

## SEPTIMA SECCION

### SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

#### CIRCULAR Unica de Seguros.

(Viene de la Sexta Sección)

CLAVE ESTADO	ESTADO	CLAVE MUNICIPIO	POBLACION
20	OAXACA	262	SAN MIGUEL ALOAPAN
20	OAXACA	263	SAN MIGUEL AMATITLAN
20	OAXACA	264	SAN MIGUEL AMATLAN
20	OAXACA	265	SAN MIGUEL COATLAN
20	OAXACA	266	SAN MIGUEL CHICAHUA
20	OAXACA	267	SAN MIGUEL CHIMALAPA
20	OAXACA	268	SAN MIGUEL DEL PUERTO
20	OAXACA	269	SAN MIGUEL DEL RIO
20	OAXACA	270	SAN MIGUEL EJUTLA
20	OAXACA	271	SAN MIGUEL EL GRANDE
20	OAXACA	272	SAN MIGUEL HUAUTLA
20	OAXACA	273	SAN MIGUEL MIXTEPEC
20	OAXACA	274	SAN MIGUEL PANIXTLAHUACA
20	OAXACA	275	SAN MIGUEL PERAS
20	OAXACA	276	SAN MIGUEL PIEDRAS
20	OAXACA	277	SAN MIGUEL QUETZALTEPEC
20	OAXACA	278	SAN MIGUEL SANTA FLOR
20	OAXACA	279	SAN MIGUEL SUCHIXTEPEC
20	OAXACA	280	SAN MIGUEL TALEA DE CASTRO
20	OAXACA	281	SAN MIGUEL TECOMATLAN
20	OAXACA	282	SAN MIGUEL TENANGO
20	OAXACA	283	SAN MIGUEL TEQUIXTEPEC
20	OAXACA	284	SAN MIGUEL TILQUIAPAM
20	OAXACA	285	SAN MIGUEL TLACAMAMA
20	OAXACA	286	SAN MIGUEL TLACOTEPEC
20	OAXACA	287	SAN MIGUEL TULANCINGO
20	OAXACA	288	SAN MIGUEL YOTAO
20	OAXACA	289	SAN NICOLAS
20	OAXACA	290	SAN NICOLAS HIDALGO
20	OAXACA	291	SAN PABLO 4 VENADOS
20	OAXACA	292	SAN PABLO COATLAN
20	OAXACA	293	SAN PABLO ETLA
20	OAXACA	294	SAN PABLO HUITZO
20	OAXACA	295	SAN PABLO HUIXTEPEC
20	OAXACA	296	SAN PABLO MACUILTIANGUIS
20	OAXACA	297	SAN PABLO TIJALTEPEC
20	OAXACA	298	SAN PABLO VILLA DE MITLA
20	OAXACA	299	SAN PABLO YAGANIZA
20	OAXACA	300	SAN PEDRO AMUSGOS
20	OAXACA	301	SAN PEDRO APOSTOL
20	OAXACA	302	SAN PEDRO ATOYAC
20	OAXACA	303	SAN PEDRO CAJONOS
20	OAXACA	304	SAN PEDRO CANTAROS COXCALTEPEC
20	OAXACA	305	SAN PEDRO COMITANCILLO
20	OAXACA	306	SAN PEDRO EL ALTO
20	OAXACA	307	SAN PEDRO HUAMELULA
20	OAXACA	308	SAN PEDRO HUILOTEPEC
20	OAXACA	309	SAN PEDRO IXCATLAN
20	OAXACA	310	SAN PEDRO IXTLAHUACA

20	OAXACA	311	SAN PEDRO JALTEPETONGO
20	OAXACA	312	SAN PEDRO JICAYAN
20	OAXACA	313	SAN PEDRO JOCOTIPAC
20	OAXACA	314	SAN PEDRO JUCHATENGO
20	OAXACA	315	SAN PEDRO MARTIR
20	OAXACA	316	SAN PEDRO MARTIR QUIECHAPA
20	OAXACA	317	SAN PEDRO MARTIR YUCUXACO
20	OAXACA	318	SAN PEDRO MIXTEPEC - JUQUILA
20	OAXACA	319	SAN PEDRO MIXTEPEC - MIAHUATLAN
20	OAXACA	320	SAN PEDRO MOLINOS
20	OAXACA	321	SAN PEDRO NOPALA
20	OAXACA	322	SAN PEDRO OCOPEATATILLO
20	OAXACA	323	SAN PEDRO OCOTEPEC
20	OAXACA	324	SAN PEDRO POCHUTLA
20	OAXACA	325	SAN PEDRO QUIATONI
20	OAXACA	326	SAN PEDRO SOCHIAPAM
20	OAXACA	327	SAN PEDRO TAVICHE
20	OAXACA	328	SAN PEDRO TEOZACOALCO
20	OAXACA	329	SAN PEDRO TEPANATEPEC
20	OAXACA	330	SAN PEDRO TEUTILA
20	OAXACA	331	SAN PEDRO TIDAA
20	OAXACA	332	SAN PEDRO TOPILTEPEC
20	OAXACA	333	SAN PEDRO TOTOLAPA
20	OAXACA	334	SAN PEDRO TUTOTEPEC
20	OAXACA	335	SAN PEDRO Y SAN PABLO AYUTLA
20	OAXACA	336	SAN PEDRO Y SAN PABLO TEPOSCOLULA
20	OAXACA	337	SAN PEDRO Y SAN PABLO TEQUIXTEPEC
20	OAXACA	338	SAN PEDRO YANERI
20	OAXACA	339	SAN PEDRO YOLOX
20	OAXACA	340	SAN PEDRO YUCUNAMA
20	OAXACA	341	SAN RAYMUNDO JALPAN
20	OAXACA	342	SAN SEBASTIAN ABASOLO
20	OAXACA	343	SAN SEBASTIAN COATLAN
20	OAXACA	344	SAN SEBASTIAN IXCAPA
20	OAXACA	345	SAN SEBASTIAN NICANANDUTA
20	OAXACA	346	SAN SEBASTIAN RIO HONDO
20	OAXACA	347	SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA
20	OAXACA	348	SAN SEBASTIAN TEITIPAC
20	OAXACA	349	SAN SEBASTIAN TUTLA
20	OAXACA	350	SAN SIMON ALMOLONGAS
20	OAXACA	351	SAN SIMON ZAHUATLAN
20	OAXACA	352	SAN VICENTE COATLAN
20	OAXACA	353	SAN VICENTE LACHIXIO
20	OAXACA	354	SAN VICENTE NUÑU
20	OAXACA	355	SANTA ANA
20	OAXACA	356	SANTA ANA ATEIXTLAHUACA
20	OAXACA	357	SANTA ANA CUAUHEMOC
20	OAXACA	358	SANTA ANA DEL VALLE
20	OAXACA	359	SANTA ANA TAVELA
20	OAXACA	360	SANTA ANA TLAPACOYAN
20	OAXACA	361	SANTA ANA YARENI
20	OAXACA	362	SANTA ANA ZEGACHE
20	OAXACA	363	SANTA CATARINA CUIXTLA
20	OAXACA	364	SANTA CATARINA IXTEPEJI
20	OAXACA	365	SANTA CATARINA JUQUILA
20	OAXACA	366	SANTA CATARINA LACHATAO
20	OAXACA	367	SANTA CATARINA LOXICHA
20	OAXACA	368	SANTA CATARINA MECHOACAN
20	OAXACA	369	SANTA CATARINA MINAS

20	OAXACA	370	SANTA CATARINA QUIANE
20	OAXACA	371	SANTA CATARINA QUIERI
20	OAXACA	372	SANTA CATARINA QUIOQUITANI
20	OAXACA	373	SANTA CATARINA TAYATA
20	OAXACA	374	SANTA CATARINA TICUA
20	OAXACA	375	SANTA CATARINA YOSNOTU
20	OAXACA	376	SANTA CATARINA ZAPOQUILA
20	OAXACA	377	SANTA CRUZ ACATEPEC
20	OAXACA	378	SANTA CRUZ AMILPAS
20	OAXACA	379	SANTA CRUZ DE BRAVO
20	OAXACA	380	SANTA CRUZ ITUNDUJIA
20	OAXACA	381	SANTA CRUZ MIXTEPEC
20	OAXACA	382	SANTA CRUZ NUNDACO
20	OAXACA	383	SANTA CRUZ PAPALUTLA
20	OAXACA	384	SANTA CRUZ TACAHAUA
20	OAXACA	385	SANTA CRUZ TAYATA
20	OAXACA	386	SANTA CRUZ TOCACHE DE MINA
20	OAXACA	387	SANTA CRUZ XITLA
20	OAXACA	388	SANTA CRUZ XOXOCOTLAN
20	OAXACA	389	SANTA CRUZ ZENZONTEPEC
20	OAXACA	390	SANTA GERTRUDIS
20	OAXACA	391	SANTA INES DE ZARAGOZA
20	OAXACA	392	SANTA INES DEL MONTE
20	OAXACA	393	SANTA INES YATZECHE
20	OAXACA	394	SANTA LUCIA DEL CAMINO
20	OAXACA	395	SANTA LUCIA MIAHUATLAN
20	OAXACA	396	SANTA LUCIA MONTEVERDE
20	OAXACA	397	SANTA LUCIA OCOTLAN
20	OAXACA	398	SANTA MAGDALENA JICOTLAN
20	OAXACA	399	SANTA MARIA ALOTEPEC
20	OAXACA	400	SANTA MARIA APAZCO
20	OAXACA	401	SANTA MARIA ATZOMPA
20	OAXACA	402	SANTA MARIA CAMOTLAN
20	OAXACA	403	SANTA MARIA COLOTEPEC
20	OAXACA	404	SANTA MARIA CORTIJO
20	OAXACA	405	SANTA MARIA COYOTEPEC
20	OAXACA	406	SANTA MARIA CHACHOAPAM
20	OAXACA	407	SANTA MARIA CHILAPA DE DIAZ
20	OAXACA	408	SANTA MARIA CHILCHOTLA
20	OAXACA	409	SANTA MARIA CHIMALAPA
20	OAXACA	410	SANTA MARIA DEL ROSARIO
20	OAXACA	411	SANTA MARIA DEL TULE
20	OAXACA	412	SANTA MARIA ECATEPEC
20	OAXACA	413	SANTA MARIA GUELAXE
20	OAXACA	414	SANTA MARIA GUIENAGATI
20	OAXACA	415	SANTA MARIA HUATULCO
20	OAXACA	416	SANTA MARIA HUAZOLOTITLAN
20	OAXACA	417	SANTA MARIA IPALAPA
20	OAXACA	418	SANTA MARIA IXCATLAN
20	OAXACA	419	SANTA MARIA JACATEPEC
20	OAXACA	420	SANTA MARIA JALAPA DEL MARQUEZ
20	OAXACA	421	SANTA MARIA LA ASUNCION
20	OAXACA	422	SANTA MARIA LACHIXIO
20	OAXACA	423	SANTA MARIA MIXTEQUILLA
20	OAXACA	424	SANTA MARIA NATIVITAS
20	OAXACA	425	SANTA MARIA NDUAYACO
20	OAXACA	426	SANTA MARIA OZOLOTEPEC
20	OAXACA	427	SANTA MARIA PAPALO
20	OAXACA	428	SANTA MARIA PEÑOLES

