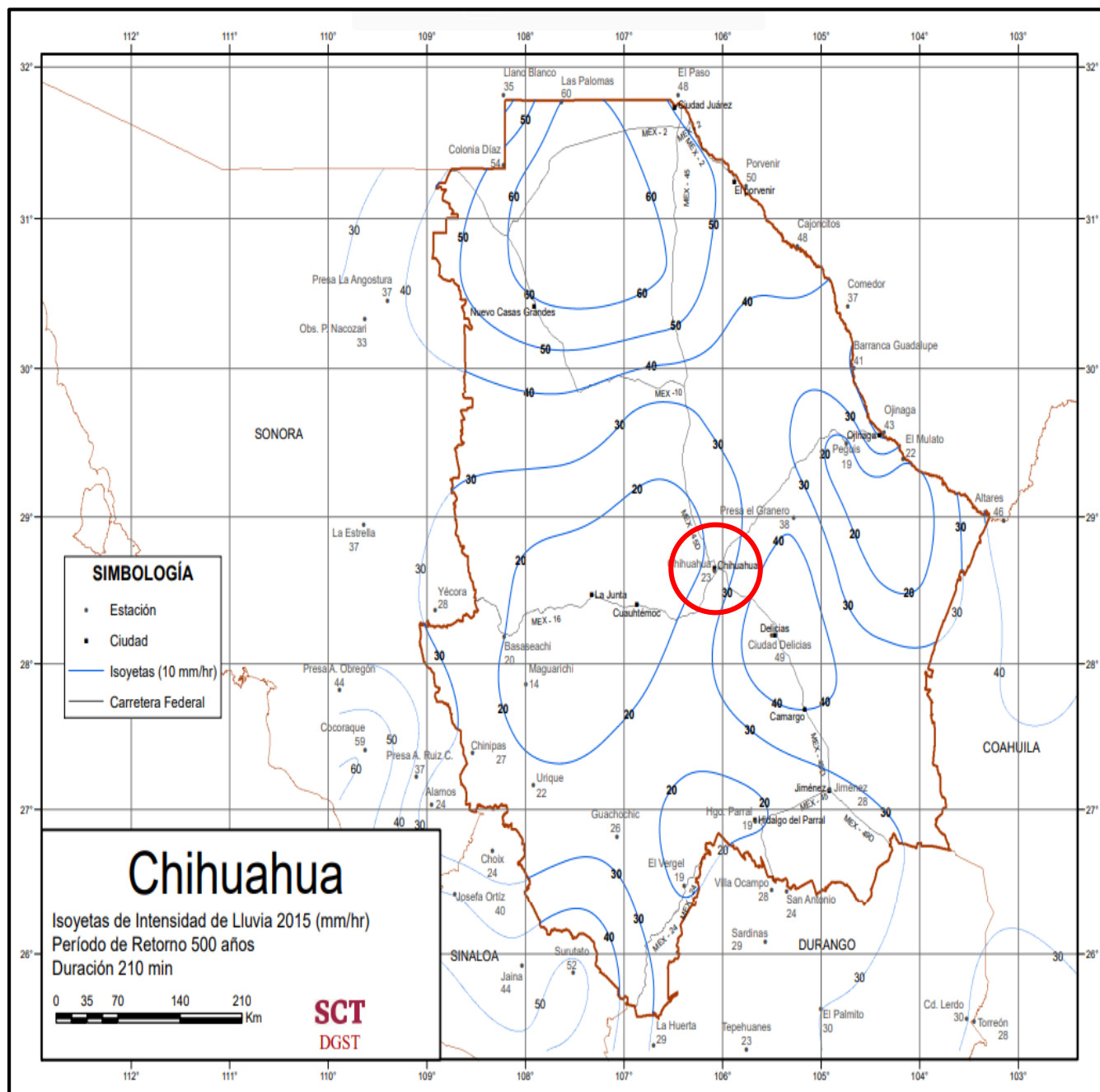


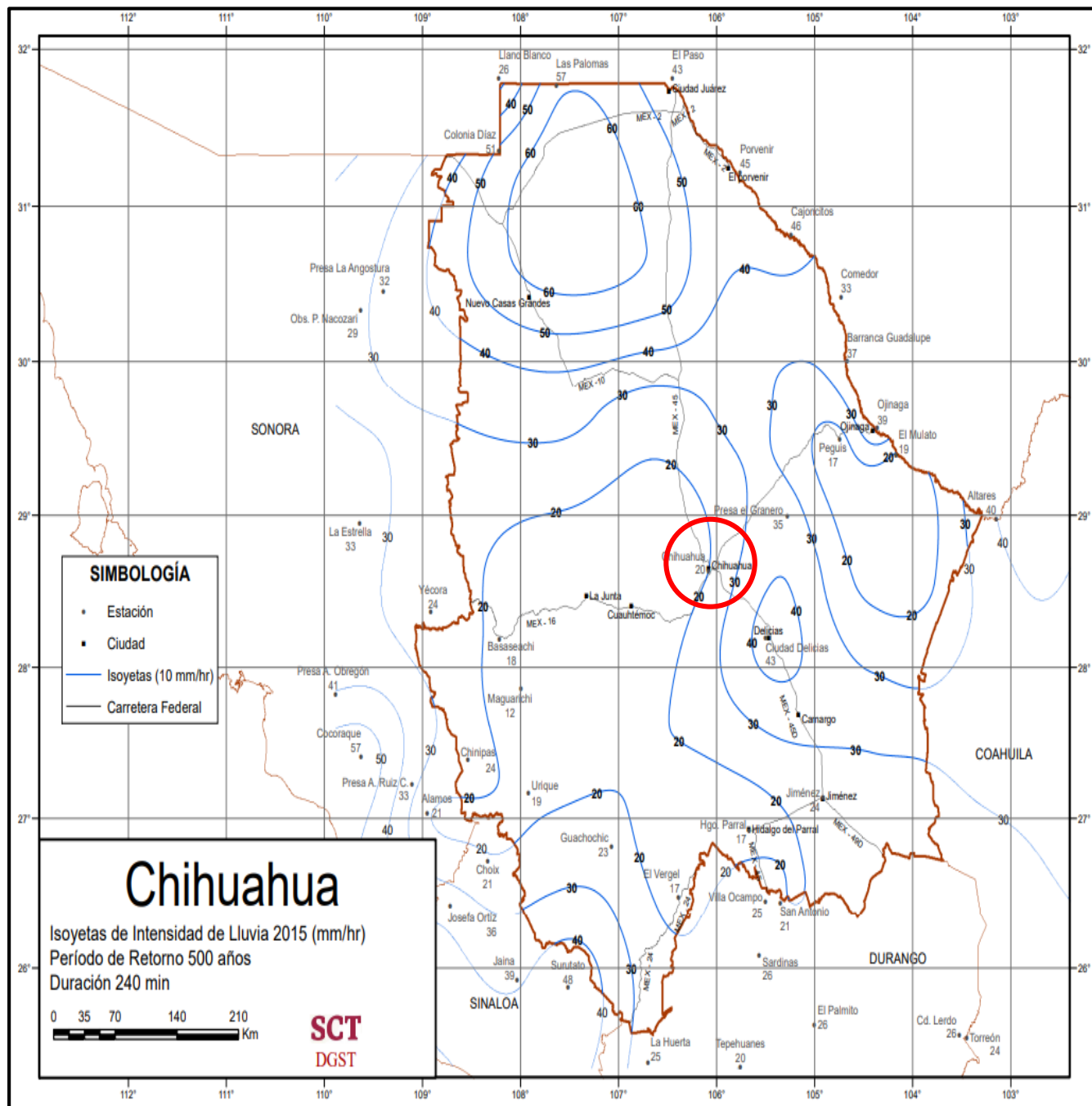
C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx





C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx

3.3.- Cálculo de gasto hidrológico.