20	OAXACA	429	SANTA MARIA PETAPA
20	OAXACA	430	SANTA MARIA QUIEGOLANI
20	OAXACA	431	SANTA MARIA SOLA
20	OAXACA	432	SANTA MARIA TATALTEPEC
20	OAXACA	433	SANTA MARIA TECOMAVACA
20	OAXACA	434	SANTA MARIA TEMAXCALAPA
20	OAXACA	435	SANTA MARIA TEMAXCALTEPEC
20	OAXACA	436	SANTA MARIA TEOPOXCO
20	OAXACA	437	SANTA MARIA TEPANTLALI
20	OAXACA	438	SANTA MARIA TEXCATITLAN
20	OAXACA	439	SANTA MARIA TLAHUITOLTEPEC
20	OAXACA	440	SANTA MARIA TLALIXTAC
20	OAXACA	441	SANTA MARIA TONAMECA
20	OAXACA	442	SANTA MARIA TOTOLAPILLA
20	OAXACA	443	SANTA MARIA XADANI
20	OAXACA	444	SANTA MARIA YALINA
20	OAXACA	445	SANTA MARIA YAVESIA
20	OAXACA	446	SANTA MARIA YOLOTEPEC
20	OAXACA	447	SANTA MARIA YOSOYUA
20	OAXACA	448	SANTA MARIA YUCUHITI
20	OAXACA	449	SANTA MARIA ZACATEPEC
20	OAXACA	450	SANTA MARIA ZANIZA
20	OAXACA	451	SANTA MARIA ZOQUITLAN
20	OAXACA	452	SANTIAGO AMOLTEPEC
20	OAXACA	453	SANTIAGO APOALA
20	OAXACA	454	SANTIAGO APOSTOL
20	OAXACA	455	SANTIAGO ASTATA
20	OAXACA	456	SANTIAGO ATITLAN
20	OAXACA	457	SANTIAGO AYUQUILILLA
20	OAXACA	458	SANTIAGO CACALOXTEPEC
20	OAXACA	459	SANTIAGO CAMOTLAN
20	OAXACA	460	SANTIAGO COMALTEPEC
20	OAXACA	461	SANTIAGO CHAZUMBA
20	OAXACA	462	SANTIAGO CHOAPAM
20	OAXACA	463	SANTIAGO DEL RIO
20	OAXACA	464	SANTIAGO HUAJOLOTITLAN
20	OAXACA	465	SANTIAGO HUAUCLILLA
20	OAXACA	466	SANTIAGO IHUITLAN PLUMAS
20	OAXACA	467	SANTIAGO IXCUINTEPEC
20	OAXACA	468	SANTIAGO IXTAYUTLA
20	OAXACA	469	SANTIAGO JAMILTEPEC
20	OAXACA	470	SANTIAGO JOCOTEPEC
20	OAXACA	471	SANTIAGO JUXTLAHUACA
20	OAXACA	472	SANTIAGO LACHIGUIRI
20	OAXACA	473	SANTIAGO LALOPA
20	OAXACA	474	SANTIAGO LAOLLAGA
20	OAXACA	475	SANTIAGO LAXOPA
20	OAXACA	476	SANTIAGO LLANO GRANDE
20	OAXACA	477	SANTIAGO MATATLAN
20	OAXACA	478	SANTIAGO MILTEPEC
20	OAXACA	479	SANTIAGO MINAS
20	OAXACA	480	SANTIAGO NACALTEPEC
20	OAXACA	481	SANTIAGO NEJAPILLA
20	OAXACA	482	SANTIAGO NILTEPEC
20	OAXACA	483	SANTIAGO NUNDICHE
20	OAXACA	484	SANTIAGO NUYOO
20	OAXACA	485	SANTIAGO PINOTEPAN NACIONAL
20	OAXACA	486	SANTIAGO SUCHILQUITONGO
20	OAXACA	487	SANTIAGO TAMAZOLA

20	OAXACA	488	SANTIAGO TAPEXTLA
20	OAXACA	489	SANTIAGO TENANGO
20	OAXACA	490	SANTIAGO TEPETLAPA
20	OAXACA	491	SANTIAGO TETEPEC
20	OAXACA	492	SANTIAGO TEXCALCINGO
20	OAXACA	493	SANTIAGO TEXTITLAN
20	OAXACA	494	SANTIAGO TILATONGA
20	OAXACA	495	SANTIAGO TILLO
20	OAXACA	496	SANTIAGO TLAZOYALTEPEC
20	OAXACA	497	SANTIAGO XANICA
20	OAXACA	498	SANTIAGO XIACUI
20	OAXACA	499	SANTIAGO YAITEPEC
20	OAXACA	500	SANTIAGO YAVEO
20	OAXACA	501	SANTIAGO YOLOMECATL
20	OAXACA	502	SANTIAGO YOSANDUA
20	OAXACA	503	SANTIAGO YUCUYACHI
20	OAXACA	504	SANTIAGO ZACATEPEC
20	OAXACA	505	SANTIAGO ZAACHILA
20	OAXACA	506	SANTO DOMINGO ALBARRADAS
20	OAXACA	507	SANTO DOMINGO ARMENTA
20	OAXACA	508	SANTO DOMINGO CHIHUITAN
20	OAXACA	509	SANTO DOMINGO DE MORELOS
20	OAXACA	510	SANTO DOMINGO INGENIO
20	OAXACA	511	SANTO DOMINGO IXCATLAN
20	OAXACA	512	SANTO DOMINGO NUXAA
20	OAXACA	513	SANTO DOMINGO OZOLOTEPEC
20	OAXACA	514	SANTO DOMINGO PETAPA
20	OAXACA	515	SANTO DOMINGO ROAYAGA
20	OAXACA	516	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC
20	OAXACA	517	SANTO DOMINGO TEOJOMULCO
20	OAXACA	518	SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC
20	OAXACA	519	SANTO DOMINGO TLATAYAPAM
20	OAXACA	520	SANTO DOMINGO TOMALTEPEC
20	OAXACA	521	SANTO DOMINGO TONALA
20	OAXACA	522	SANTO DOMINGO TONALTEPEC
20	OAXACA	523	SANTO DOMINGO XAGACIA
20	OAXACA	524	SANTO DOMINGO YANHUITLAN
20	OAXACA	525	SANTO DOMINGO YODOHINO
20	OAXACA	526	SANTO DOMINGO ZANATEPEC
20	OAXACA	527	SANTO TOMAS JALIEZA
20	OAXACA	528	SANTO TOMAS MAZALTEPEC
20	OAXACA	529	SANTO TOMAS OCOTEPEC
20	OAXACA	530	SANTO TOMAS TAMAZULAPAM
20	OAXACA	531	SANTOS REYES NOPALA
20	OAXACA	532	SANTOS REYES PAPALO
20	OAXACA	533	SANTOS REYES TEPEJILLO
20	OAXACA	534	SANTOS REYES YUCUNA
20	OAXACA	535	SILACAYOAPAM
20	OAXACA	536	SITIO DE XITLAPEHUA
20	OAXACA	537	SOLEDAD ETLA
20	OAXACA	538	STA. MARIA JALTIANGUIS
20	OAXACA	539	TAMAZULAPAM DEL ESPIRITU SANTO
20	OAXACA	540	TANETZE DE ZARAGOZA
20	OAXACA	541	TANICHE
20	OAXACA	542	TATALTEPEC DE VALDEZ
20	OAXACA	543	TEOCOCUILCO DE MARCOS PEREZ
20	OAXACA	544	TEOTITLAN DE FLORES MAGON
20	OAXACA	545	TEOTITLAN DEL VALLE
20	OAXACA	546	TEOTONGO

20	OAXACA	547	TEPELMEME VILLA DE MORELOS
20	OAXACA	548	TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA
20	OAXACA	549	TLACOLULA MATAMOROS
20	OAXACA	550	TLACOTEPEC PLUMAS
20	OAXACA	551	TLALIXTAC DE CABRERA
20	OAXACA	552	TOTONTEPEC VILLA DE MORELOS
20	OAXACA	553	TRINIDAD VISTA HERMOSA, LA
20	OAXACA	554	TRINIDAD ZAACHILA
20	OAXACA	555	UNION HIDALGO
20	OAXACA	556	VALERIO TRUJANO
20	OAXACA	557	VILLA DE ETLA
20	OAXACA	558	VILLA DE TAMAZULAPAM DEL PROGRESO
20	OAXACA	559	VILLA DE ZAACHILA
20	OAXACA	560	VILLA DIAZ ORDAZ
20	OAXACA	561	VILLA HIDALGO
20	OAXACA	562	VILLA SOLA DE VEGA
20	OAXACA	563	VILLA TEJUPAM DE LA UNION
20	OAXACA	564	YAXE
20	OAXACA	565	YOGANA
20	OAXACA	566	YUTANDUCHI DE GUERRERO
20	OAXACA	567	ZAPOTITLAN DEL RIO
20	OAXACA	568	ZAPOTITLAN LAGUNAS
20	OAXACA	569	ZAPOTITLAN PALMAS
20	OAXACA	570	ZIMATLAN DE ALVAREZ
20	OAXACA	592	OAXACA (OTROS)
21	PUEBLA	1	ACAJETE
21	PUEBLA	2	ACATENEO
21	PUEBLA	3	ACATLAN
21	PUEBLA	4	ACATZINGO
21	PUEBLA	5	ACTEOPAN
21	PUEBLA	6	AHUACATLAN
21	PUEBLA	7	AHUATLAN
21	PUEBLA	8	AHUAZOTEPEC
21	PUEBLA	9	AHUEHUETITLA
21	PUEBLA	10	AJALPAN
21	PUEBLA	11	ALBINO ZERTUCHE
21	PUEBLA	12	ALJOJUCA
21	PUEBLA	13	ALTEPEXI
21	PUEBLA	14	AMIXTLAN
21	PUEBLA	15	AMOZOC
21	PUEBLA	16	AQUIXTLA
21	PUEBLA	17	ATEMPAN
21	PUEBLA	18	ATEXCAL
21	PUEBLA	19	ATLIXCO
21	PUEBLA	20	ATOYATEMPAN
21	PUEBLA	21	ATZALA
21	PUEBLA	22	ATZITZIHUACAN
21	PUEBLA	23	ATZITZINTLA
21	PUEBLA	24	AXUTLA
21	PUEBLA	25	AYOTOXCO DE GUERRERO
21	PUEBLA	26	CALPAN
21	PUEBLA	27	CALTEPEC
21	PUEBLA	28	CAMOCUAUTLA
21	PUEBLA	29	CAÑADA MORELOS
21	PUEBLA	30	CAXHUACAN
21	PUEBLA	31	COATEPEC
21	PUEBLA	32	COATZINGO
21	PUEBLA	33	COHETZALA
21	PUEBLA	34	COHUETAN

21	PUEBLA	35	CORONANGO
21	PUEBLA	36	COXCATLAN
21	PUEBLA	37	COYOMEAPAN
21	PUEBLA	38	COYOTEPEC
21	PUEBLA	39	CUAPIAXTLA DE MADERO
21	PUEBLA	40	CUAUTEMPAN
21	PUEBLA	41	CUAUTINCHAN
21	PUEBLA	42	CUAUTLANCINGO
21	PUEBLA	43	CUAYUCA DE ANDRADE
21	PUEBLA	44	CUETZALAN DE PROGRESO
21	PUEBLA	45	CUYOACO
21	PUEBLA	46	CHALCHICOMULA DE SESMA
21	PUEBLA	47	CHAPULCO
21	PUEBLA	48	CHETLA
21	PUEBLA	49	CHIAUTEZINGO
21	PUEBLA	50	CHIAUTLA
21	PUEBLA	51	CHICONCUAUTLA
21	PUEBLA	52	CHICHQUILA
21	PUEBLA	53	CHIGMECATITLAN
21	PUEBLA	54	CHIGNAHUAPAN
21	PUEBLA	55	CHIGNAUTLA
21	PUEBLA	56	CHILA
21	PUEBLA	57	CHILA DE LA SAL
21	PUEBLA	58	CHILA HONEY
21	PUEBLA	59	CHILCHOTLA
21	PUEBLA	60	CHINANTLA
21	PUEBLA	61	DOMIGO ARENAS
21	PUEBLA	62	EPATLAN
21	PUEBLA	63	ESPERANZA
21	PUEBLA	64	FRANCISCO Z. MENA
21	PUEBLA	65	GRAL. FELIPE ANGELES
21	PUEBLA	66	GUADALUPE
21	PUEBLA	67	GUADALUPE VICTORIA
21	PUEBLA	68	HERMENEGILDO GALEANA
21	PUEBLA	69	HUAQUECHULA
21	PUEBLA	70	HUATLATLAUCA
21	PUEBLA	71	HUAUCHINANGO
21	PUEBLA	72	HUEHUETLA
21	PUEBLA	73	HUEHUETLAN EL CHICO
21	PUEBLA	74	HUEHUETLAN EL GRANDE
21	PUEBLA	75	HUEJOTZINGO
21	PUEBLA	76	HUEYAPAN
21	PUEBLA	77	HUEYTAMALCO
21	PUEBLA	78	HUEYTLALPAN
21	PUEBLA	79	HUITZILAN DE SERDAN
21	PUEBLA	80	HUITZILTEPEC
21	PUEBLA	81	IGNACIO ALLENDE
21	PUEBLA	82	IXCAMILPA DE GUERRERO
21	PUEBLA	83	IXCAQUIXTLA
21	PUEBLA	84	IXTACAMAXTITLAN
21	PUEBLA	85	IXTEPEC
21	PUEBLA	86	IZUCAR DE MATAMOROS
21	PUEBLA	87	JALPAN
21	PUEBLA	88	JOLALPAN
21	PUEBLA	89	JONOTLA
21	PUEBLA	90	JOPALA
21	PUEBLA	91	JUAN C. BONILLA
21	PUEBLA	92	JUAN GALINDO
21	PUEBLA	93	JUAN N. MENDEZ

21	PUEBLA	94	LAFRAGUA
21	PUEBLA	95	LIBRES
21	PUEBLA	96	MAGDALENA TLATLAUQUITEPEC, LA
21	PUEBLA	97	MAZAPILTEPEC DE JUAREZ
21	PUEBLA	98	MIXTLA
21	PUEBLA	99	MOLCAXAC
21	PUEBLA	100	NAUPAN
21	PUEBLA	101	NAUZONTLA
21	PUEBLA	102	NEALTICAN
21	PUEBLA	103	NICOLAS BRAVO
21	PUEBLA	104	NOPALUCAN
21	PUEBLA	105	OCOTEPEC
21	PUEBLA	106	OCOYUCAN
21	PUEBLA	107	OLINTLA
21	PUEBLA	108	ORIENTAL
21	PUEBLA	109	OXOCHITLAN, EL
21	PUEBLA	110	PAHUATLAN
21	PUEBLA	111	PALMAR DE BRAVO
21	PUEBLA	112	PANTEPEC
21	PUEBLA	113	PETLALCINGO
21	PUEBLA	114	PIAXTLA
21	PUEBLA	115	PUEBLA
21	PUEBLA	116	QUECHOLAC
21	PUEBLA	117	QUIMIXTLAN
21	PUEBLA	118	RAFAEL LARA GRAJALES
21	PUEBLA	119	REYES DE JUAREZ, LOS
21	PUEBLA	120	SAN ANDRES CHOLULA
21	PUEBLA	121	SAN ANTONIO CAÑADA
21	PUEBLA	122	SAN DIEGO LA MESA TOCHIMILTZINGO
21	PUEBLA	123	SAN FELIPE TEOTLACINGO
21	PUEBLA	124	SAN FELIPE TEPATLAN
21	PUEBLA	125	SAN GABRIEL CHILAC
21	PUEBLA	126	SAN GREGORIO ATZOMPA
21	PUEBLA	127	SAN JERONIMO TECUANIPAN
21	PUEBLA	128	SAN JERONIMO XAYACATLAN
21	PUEBLA	129	SAN JOSE CHIAPA
21	PUEBLA	130	SAN JOSE MIAHUATLAN
21	PUEBLA	131	SAN JUAN ATENCO
21	PUEBLA	132	SAN JUAN ATZOMPA
21	PUEBLA	133	SAN MARTIN TEXMELUCAN
21	PUEBLA	134	SAN MARTIN TOTOLTEPEC
21	PUEBLA	135	SAN MATIAS TLALANCALECA
21	PUEBLA	136	SAN MIGUEL IXITLAN
21	PUEBLA	137	SAN MIGUEL XOXTLA
21	PUEBLA	138	SAN NICOLAS BUENOS AIRES
21	PUEBLA	139	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS
21	PUEBLA	140	SAN PABLO ANICANO
21	PUEBLA	141	SAN PEDRO CHOLULA
21	PUEBLA	142	SAN PEDRO YELOIXTLAHUACA
21	PUEBLA	143	SAN SALVADOR EL SECO
21	PUEBLA	144	SAN SALVADOR EL VERDE
21	PUEBLA	145	SAN SALVADOR HUIXCOLOTLA
21	PUEBLA	146	SAN SEBASTIAN TLACOTEPEC
21	PUEBLA	147	SANTA CATARINA TLALTEMPAN
21	PUEBLA	148	SANTA INES AHUATEMPAN
21	PUEBLA	149	SANTA ISABEL CHOLULA
21	PUEBLA	150	SANTIAGO MIAHUATLAN
21	PUEBLA	151	SANTO TOMAS HUEYOTLIPAN
21	PUEBLA	152	SOLTEPEC