Para determinar el gasto hidrológico, una vez que se cuenta con las características fisiográficas de los cauces principales, se calculan los tiempos de concentración de cada cuenca, lo cual se define como el tiempo que demora el agua en su viaje desde el punto hidráulico más distante de una cuenca, hasta el sitio del cruce; dicho cálculo se realizó utilizando la fórmula propuesta por Kirpich, que de acuerdo al tipo de cuencas que se estudian en el tramo, su aplicación se considera confiable. En el caso de las cuencas locales, de magnitud menor a 0.5 km², la pendiente se estimó en base a lo observado en campo.

$$t_c = 0.0663 \left[\frac{L}{\sqrt{S_c}} \right]^{0.77}$$

Válida para $t_c < 40$ horas, donde:

t_c : Tiempo de concentración en horas.

L : Longitud del cauce principal, definido como el de mayor recorrido, en kilómetros (km).

S_c : Pendiente de la cuenca adimensional, e igual al cociente H/L .

H : Diferencia de elevaciones entre el punto más remoto de la cuenca y su salida (medida sobre el cauce principal), en kilómetros (km).

Para la determinación de los gastos máximos, se utilizó el método semi-empírico de la fórmula Racional, que es un método que hace intervenir directamente el área de la cuenca, la cobertura de la superficie drenante y la intensidad de lluvia, asociada al periodo de retorno elegido, el método estima que la totalidad de la cuenca está drenando hasta el sitio de cruce, por lo que de acuerdo a la magnitud y tipo de cuencas de aportación con que se cuenta en la zona de estudio, su aplicación puede considerarse adecuada.

Formula método Racional: $Q = 0.278 CIA$

El período de retorno utilizado para el diseño de las obras será **de 500 años**, lo anterior para asegurar el correcto funcionamiento de las obras de drenaje menor y previniendo las avenidas máximas, que debido a los cambios climáticos afectan a nuestro país en los últimos años.

Para la obtención del gasto de diseño, con el método semi-empírico descrito anteriormente **(Racional)**, se utilizaron los valores calculados de los tiempos de concentración y las intensidades de lluvia, obtenidas de las Isoyetas de la SICT Chihuahua, anexas en el presente estudio.

Adicionalmente al Método Racional, se analizarán las cuencas mediante el método de “**Ven te Chow**”, lo cual asegurará un mejor rango de análisis.