21	PUEBLA	153	TECALI DE HERRERA
21	PUEBLA	154	TECAMACHALCO
21	PUEBLA	155	TECOMATLAN
21	PUEBLA	156	TEHUACAN
21	PUEBLA	157	TEHUITZINGO
21	PUEBLA	158	TENAMPULCO
21	PUEBLA	159	TEOPANTLAN
21	PUEBLA	160	TEOTLALCO
21	PUEBLA	161	TEPANGO DE LOPEZ
21	PUEBLA	162	TEPANGO DE RODRIGUEZ
21	PUEBLA	163	TEPATLAXCO DE HIDALGO
21	PUEBLA	164	TEPEACA
21	PUEBLA	165	TEPEJI DE RODRIGUEZ
21	PUEBLA	166	TEPEMAXALCO
21	PUEBLA	167	TEPEOJUMA
21	PUEBLA	168	TEPETZINTLA
21	PUEBLA	169	TEPEXCO
21	PUEBLA	170	TEPEYAHUALCO
21	PUEBLA	171	TEPEYAHUALCO DE CUAUHEMOC
21	PUEBLA	172	TETELA DE OCAMPO
21	PUEBLA	173	TETELES DE AVILA CASTILLO
21	PUEBLA	174	TEZIUTLAN
21	PUEBLA	175	TIANGUISMANALCO
21	PUEBLA	176	TILAPA
21	PUEBLA	177	TLACOTEPEC DE BENITO JUAREZ
21	PUEBLA	178	TLACUILOTEPEC
21	PUEBLA	179	TLACHICHUCA
21	PUEBLA	180	TLAHUAPAN
21	PUEBLA	181	TLALTENANGO
21	PUEBLA	182	TLANEPANTLA
21	PUEBLA	183	TLAOLA
21	PUEBLA	184	TLAPACOYA
21	PUEBLA	185	TLAPANALA
21	PUEBLA	186	TLATLAUQUITEPEC
21	PUEBLA	187	TLAXCO
21	PUEBLA	188	TOCHIMILCO
21	PUEBLA	189	TOCHTEPEC
21	PUEBLA	190	TOTOLTEPEC DE GUERRERO
21	PUEBLA	191	TULCINGO
21	PUEBLA	192	TUZAMAPAN DE GALEANA
21	PUEBLA	193	TZICATLACOYAN
21	PUEBLA	194	VENUSTIANO CARRANZA
21	PUEBLA	195	VICENTE GUERRERO
21	PUEBLA	196	XAYACATLAN DE BRAVO
21	PUEBLA	197	XICOTEPEC
21	PUEBLA	198	XICOTLAN
21	PUEBLA	199	XIUTETELCO
21	PUEBLA	200	XOCHIAPULCO
21	PUEBLA	201	XOCHILTEPEC
21	PUEBLA	202	XOCHITLAN DE VICENTE SUAREZ
21	PUEBLA	203	XOCHITLAN TODOS SANTOS
21	PUEBLA	204	YAONAHUAC
21	PUEBLA	205	YEHUALTEPEC
21	PUEBLA	206	ZACAPALA
21	PUEBLA	207	ZACAPOAXTLA
21	PUEBLA	208	ZACATLAN
21	PUEBLA	209	ZAPOTITLAN
21	PUEBLA	210	ZAPOTITLAN DE MENDEZ
21	PUEBLA	211	ZARAGOZA

21	PUEBLA	212	ZAUTLA
21	PUEBLA	213	ZIHUATEUTLA
21	PUEBLA	214	ZINACANTEPEC
21	PUEBLA	215	ZONGOZOTLA
21	PUEBLA	216	ZOQUIAPAN
21	PUEBLA	217	ZOQUITLAN
21	PUEBLA	239	PUEBLA (OTROS)
22	QUERETARO	1	AMEALCO DE BONFIL
22	QUERETARO	2	ARROYO SECO
22	QUERETARO	3	CADEREYTA DE MONTES
22	QUERETARO	4	COLON
22	QUERETARO	5	CORREGIDORA
22	QUERETARO	6	MARQUES, EL
22	QUERETARO	7	EZEQUIEL MONTES
22	QUERETARO	8	HUIMILPAN
22	QUERETARO	9	JALPAN DE SERRA
22	QUERETARO	10	LANDA DE MATAMOROS
22	QUERETARO	11	PEDRO ESCOBEDO
22	QUERETARO	12	PEÑAMILLER
22	QUERETARO	13	PINAL DE AMOLES
22	QUERETARO	14	QUERETARO
22	QUERETARO	15	SAN JOAQUIN
22	QUERETARO	16	SAN JUAN DEL RIO
22	QUERETARO	17	TEQUISQUIAPAN
22	QUERETARO	18	TOLIMAN
22	QUERETARO	40	QUERETARO (OTROS)
23	QUINTANA ROO	1	BENITO JUAREZ
23	QUINTANA ROO	2	CANCUN
23	QUINTANA ROO	3	COZUMEL
23	QUINTANA ROO	4	CHETUMAL
23	QUINTANA ROO	5	FELIPE CARRILLO PUERTO
23	QUINTANA ROO	6	ISLA MUJERES
23	QUINTANA ROO	7	JOSE MA. MORELOS
23	QUINTANA ROO	8	LAZARO CARDENAS
23	QUINTANA ROO	9	OTHON P. BLANCO
23	QUINTANA ROO	10	SOLIDARIDAD
23	QUINTANA ROO	31	QUINTANA ROO (OTROS)
24	SAN LUIS POTOSI	1	AHUALULCO
24	SAN LUIS POTOSI	2	ALAQUINES
24	SAN LUIS POTOSI	3	AQUISMON
24	SAN LUIS POTOSI	4	ARMADILLO DE LOS INFANTE
24	SAN LUIS POTOSI	5	AXTLA DE TERRAZAS
24	SAN LUIS POTOSI	6	CARDENAS
24	SAN LUIS POTOSI	7	CATORCE
24	SAN LUIS POTOSI	8	CEDRAL
24	SAN LUIS POTOSI	9	CERRITOS
24	SAN LUIS POTOSI	10	CERRO DE SAN PEDRO
24	SAN LUIS POTOSI	11	CIUDAD DEL MAIZ
24	SAN LUIS POTOSI	12	CIUDAD FERNANDEZ
24	SAN LUIS POTOSI	13	CIUDAD VALLES
24	SAN LUIS POTOSI	14	COXCATLAN
24	SAN LUIS POTOSI	15	CHARCAS
24	SAN LUIS POTOSI	16	EBANO
24	SAN LUIS POTOSI	17	GUADALCAZAR
24	SAN LUIS POTOSI	18	HUEHUETLAN
24	SAN LUIS POTOSI	19	LAGUNILLAS
24	SAN LUIS POTOSI	20	MATEHUALA
24	SAN LUIS POTOSI	21	MEXQUITIC DE CARMONA
24	SAN LUIS POTOSI	22	MOCTEZUMA

24	SAN LUIS POTOSI	23	RAYON
24	SAN LUIS POTOSI	24	RIO VERDE
24	SAN LUIS POTOSI	25	SALINAS
24	SAN LUIS POTOSI	26	SAN ANTONIO
24	SAN LUIS POTOSI	27	SAN CIRO DE ACOSTA
24	SAN LUIS POTOSI	28	SAN LUIS POTOSI
24	SAN LUIS POTOSI	29	SAN MARTIN CHALCHICUAUTLA
24	SAN LUIS POTOSI	30	SAN NICOLAS TOLENTINO
24	SAN LUIS POTOSI	31	SAN VICENTE TANCUAYALAB
24	SAN LUIS POTOSI	32	SANTA CATARINA
24	SAN LUIS POTOSI	33	SANTA MARIA DEL RIO
24	SAN LUIS POTOSI	34	SANTO DOMINGO
24	SAN LUIS POTOSI	35	SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ
24	SAN LUIS POTOSI	36	TAMASOPO
24	SAN LUIS POTOSI	37	TAMAZUNCHALE
24	SAN LUIS POTOSI	38	TAMPACAN
24	SAN LUIS POTOSI	39	TAMPAMOLON CORONA
24	SAN LUIS POTOSI	40	TAMUIN
24	SAN LUIS POTOSI	41	TANCANHUITZ DE SANTOS
24	SAN LUIS POTOSI	42	TANLAJAS
24	SAN LUIS POTOSI	43	TANQUIAN DE ESCOBEDO
24	SAN LUIS POTOSI	44	TIERRANUEVA
24	SAN LUIS POTOSI	45	VANEGAS
24	SAN LUIS POTOSI	46	VENADO
24	SAN LUIS POTOSI	47	VILLA DE ARISTA
24	SAN LUIS POTOSI	48	VILLA DE ARRIAGA
24	SAN LUIS POTOSI	49	VILLA DE GUADALUPE
24	SAN LUIS POTOSI	50	VILLA DE LA PAZ
24	SAN LUIS POTOSI	51	VILLA DE RAMOS
24	SAN LUIS POTOSI	52	VILLA DE REYES
24	SAN LUIS POTOSI	53	VILLA HIDALGO
24	SAN LUIS POTOSI	54	VILLA JUAREZ
24	SAN LUIS POTOSI	55	XILITLA
24	SAN LUIS POTOSI	56	ZARAGOZA
24	SAN LUIS POTOSI	77	SAN LUIS POTOSI (OTROS)
25	SINALOA	1	AHOME
25	SINALOA	2	ANGOSTURA
25	SINALOA	3	BADIRAGUATO
25	SINALOA	4	CONCORDIA
25	SINALOA	5	COSALA
25	SINALOA	6	CULIACAN
25	SINALOA	7	CHOIX
25	SINALOA	8	ELOTA
25	SINALOA	9	ESCUINAPA
25	SINALOA	10	FUERTE, EL
25	SINALOA	11	GUASAVE
25	SINALOA	12	MAZATLAN
25	SINALOA	13	MOCORITO
25	SINALOA	14	MOCHIS, LOS
25	SINALOA	15	NAVOLATO
25	SINALOA	16	ROSARIO
25	SINALOA	17	SALVADOR ALVARADO
25	SINALOA	18	SAN IGNACIO
25	SINALOA	19	SINALOA
25	SINALOA	40	SINALOA (OTROS)
26	SONORA	1	ACONCHI
26	SONORA	2	AGUA PRIETA
26	SONORA	3	ALAMOS
26	SONORA	4	ALTAR

26	SONORA	5	ARIVECHI
26	SONORA	6	ARIZPE
26	SONORA	7	ATIL
26	SONORA	8	BACADEHUACHI
26	SONORA	9	BACANORA
26	SONORA	10	BACERAC
26	SONORA	11	BACOACHI
26	SONORA	12	BACUM
26	SONORA	13	BANAMICHI
26	SONORA	14	BAVIACORA
26	SONORA	15	BAVISPE
26	SONORA	16	BENJAMIN HILL
26	SONORA	17	CABORCA
26	SONORA	18	CAJEME
26	SONORA	19	CANANEA
26	SONORA	20	CARBO
26	SONORA	21	COLORADA, LA
26	SONORA	22	CUCURPE
26	SONORA	23	CUMPAS
26	SONORA	24	DIVISADORES
26	SONORA	25	EMPALME
26	SONORA	26	ETCHOJOA
26	SONORA	27	FRONTERAS
26	SONORA	28	GRAL. PLUTARCO ELIAS CALLES
26	SONORA	29	GRANADOS
26	SONORA	30	GUAYMAS
26	SONORA	31	HERMOSILLO
26	SONORA	32	HUACHINERA
26	SONORA	33	HUASABAS
26	SONORA	34	HUATABAMPO
26	SONORA	35	HUEPAC
26	SONORA	36	IMURIS
26	SONORA	37	MAGDALENA
26	SONORA	38	MAZATAN
26	SONORA	39	MOCTEZUMA
26	SONORA	40	NACO
26	SONORA	41	NACORI CHICO
26	SONORA	42	NACOZARI DE GARCIA
26	SONORA	43	NAVOJOA
26	SONORA	44	NOGALES
26	SONORA	45	ONAVAS
26	SONORA	46	OPODEPE
26	SONORA	47	OQUITOA
26	SONORA	48	PITIQUITO
26	SONORA	49	PUERTO PEÑASCO
26	SONORA	50	QUIRIEGO
26	SONORA	51	RAYON
26	SONORA	52	ROSARIO
26	SONORA	53	SAHUARIPA
26	SONORA	54	SAN FELIPE DE JESUS
26	SONORA	55	SAN JAVIER
26	SONORA	56	SAN LUIS RIO COLORADO
26	SONORA	57	SAN MIGUEL DE HORCASITAS
26	SONORA	58	SAN PEDRO DE LA CUEVA
26	SONORA	59	SANTA ANA
26	SONORA	60	SANTA CRUZ
26	SONORA	61	SARIC
26	SONORA	62	SOYOPA
26	SONORA	63	SUAQUI GRANDE

26	SONORA	64	TEPACHE
26	SONORA	65	TRINCHERAS
26	SONORA	66	TUBUTAMA
26	SONORA	67	URES
26	SONORA	68	VILLA HIDALGO
26	SONORA	69	VILLA PESQUEIRA
26	SONORA	70	YECORA
26	SONORA	71	CD. OBREGON
26	SONORA	91	SONORA (OTROS)
27	TABASCO	1	BALANCAN
27	TABASCO	2	CARDENAS
27	TABASCO	3	CENTLA
27	TABASCO	4	CENTRO
27	TABASCO	5	COMALCALCO
27	TABASCO	6	CUNDUACAN
27	TABASCO	7	EMILIANO ZAPATA
27	TABASCO	8	FRONTERA
27	TABASCO	9	HUIMANGUILLO
27	TABASCO	10	JALAPA
27	TABASCO	11	JALPA DE MENDEZ
27	TABASCO	12	JONUTA
27	TABASCO	13	MACUSPANA
27	TABASCO	14	NACAJUCA
27	TABASCO	15	PARAISO
27	TABASCO	16	TACOTALPA
27	TABASCO	17	TEAPA
27	TABASCO	18	TENOSIQUE
27	TABASCO	19	VILLAHERMOSA
27	TABASCO	40	TABASCO (OTROS)
28	TAMAULIPAS	1	ABASOLO
28	TAMAULIPAS	2	ALDAMA
28	TAMAULIPAS	3	ALTAMIRA
28	TAMAULIPAS	4	ANTIGUO MORELOS
28	TAMAULIPAS	5	BURGOS
28	TAMAULIPAS	6	BUSTAMANTE
28	TAMAULIPAS	7	CAMARGO
28	TAMAULIPAS	8	CASAS
28	TAMAULIPAS	9	CIUDAD MADERO
28	TAMAULIPAS	10	CRUILLAS
28	TAMAULIPAS	11	GOMEZ FARIAS
28	TAMAULIPAS	12	GONZALEZ
28	TAMAULIPAS	13	GÜEMES
28	TAMAULIPAS	14	GUERRERO
28	TAMAULIPAS	15	GUSTAVO DIAZ ORDAZ
28	TAMAULIPAS	16	HIDALGO
28	TAMAULIPAS	17	JAUMAVE
28	TAMAULIPAS	18	JIMENEZ
28	TAMAULIPAS	19	LLERA
28	TAMAULIPAS	20	MAINERO
28	TAMAULIPAS	21	MANTE, EL
28	TAMAULIPAS	22	MATAMOROS
28	TAMAULIPAS	23	MENDEZ
28	TAMAULIPAS	24	MIER
28	TAMAULIPAS	25	MIGUEL ALEMAN
28	TAMAULIPAS	26	MIQUIHUANA
28	TAMAULIPAS	27	NUEVO LAREDO
28	TAMAULIPAS	28	NUEVO MORELOS
28	TAMAULIPAS	29	OCAMPO
28	TAMAULIPAS	30	PADILLA

28	TAMAULIPAS	31	PALLMILLAS
28	TAMAULIPAS	32	REYNOSA
28	TAMAULIPAS	33	RIO BRAVO
28	TAMAULIPAS	34	SAN CARLOS
28	TAMAULIPAS	35	SAN FERNANDO
28	TAMAULIPAS	36	SAN NICOLAS
28	TAMAULIPAS	37	SOTO LA MARINA
28	TAMAULIPAS	38	TAMPICO
28	TAMAULIPAS	39	TULA
28	TAMAULIPAS	40	VALLE HERMOSO
28	TAMAULIPAS	41	VICTORIA
28	TAMAULIPAS	42	VILLAGRAN
28	TAMAULIPAS	43	XICOTENCATL
28	TAMAULIPAS	64	TAMAULIPAS (OTROS)
29	TLAXCALA	1	ACUAMANALA DE MIGUEL HIDALGO
29	TLAXCALA	2	ALTZAYANCA
29	TLAXCALA	3	AMAXAC DE GUERRERO
29	TLAXCALA	4	APETATITL DE ANTONIO CARVAJAL
29	TLAXCALA	5	APIZACO
29	TLAXCALA	6	ATLANGATEPEC
29	TLAXCALA	7	CALPULALPAN
29	TLAXCALA	8	CARMEN TEQUEXQUITLA, EL
29	TLAXCALA	9	CONTLA DE JUAN CUAMATZI
29	TLAXCALA	10	CUAPIAXTLA
29	TLAXCALA	11	CUAXOMULCO
29	TLAXCALA	12	CHIAUTEMPAN
29	TLAXCALA	13	ESPAÑITA
29	TLAXCALA	14	HUAMANTLA
29	TLAXCALA	15	HUEYOTLIPAN
29	TLAXCALA	16	IXTACUIXTLA DE MARIANO MATAMOROS
29	TLAXCALA	17	IXTENCO
29	TLAXCALA	18	MAZATECOCHCO DE JOSE MARIA MORELOS
29	TLAXCALA	19	MUÑOZ DE DOMINGO ARENAS
29	TLAXCALA	20	NANACAMILPA DE MARIANO ARISTA
29	TLAXCALA	21	NATIVITAS
29	TLAXCALA	22	PANOTLA
29	TLAXCALA	23	PAPALOTLA DE XICOTENCATL
29	TLAXCALA	24	SAN PABLO DEL MONTE
29	TLAXCALA	25	SANCTORUM DE LAZARO CARDENAS
29	TLAXCALA	26	SANTA CRUZ TLAXCALA
29	TLAXCALA	27	TENANCINGO
29	TLAXCALA	28	TEOLOCHOLCO
29	TLAXCALA	29	TEPETITLA DE LARDIZABAL
29	TLAXCALA	30	TEPEYANCO
29	TLAXCALA	31	TERRENATE
29	TLAXCALA	32	TETLA
29	TLAXCALA	33	TETLATLAHUCA
29	TLAXCALA	34	TLAXCALA
29	TLAXCALA	35	TLAXCO
29	TLAXCALA	36	TOCATLAN
29	TLAXCALA	37	TOTOLAC
29	TLAXCALA	38	TZOMPANTEPEC
29	TLAXCALA	39	XALCOTAN
29	TLAXCALA	40	XALOZTOC
29	TLAXCALA	41	XICOTZINGO
29	TLAXCALA	42	YAUHQEMEHCAN
29	TLAXCALA	43	ZACATELCO
29	TLAXCALA	44	ZITLALTEPEC DE TRINIDAD SANCHEZ SANT.
29	TLAXCALA	65	TLAXCALA (OTROS)