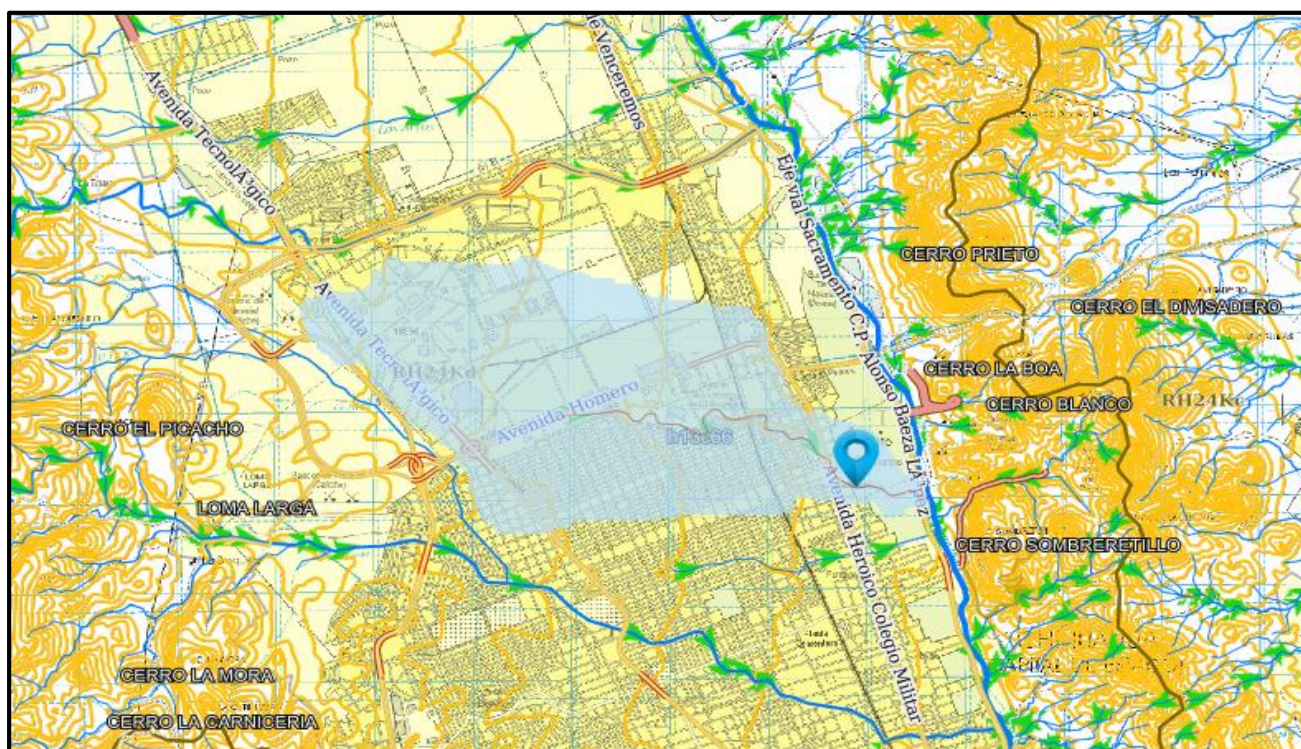
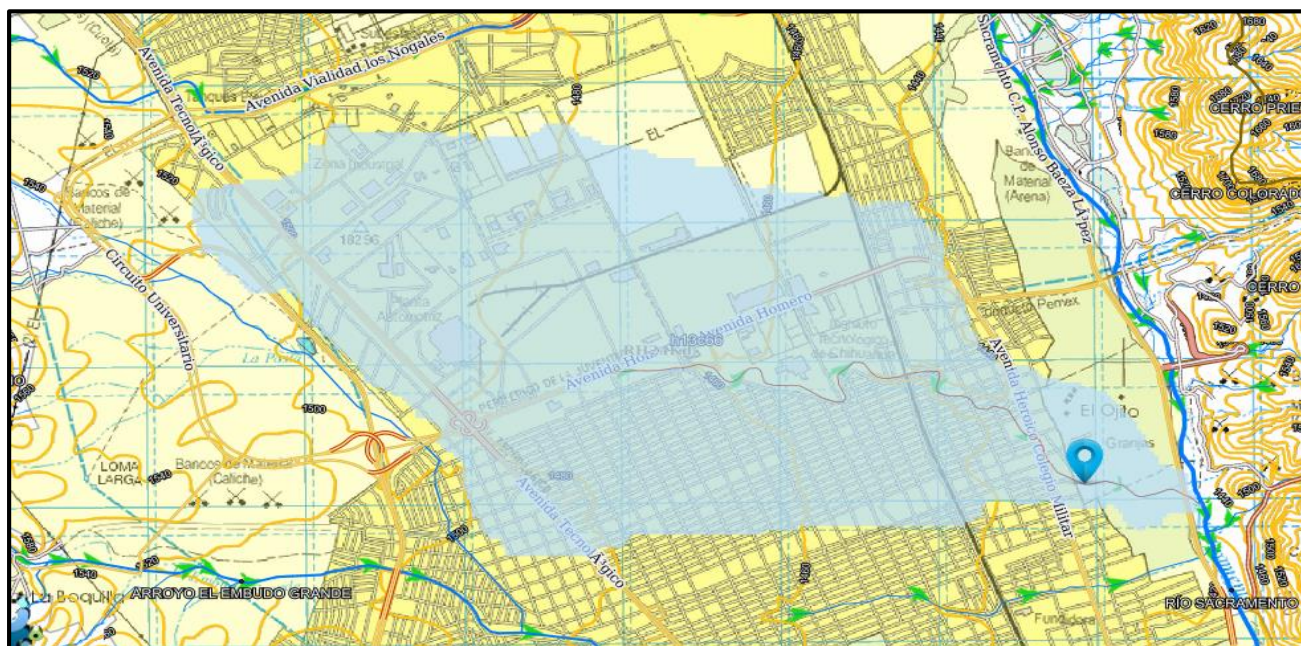
3.4.- Revisión de la capacidad Hidráulica de las obras de drenaje.