30	VERACRUZ	1	ACAJETE
30	VERACRUZ	2	ACATLAN
30	VERACRUZ	3	ACAYUCAN
30	VERACRUZ	4	ACTOPAN
30	VERACRUZ	5	ACULA
30	VERACRUZ	6	ACULTZINGO
30	VERACRUZ	7	AGUA DULCE
30	VERACRUZ	8	ALPATLAHUAC
30	VERACRUZ	9	ALTO LUCERO
30	VERACRUZ	10	ALTOTONGA
30	VERACRUZ	11	ALVARADO
30	VERACRUZ	12	AMATITLAN
30	VERACRUZ	13	AMATLAN DE LOS REYES
30	VERACRUZ	14	AMATLAN TUXPAN
30	VERACRUZ	15	ANGEL R. CABADA
30	VERACRUZ	16	ANTIGUA, LA
30	VERACRUZ	17	APAZAPAN
30	VERACRUZ	18	AQUILA
30	VERACRUZ	19	ASTACINGA
30	VERACRUZ	20	ATLAHUILCO
30	VERACRUZ	21	ATOYAC
30	VERACRUZ	22	ATZACAN
30	VERACRUZ	23	ATZALAN
30	VERACRUZ	24	AYAHUALULCO
30	VERACRUZ	25	BANDERILLA
30	VERACRUZ	26	BENITO JUAREZ
30	VERACRUZ	27	BOCA DEL RIO
30	VERACRUZ	28	CALCAHUALCO
30	VERACRUZ	29	CAMARON DE TEJEDA
30	VERACRUZ	30	CAMERINO Z. MENDOZA
30	VERACRUZ	31	CARRILLO PUERTO
30	VERACRUZ	32	CASTILLO DE TEAYO
30	VERACRUZ	33	CATEMACO
30	VERACRUZ	34	CAZONES DE HERRERA
30	VERACRUZ	35	CERRO AZUL
30	VERACRUZ	36	CITLALTEPEC
30	VERACRUZ	37	COACOATZINTLA
30	VERACRUZ	38	COAHUITLAN
30	VERACRUZ	39	COATEPEC
30	VERACRUZ	40	COATZACOALCOS
30	VERACRUZ	41	COATZINTLA
30	VERACRUZ	42	COETZALA
30	VERACRUZ	43	COLIPA
30	VERACRUZ	44	COMAPA
30	VERACRUZ	45	CORDOBA
30	VERACRUZ	46	COSAMALOAPAN
30	VERACRUZ	47	COSAUTLAN DE CARVAJAL
30	VERACRUZ	48	COSCOMATEPEC
30	VERACRUZ	49	COSOLEACAQUE
30	VERACRUZ	50	COTAXTLA
30	VERACRUZ	51	COXQUIHUI
30	VERACRUZ	52	COYUTLA
30	VERACRUZ	53	CUICHAPA
30	VERACRUZ	54	CUITLAHUAC
30	VERACRUZ	55	CHACALTIANGUIS
30	VERACRUZ	56	CHALMA
30	VERACRUZ	57	CHICONAMEL
30	VERACRUZ	58	CHICONQUIACO
30	VERACRUZ	59	CHICONTEPEC
30	VERACRUZ	60	CHINAMECA
30	VERACRUZ	61	CHINAMPA DE GOROSTIZA

30	VERACRUZ	62	CHOAPAS, LAS
30	VERACRUZ	63	CHOCAMAN
30	VERACRUZ	64	CHONTLA
30	VERACRUZ	65	CHUMATLAN
30	VERACRUZ	66	EMILIANO ZAPATA
30	VERACRUZ	67	ESPINAL
30	VERACRUZ	68	FILOMENO MATA
30	VERACRUZ	69	FORTIN
30	VERACRUZ	70	GUTIERREZ ZAMORA
30	VERACRUZ	71	HIDALGOTITLAN
30	VERACRUZ	72	HIGO, EL
30	VERACRUZ	73	HUATUSCO
30	VERACRUZ	74	HUAYACOCOTLA
30	VERACRUZ	75	HUEYAPAN DE OCAMPO
30	VERACRUZ	76	HUILOAPAN DE CUAUHEMOC
30	VERACRUZ	77	IGNACIO DE LA LLAVE
30	VERACRUZ	78	ILAMATLAN
30	VERACRUZ	79	ISLA
30	VERACRUZ	80	IXCATEPEC
30	VERACRUZ	81	IXHUACAN DE LOS REYES
30	VERACRUZ	82	IXHUATLAN DE MADERO
30	VERACRUZ	83	IXHUATLAN DEL CAFE
30	VERACRUZ	84	IXHUATLAN DEL SURESTE
30	VERACRUZ	85	IXHUATLANCILLO
30	VERACRUZ	86	IXMATLAHUACAN
30	VERACRUZ	87	IXTACZOQUITLAN
30	VERACRUZ	88	JALACINGO
30	VERACRUZ	89	JALCOMULCO
30	VERACRUZ	90	JALTIPAN
30	VERACRUZ	91	JAMAPA
30	VERACRUZ	92	JESUS CARRANZA
30	VERACRUZ	93	JILOTEPEC
30	VERACRUZ	94	JOSE AZUETA
30	VERACRUZ	95	JUAN RODRIGUEZ CLARA
30	VERACRUZ	96	JUCHIQUE DE FERRER
30	VERACRUZ	97	LANDERO Y COS
30	VERACRUZ	98	LERDO DE TEJADA
30	VERACRUZ	99	MAGDALENA
30	VERACRUZ	100	MALTRATA
30	VERACRUZ	101	MANLIO FABIO ALTAMIRANO
30	VERACRUZ	102	MARIANO ESCOBEDO
30	VERACRUZ	103	MARTINEZ DE LA TORRE
30	VERACRUZ	104	MECATLAN
30	VERACRUZ	105	MECAYAPAN
30	VERACRUZ	106	MEDELLIN
30	VERACRUZ	107	MIAHUATLAN
30	VERACRUZ	108	MINAS, LAS
30	VERACRUZ	109	MINATITLAN
30	VERACRUZ	110	MISANTLA
30	VERACRUZ	111	MIXTLA DE ALTAMIRANO
30	VERACRUZ	112	MOLOACAN
30	VERACRUZ	113	NANCHITAL DE LAZARO CARD. DEL RIO
30	VERACRUZ	114	NAOLINCO
30	VERACRUZ	115	NARANJAL
30	VERACRUZ	116	NAUTLA
30	VERACRUZ	117	NOGALES
30	VERACRUZ	118	OLUTLA
30	VERACRUZ	119	OMEALCA
30	VERACRUZ	120	ORIZABA
30	VERACRUZ	121	OTATITLAN
30	VERACRUZ	122	OTEAPAN