Una vez obtenidos los gastos de diseño, se procede a revisar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje, a partir de sus características geométricas, ubicación, orientación y condiciones hidráulicas, la revisión consiste en transitar los gastos de diseño obtenidos por las obras de drenaje y/o estructuras propuestas.

4.- Cuencas Hidrológicas.

Una vez que se cuenta con la información referente a la cuenca, se ha procedido a su localización sobre la planta y sobre la carta topográfica con escala 1:50,000, así mismo se han ubicado las cuencas en el simulador de flujos del INEGI. A partir de estos puntos se trazaron los parteaguas de las cuencas de aportación, para posteriormente obtener las áreas de cada una de estas, mediante la utilización de programas de cómputo, así como las longitudes y pendientes de las corrientes, mediante el mismo sistema, como podemos observarlo a continuación.

Cuenca mediante simulador de Flujos. y carta de INEGI Esc. 1:50,000

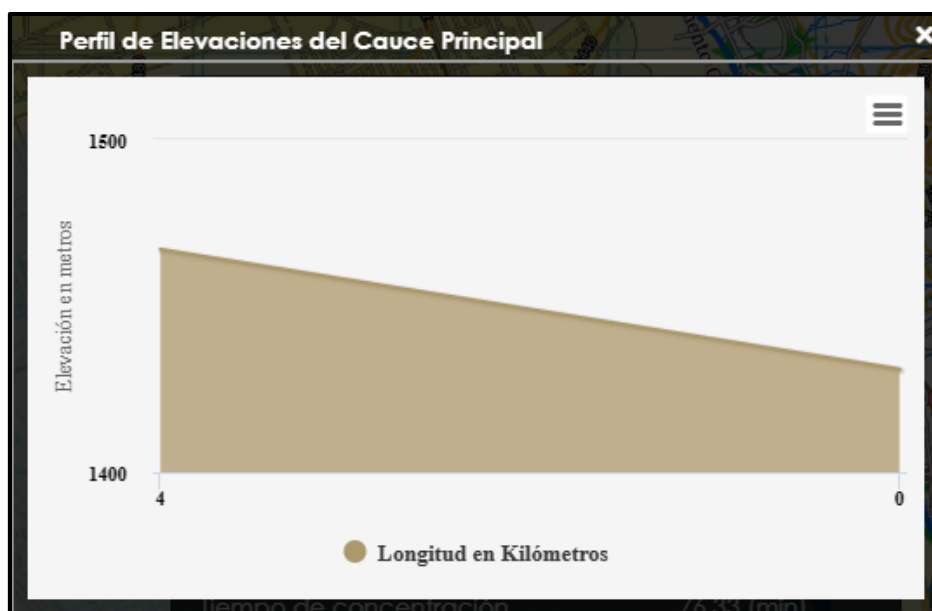


C. Garc3a Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, M3xico
Tel. 614-426-2095
Tel. 614-413-0688
contacto@caduma.com.mx

Datos de cuenca en cuestión, obtenidos mediante simulador de flujos y datos satelitales.

Índices del cauce principal	
PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	1467 m
Elevación media	1449 m
Elevación mínima	1431 m
Longitud	4840 m
Pendiente media	0.7438 %
Tiempo de concentración	76.33 (min)
Área drenada	11.62 km ²

Perfil del cauce principal.



5.- Análisis del Estudio Hidrológico.

Una vez determinadas las cuencas de aportación y la respectiva ubicación de los cruces de los mismos, mediante levantamiento topográfico en campo, se procede a realizar el análisis hidrológico por los métodos racional, Ven te Chow y Talbot.

Mediante el C.G. de la cuenca de proyecto, se obtienen las intensidades de lluvia.