30	VERACRUZ	123	OZULUAMA
30	VERACRUZ	124	PAJAPAN
30	VERACRUZ	125	PANUCO
30	VERACRUZ	126	PAPANTLA
30	VERACRUZ	127	PASO DE OVEJAS
30	VERACRUZ	128	PASO DEL MACHO
30	VERACRUZ	129	PERLA, LA
30	VERACRUZ	130	PEROTE
30	VERACRUZ	131	PLATON SANCHEZ
30	VERACRUZ	132	PLAYA VICENTE
30	VERACRUZ	133	POZA RICA DE HIDALGO
30	VERACRUZ	134	PUEBLO VIEJO
30	VERACRUZ	135	PUENTE NACIONAL
30	VERACRUZ	136	RAFAEL DELGADO
30	VERACRUZ	137	RAFAEL LUCIO
30	VERACRUZ	138	REYES, LOS
30	VERACRUZ	139	RIO BLANCO
30	VERACRUZ	140	SALTABARRANCA
30	VERACRUZ	141	SAN ANDRES TENEJAPAN
30	VERACRUZ	142	SAN ANDRES TUXTLA
30	VERACRUZ	143	SAN JUAN EVANGELISTA
30	VERACRUZ	144	SANTIAGO TUXTLA
30	VERACRUZ	145	SAYULA DE ALEMAN
30	VERACRUZ	146	SOCONUSCO
30	VERACRUZ	147	SOCHIAPA
30	VERACRUZ	148	SOLEDAD ATZOMPA
30	VERACRUZ	149	SOLEDAD DE DOBLADO
30	VERACRUZ	150	SOTEAPAN
30	VERACRUZ	151	TAMALIN
30	VERACRUZ	152	TAMIAHUA
30	VERACRUZ	153	TAMPICO ALTO
30	VERACRUZ	154	TANCOCO
30	VERACRUZ	155	TANTIMA
30	VERACRUZ	156	TANTOYUCA
30	VERACRUZ	157	TATATILA
30	VERACRUZ	158	TECOLUTLA
30	VERACRUZ	159	TEHUIPANGO
30	VERACRUZ	160	TEMAPACHE
30	VERACRUZ	161	TEMPOAL
30	VERACRUZ	162	TENAMPA
30	VERACRUZ	163	TENOCHTITLAN
30	VERACRUZ	164	TEOCELO
30	VERACRUZ	165	TEPATLAN
30	VERACRUZ	166	TEPATLAXCO
30	VERACRUZ	167	TEPETZINTLA
30	VERACRUZ	168	TEQUILA
30	VERACRUZ	169	TEXCATEPEC
30	VERACRUZ	170	TEXHUACAN
30	VERACRUZ	171	TEXISTEPEC
30	VERACRUZ	172	TEZONAPA
30	VERACRUZ	173	TIERRA BLANCA
30	VERACRUZ	174	TIHUATLAN
30	VERACRUZ	175	TLACOJALPAN
30	VERACRUZ	176	TLACOLULAN
30	VERACRUZ	177	TLACOTALPAN
30	VERACRUZ	178	TLACOTEPEC DE MEJIA
30	VERACRUZ	179	TLACHICHILCO
30	VERACRUZ	180	TLALIXCOYAN
30	VERACRUZ	181	TLALNELHUAYOCAN
30	VERACRUZ	182	TLALTETELA
30	VERACRUZ	183	TLAPACOYAN

30	VERACRUZ	184	TLAQUILPAN
30	VERACRUZ	185	TLILAPAN
30	VERACRUZ	186	TOMATLAN
30	VERACRUZ	187	TONAYAN
30	VERACRUZ	188	TOTUTLA
30	VERACRUZ	189	TRES VALLES
30	VERACRUZ	190	TUXPAM
30	VERACRUZ	191	TUXTILLA
30	VERACRUZ	192	URSULO GALVAN
30	VERACRUZ	193	VEGA DE ALATORRE
30	VERACRUZ	194	VERACRUZ
30	VERACRUZ	195	VIGAS DE RAMIREZ, LAS
30	VERACRUZ	196	VILLA ALDAMA
30	VERACRUZ	197	XALAPA
30	VERACRUZ	198	XICO
30	VERACRUZ	199	XOXOCOTLA
30	VERACRUZ	200	YANGA
30	VERACRUZ	201	YECUATLAN
30	VERACRUZ	202	ZACUALPAN
30	VERACRUZ	203	ZARAGOZA
30	VERACRUZ	204	ZENTLA
30	VERACRUZ	205	ZONGOLICA
30	VERACRUZ	206	ZONTECOMATLAN
30	VERACRUZ	207	ZOZOCOLCO DE HIDALGO
30	VERACRUZ	228	VERACRUZ (OTROS)
31	YUCATAN	1	ABALA
31	YUCATAN	2	ACANCEH
31	YUCATAN	3	AKIL
31	YUCATAN	4	BACA
31	YUCATAN	5	BOKOBA
31	YUCATAN	6	BUCTZOTZ
31	YUCATAN	7	CACALCHEN
31	YUCATAN	8	CALOTMUL
31	YUCATAN	9	CANSAHCAB
31	YUCATAN	10	CANTAMAYEC
31	YUCATAN	11	CELESTUM
31	YUCATAN	12	CENOTILLO
31	YUCATAN	13	CONKAL
31	YUCATAN	14	CUNCUNUL
31	YUCATAN	15	CUZAMA
31	YUCATAN	16	CHACZINKIN
31	YUCATAN	17	CHAN KOM
31	YUCATAN	18	CHAPAB
31	YUCATAN	19	CHEMAX
31	YUCATAN	20	CHICXULUB PUEBLO
31	YUCATAN	21	CHICHIMILA
31	YUCATAN	22	CHIKINDZONOT
31	YUCATAN	23	CHOCHOLA
31	YUCATAN	24	CHUMAYEL
31	YUCATAN	25	DZAN
31	YUCATAN	26	DZEMUL
31	YUCATAN	27	DZIDZANTUN
31	YUCATAN	28	DZILAM DE BRAVO
31	YUCATAN	29	DZILAM GONZALEZ
31	YUCATAN	30	DZITAS
31	YUCATAN	31	DZONCAUICH
31	YUCATAN	32	ESPITA
31	YUCATAN	33	HALACHO
31	YUCATAN	34	HOCABA
31	YUCATAN	35	HOCTUN
31	YUCATAN	36	HOMUN

31	YUCATAN	37	HUHI
31	YUCATAN	38	HUNUCMA
31	YUCATAN	39	IXIL
31	YUCATAN	40	IZAMAL
31	YUCATAN	41	KANASIN
31	YUCATAN	42	KANTUNIL
31	YUCATAN	43	KAUA
31	YUCATAN	44	KINCHIL
31	YUCATAN	45	KOPOMA
31	YUCATAN	46	MAMA
31	YUCATAN	47	MANI
31	YUCATAN	48	MAXCANU
31	YUCATAN	49	MAYAPAN
31	YUCATAN	50	MERIDA
31	YUCATAN	51	MOCOCHA
31	YUCATAN	52	MOTUL
31	YUCATAN	53	MUNA
31	YUCATAN	54	MUXUPIP
31	YUCATAN	55	OPICHEN
31	YUCATAN	56	OXHUTZCAB
31	YUCATAN	57	PANABA
31	YUCATAN	58	PETO
31	YUCATAN	59	PROGRESO
31	YUCATAN	60	QUINTANA ROO
31	YUCATAN	61	RIO LAGARTOS
31	YUCATAN	62	SACALUM
31	YUCATAN	63	SAMAHIL
31	YUCATAN	64	SAN FELIPE
31	YUCATAN	65	SANAHCAT
31	YUCATAN	66	SANTA ELENA
31	YUCATAN	67	SEYE
31	YUCATAN	68	SINANCHE
31	YUCATAN	69	SOTUTA
31	YUCATAN	70	SUCILA
31	YUCATAN	71	SUDZAL
31	YUCATAN	72	SUMA
31	YUCATAN	73	TAHDZIU
31	YUCATAN	74	TAHMEK
31	YUCATAN	75	TEABO
31	YUCATAN	76	TECOH
31	YUCATAN	77	TEKAL DE VENEGAS
31	YUCATAN	78	TEKANTO
31	YUCATAN	79	TEKAX
31	YUCATAN	80	TEKIT
31	YUCATAN	81	TEKOM
31	YUCATAN	82	TELCHAC PUEBLO
31	YUCATAN	83	TELCHAC PUERTO
31	YUCATAN	84	TEMAX
31	YUCATAN	85	TEMOZON
31	YUCATAN	86	TEPAKAN
31	YUCATAN	87	TETIZ
31	YUCATAN	88	TEYA
31	YUCATAN	89	TICUL
31	YUCATAN	90	TIMUCUY
31	YUCATAN	91	TINUM
31	YUCATAN	92	TIXCACALCUPUL
31	YUCATAN	93	TIXCOCOB
31	YUCATAN	94	TIXMEHUAC
31	YUCATAN	95	TIXPEHUAL
31	YUCATAN	96	TIZIMIN
31	YUCATAN	97	TUNKAS