Con las coordenadas el CG de la cuenca, se procedió a obtener mediante las Isoyetas de intensidad, los valores para cada período de tiempo, quedando de la siguiente manera:

Intensidad de Lluvia para un período de retorno de 500 años (mm/h)												
No. Cuenca	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	40 min.	60 min.	90 min.	120 min.	150 min.	180 min.	240 min.
1	350	240	205	160	130	105	78	56	45	35	27	21

5.1.- Análisis por el método Racional Americano.

Una vez obtenidas las intensidades, procedemos a determinar el tiempo de concentración, con la finalidad de conocer la intensidad propia de la cuenca.

$$t_c = 0.0663 \left[\frac{L}{\sqrt{S_c}} \right]^{0.77}$$

$$T_c = 0.0663 (4.840 / \sqrt{0.0074})^{0.77}$$

$$T_c = 1.48$$

$$T_c (\text{min}) = 88.80$$

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$I (89 \text{ min.}) = 57 \text{ mm/hr.}$$

Una vez obtenida la Intensidad, se procede a determinar el valor del coeficiente C, en base al tipo de suelo de la cuenca.

Para el coef. de escurrimiento (C) se consideró campo en zona sub-urbana, tomando un valor medio de 0.35

Procedemos a obtener el Q de la cuenca:

Formula método Racional: $Q = 0.278 CIA$

$Q = 0.278 \times 0.35 \times 57.00 \text{ mm/h} \times 11.62 \text{ km}^2$

$Q = 64.45 \text{ m}^3/\text{s}$

5.2.- Análisis por el método Vente Chow.

Este método fue deducido con base en los conceptos de hidrogramas unitarios e hidrogramas unitarios sintéticos, es posiblemente el más confiable de los métodos semiempíricos, por lo que es importante usarlo en el grado de lo posible, es funcional para cuencas de hasta 25 km^2 , aunque se puede utilizar en cuencas hasta de 250 km^2 .

La metodología se basa en lo indicad en la norma M-PRY-CAR-1-06-004/00

A continuación, se anexa el cálculo correspondiente por la metodología Vente Chow.

MÉTODO DE CHOW									
TIEMPO DE RETORNO:	500 AÑOS				LONGITUD DEL CAUCE (m):	4,840.00	TIPO DE SUELO:	C	
No. DE CUENCA:	1				PENDIENTE MEDIA (%):	0.7438			
ÁREA DE LA CUENCA:	11.62	km ²			N =	90	USO DE SUELO:		
								SUPERFICIE DURA Y PASTIZALES	
DURACIÓN d (hrs)	INTENSIDAD i (cm / hr)	P d x i (cm)	LLUVIA EN EXCESO Peb	X Peb / d	Y	TIEMPO DE RETRASO tp	dtp	Z	Q (m ³ /seg)
0.083	35.000	2.905	1.0611	12.784	2.780	1.267	0.066	0.060	24.779
0.170	24.000	4.080	1.9501	11.471	2.780	1.267	0.134	0.100	37.056
0.333	16.000	5.328	2.9913	8.983	2.780	1.267	0.263	0.200	58.036
0.500	13.000	6.500	4.0228	8.046	2.780	1.267	0.395	0.300	77.971
1.000	7.800	7.800	5.2053	5.205	2.780	1.267	0.789	0.550	92.482
2.000	4.500	9.000	6.3208	3.160	2.780	1.267	1.579	0.850	86.779
4.000	2.100	8.400	5.7607	1.440	2.780	1.267	3.157	1.000	46.523
De acuerdo a lo anterior se dice que el gasto de diseño es:									
Q diseño =	92.48	m ³ /seg							

Q= 92.48 m³/s

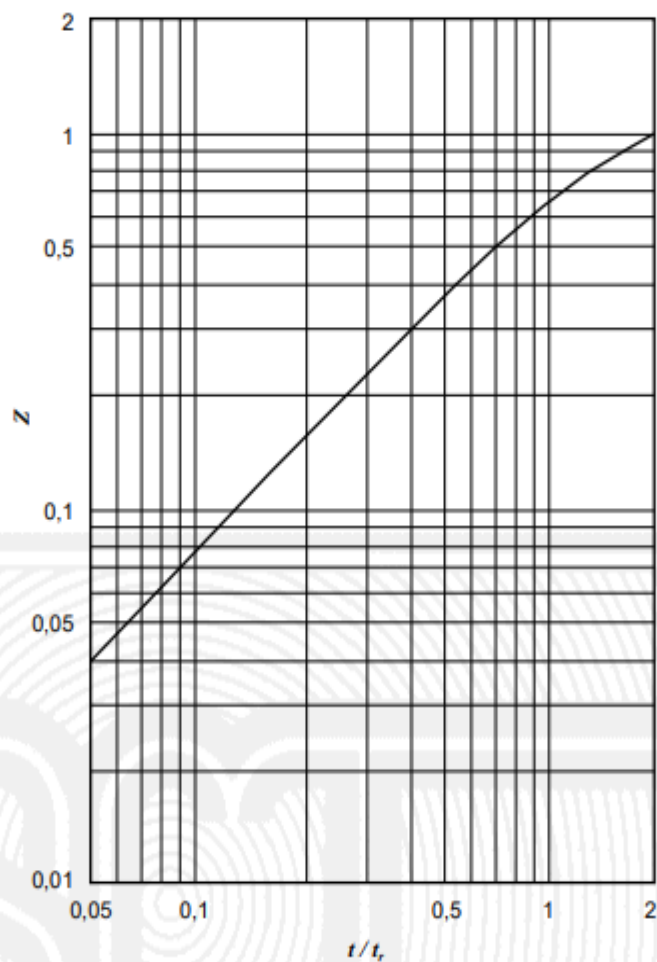


FIGURA 7.- Obtención del factor de reducción del pico Z , con base en la relación t/t_r



TABLA 3.- Selección del número de escurrimiento η

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Tipo de suelo			
		A	B	C	D
Bosques sembrados y cultivados	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	De superficie dura	72	84	90	92
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76
	Espeso o alta transpiración	26	52	62	69
	Muy espeso o alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas (sembradas con maquinaria al voleo) o potrero de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79
Potreo (permanente)	Normal	30	58	71	78
Superficie impermeable		100	100	100	100

$$Q = 2,78AXZ$$

Donde:

Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido, (m³/s)

A = Área de la cuenca, (km²)

X = Factor de escurrimiento, (cm/h)

Z = Factor de reducción del pico, adimensional

6.- Estudio Hidráulico.

Una vez obtenidos los Gastos hidrológicos, se deberán de analizar obras hidráulicas para canalización del gasto obtenido, para lo cual propone la construcción de un canal abierto en el cauce, considerando el ancho promedio existente, que ronda los 20-22 mts, se analizan diversas alternativas de solución.

Q Hidrológico= 92.48 m³/s

Obra propuesta de canalización No. 1

Canal revestido con mampostería o concreto, con sección trapezoidal y tirante normal.

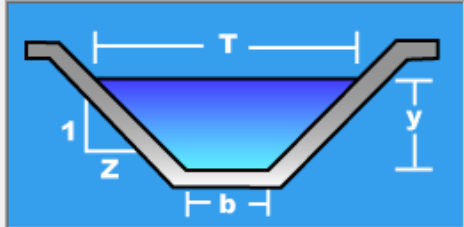
Análisis con programa H. Canales

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	Municipio de Chihuahua	Proyecto:	Canalización
Tramo:	Canalización Picacho	Revestimiento:	Mampostería y/o concreto

Datos:

Caudal (Q):	92.48	m ³ /s
Ancho de solera (b):	12	m
Talud (Z):	2.5	
Rugosidad (n):	0.017	
Pendiente (S):	0.0074	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.2220	m	Perímetro (p):	18.5807	m
Área hidráulica (A):	18.3973	m ²	Radio hidráulico (R):	0.9901	m
Espejo de agua (T):	18.1100	m	Velocidad (v):	5.0268	m/s
Número de Froude (F):	1.5924		Energía específica (E):	2.5099	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Consideraciones de diseño: Base de canal 12.00 mts, taludes de 2.5:1, ancho total en parte superior del canal 22.00 mts., altura mínima recomendada 2.00 mts. para solventar un tirante crítico de 1.2222 mts.

C. García Salinas # 4311, Col. Granjas, C.P. 31100 Chihuahua, México

Tel. 614-426-2095

Tel. 614-413-0688

contacto@caduma.com.mx

Obra propuesta de canalización No. 2

Canal revestido con mampostería o concreto solo en los taludes y con piso sin revestimiento, con sección trapezoidal y tirante normal.

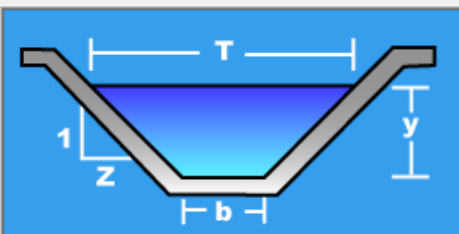
Análisis con programa H. Canales

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	Municipio de Chihuahua	Proyecto:	Canalización
Tramo:	Canalización Picacho	Revestimiento:	Mampostería y/o concreto

Datos:

Caudal (Q):	92.48	m ³ /s
Ancho de solera (b):	12	m
Talud (Z):	2.5	
Rugosidad (n):	0.027	
Pendiente (S):	0.0074	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.5835	m	Perímetro (p):	20.5273	m
Área hidráulica (A):	25.2703	m ²	Radio hidráulico (R):	1.2311	m
Espejo de agua (T):	19.9174	m	Velocidad (v):	3.6596	m/s
Número de Froude (F):	1.0373		Energía específica (E):	2.2661	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		Cuidado velocidad erosiva		

Consideraciones de diseño: Base de canal 12.00 mts, taludes de 2.5:1, ancho total en parte superior del canal 24.50 mts., altura mínima recomendada 2.50 mts. para solventar un tirante crítico de 1.5835 mts., sin embargo la velocidad del río puede generar erosión.

Obra propuesta de canalización No. 3

Canal revestido con mampostería o concreto solo en los taludes y con piso en mampostería o concreto, con sección rectangular y tirante normal.

Análisis con programa H. Canales

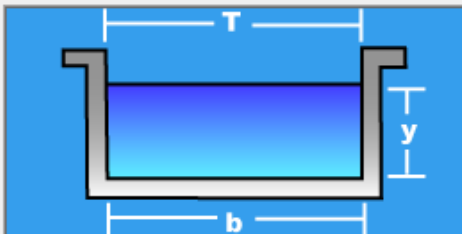
Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Municipio de Chihuahua
Tramo: Canalización Picacho

Proyecto: Canalización
Revestimiento: Mampostería y/o concreto

Datos:

Caudal (Q):	92.48	m ³ /s
Ancho de solera (b):	18	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.017	
Pendiente (S):	0.0074	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.0549	m	Perímetro (p):	20.1098	m
Área hidráulica (A):	18.9886	m ²	Radio hidráulico (R):	0.9442	m
Espejo de agua (T):	18.0000	m	Velocidad (v):	4.8703	m/s
Número de Froude (F):	1.5140		Energía específica (E):	2.2639	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Consideraciones de diseño: Base de canal 18.00 mts, taludes verticales, ancho total en parte superior del canal 18.00 mts., altura mínima recomendada 2.00 mts. para solventar un tirante crítico de 1.0549 mts.

7.- Conclusiones: Al realizar el estudio hidrológico, se pudo observar una cuenca de dimensión mediana, con un área de 11.62 km² misma que genera un gasto hidrológico promedio de 92.48 m³/s en su metodología más desfavorable, lo cual podemos observar en los análisis correspondientes, dichos parámetros se utilizaron para revisar tres metodologías de canalización, de las cuales se llegó a la conclusión que lo ideal es construir un canal revestido de forma trapezoidal y/o rectangular, dejando a criterio de la dependencia la geometría más adecuada a sus necesidades.