31	YUCATAN	98	TZUCACAB
31	YUCATAN	99	UAYMA
31	YUCATAN	100	UCU
31	YUCATAN	101	UMAN
31	YUCATAN	102	VALLADOLID
31	YUCATAN	103	XOCHEL
31	YUCATAN	104	YAXCABA
31	YUCATAN	105	YAXKUKUL
31	YUCATAN	106	YOBAIN
31	YUCATAN	127	YUCATAN (OTROS)
32	ZACATECAS	1	APOZOL
32	ZACATECAS	2	APULCO
32	ZACATECAS	3	ATOLINGA
32	ZACATECAS	4	BENITO JUAREZ
32	ZACATECAS	5	CALERA
32	ZACATECAS	6	CAÑITAS DE FELIPE PESCADOR
32	ZACATECAS	7	CONCEPCION DEL ORO
32	ZACATECAS	8	CUAUHTEMOC
32	ZACATECAS	9	CHALCHIHUITES
32	ZACATECAS	10	FRANCISCO R. MURGUIA
32	ZACATECAS	11	FRESNILLO
32	ZACATECAS	12	GENARO CODINA
32	ZACATECAS	13	GENERAL ENRIQUE ESTRADA
32	ZACATECAS	14	GENERAL JOAQUIN AMARO
32	ZACATECAS	15	GENERAL PANFILO NATERA
32	ZACATECAS	16	GUADALUPE
32	ZACATECAS	17	HUANUSCO
32	ZACATECAS	18	JALPA
32	ZACATECAS	19	JEREZ
32	ZACATECAS	20	JIMENEZ DEL TEUL
32	ZACATECAS	21	JUAN ALDAMA
32	ZACATECAS	22	JUCHIPILA
32	ZACATECAS	23	LORETO
32	ZACATECAS	24	LUIS MOYA
32	ZACATECAS	25	MAZAPIL
32	ZACATECAS	26	MELCHOR OCAMPO
32	ZACATECAS	27	MEZQUITAL DEL ORO
32	ZACATECAS	28	MIGUEL AUZA
32	ZACATECAS	29	MOMAX
32	ZACATECAS	30	MONTE ESCOBEDO
32	ZACATECAS	31	MORELOS
32	ZACATECAS	32	MOYAHUA DE ESTRADA
32	ZACATECAS	33	NOCHISTLAN DE MEJIA
32	ZACATECAS	34	NORIA DE ANGELES
32	ZACATECAS	35	OJO CALIENTE
32	ZACATECAS	36	PANUCO
32	ZACATECAS	37	PINOS
32	ZACATECAS	38	RIO GRANDE
32	ZACATECAS	39	SAIN ALTO
32	ZACATECAS	40	SALVADOR, EL
32	ZACATECAS	41	SOMBRETERE
32	ZACATECAS	42	SUSTICACAN
32	ZACATECAS	43	TABASCO
32	ZACATECAS	44	TEPECHITLAN
32	ZACATECAS	45	TEPETONGO
32	ZACATECAS	46	TEUL DE GONZALEZ ORTEGA
32	ZACATECAS	47	TLALTENANGO DE SANCHEZ ROMAN
32	ZACATECAS	48	TRINIDAD GARCIA DE LA CADENA
32	ZACATECAS	49	VALPARAISO
32	ZACATECAS	50	VETAGRANDE
32	ZACATECAS	51	VILLA DE COS
32	ZACATECAS	52	VILLA GARCIA
32	ZACATECAS	53	VILLA GONZALEZ ORTEGA

32	ZACATECAS	54	VILLA HIDALGO
32	ZACATECAS	55	VILLANUEVA
32	ZACATECAS	56	ZACATECAS
32	ZACATECAS	77	ZACATECAS (OTROS)

**CATALOGO 3**

EDI_SUELO	DESCRIPCION
1	Roca
2	Firme
3	Blando
4	Desconocido

**CATALOGO 4**

EDI_USO	DESCRIPCION
1	Almacén
2	Banco
3	Biblioteca
4	Central de Comunicaciones
5	Central Eléctrica
6	Centro Comercial
7	Comercio
8	Depósito de Sustancias Explosivas
9	Depósito de Sustancias Inflamables
10	Depósito de Sustancias Tóxicas
11	Escuela
12	Estacionamiento
13	Fábrica
14	Funeraria
15	Hangar
16	Hospital
17	Hotel
18	Industria
19	Laboratorio
20	Librería
21	Museo
22	Oficina Gubernamental
23	Oficina Privada
24	Restaurante
25	Servicios de Emergencia
26	Terminal de Transporte
27	Tienda de Departamentos
28	Vivienda
29	Otro

**CATALOGO 5**

OTR_GOLPETEO	DESCRIPCION
1	Con edificios de menor altura

2	Con edificios de igual o de mayor altura
3	Con edificios de menor y mayor altura
4	No hay posibilidad de golpeo

## CATALOGO 6

### Definición y detalles sobre la información de la base de datos para valuar la reserva de riesgos en curso de los seguros de terremoto

En este catálogo se establece con amplitud las definiciones y características de los campos que debe contener la base de datos para la valuación de la reserva de riesgos en curso de la cartera de terremoto.

#### NUM\_POLIZA:

Descripción: Se refiere al número de póliza que utilice la institución o sociedad mutualista de seguros para identificar sus pólizas en vigor que integrarán la base de datos para la valuación de la reserva de riesgos en curso.

#### NUM\_REGISTRO:

Descripción: Este número tiene por objeto ordenar y llevar un control sobre los inmuebles cuyo riesgo sísmico será evaluado. No podrá haber dos ubicaciones con el mismo número consecutivo.

En el caso de inmuebles independientes, NUM\_REGISTRO será un número consecutivo, que se asigne a cada uno de los registros ( renglones) de la base de datos.

En el caso de inmuebles agrupados, dado que la cartera deberá estar organizada por bloques, el número de registro será un número consecutivo que se iniciará con el número uno en cada uno de los bloques que integren la base de datos.

#### FECHA\_INICIO

Descripción: Será la fecha de inicio de vigencia de la póliza, la cual deberá estar en formato dd/mm/aa, sin embargo al capturarse el año deberá tener 4 dígitos.

#### FECHA\_FIN

Descripción: Será la fecha de fin de vigencia de la póliza, la cual deberá estar en formato dd/mm/aa, sin embargo al capturarse el año deberá tener 4 dígitos.

#### INM\_VALOR\_ASEGURABLE:

Descripción: En el caso de planes que no sean a primer riesgo, INM\_VALOR\_ASEGURABLE será la suma asegurada establecida en la póliza. En el caso de seguros a primer riesgo, se deberá registrar el valor del inmueble, sin considerar contenidos, jardines o terreno.

#### "INM\_PORCENTAJE\_RETENCION:

Este concepto se refiere al porcentaje retenido en la cobertura de daños del valor asegurable del inmueble."

#### INM\_LIMITE\_MAXIMO:

Descripción: Es el límite de responsabilidad de la aseguradora, para la cobertura de daños al inmueble, establecido en el contrato. Puesto que se trata de la pérdida máxima posible para la institución o sociedad mutualista de seguros, esta cantidad debe ser menor o igual a la suma asegurable.

#### "INM\_DEDUCIBLE:

Se refiere al deducible aplicable al inmueble asegurado, expresado en términos porcentuales de la suma asegurada por la aseguradora. En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá reexpresarlo mediante criterios técnicos, en términos porcentuales de la suma asegurada."

#### INM\_COASEGURO:

Se deberá registrar el coaseguro previsto en el contrato, expresado en términos porcentuales de participación del asegurado en el riesgo.

#### CONT\_VALOR\_ASEGURABLE:

Descripción: En el caso de planes que no sean a primer riesgo, CONT\_VALOR\_ASEGURABLE será la suma asegurada establecida en la póliza. En el caso de seguros a primer riesgo, se deberá registrar el valor de los contenidos.

**"CONT\_PORCENTAJE\_RETENCION:**

Descripción: Es el porcentaje retenido en la cobertura de daños del valor asegurable de los contenidos."

**"CONT\_LIMITE\_MAXIMO:**

Descripción: Es el límite de responsabilidad de la aseguradora, para la cobertura de daños a los contenidos, de acuerdo con lo establecido en el contrato. Esta cantidad debe ser menor o igual a la suma asegurable de contenidos."

**CONT\_DEDUCIBLE:**

Se refiere al deducible aplicable a la cobertura de contenidos, expresado en términos porcentuales de la suma asegurada. En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá reexpresarlo mediante criterios técnicos, en términos porcentuales de la suma asegurada.

**CONT\_COASEGURO:**

Se deberá registrar el coaseguro previsto en el contrato, expresado en términos porcentuales de participación del asegurado en el riesgo.

**CONSEC\_VALOR\_ASEGURABLE:**

Descripción: En el caso de planes que no sean a primer riesgo, CONSEC\_VALOR\_ASEGURABLE será la suma asegurada establecida en la póliza. En el caso de seguros a primer riesgo, se deberá registrar el valor real de las pérdidas consecuenciales.

**"CONSEC\_PORCENTAJE\_RETENCION:**

Descripción: Es el porcentaje retenido en la cobertura de daños del valor asegurable de pérdidas consecuenciales."

**CONSEC\_LIMITE\_MAXIMO:**

Se deberá registrar el límite máximo de responsabilidad de la aseguradora, en la cobertura de pérdidas consecuenciales. Esta cantidad debe ser menor o igual a la suma asegurable de pérdidas consecuenciales.

**CONSEC\_DEDUCIBLE:**

Se refiere al deducible aplicable a la cobertura de pérdidas consecuenciales, expresado en términos porcentuales de la suma asegurada. En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá reexpresarlo mediante criterios técnicos, en términos porcentuales de la suma asegurada.

**CONSEC\_COASEGURO:**

Se deberá registrar el coaseguro previsto en el contrato, expresado en términos porcentuales de participación del asegurado en el riesgo.

**CLAVE\_ESTADO:**

Se refiere a la clave asignada a cada estado de la República Mexicana (son las Entidades Federativas que aparecen en el apartado denominado estado de la República Mexicana). Cada uno de ellos tiene un valor numérico que va de 1 a 32, y deben ser numerados de acuerdo al catálogo 1..

**ZONA\_SISMICA:**

Se refiere a la zona sísmica asignada de acuerdo a los criterios de la AMIS. Las zonas A, B, C y D corresponden a una clasificación general de toda la república, mientras que las zonas B, B1 son exclusivas del Estado de México; las zonas E, F, G, H1 y H2, corresponden al Distrito Federal y las zonas I y J a Acapulco..

**NUM\_PISOS:**

Corresponde al número de pisos que tiene el edificio que se quiere evaluar. En caso de que existan mezzanines se deben contar éstos como pisos. El número de pisos se debe contar a partir de la planta baja, sin incluir sótanos. En caso de que el edificio se ubique en zona de lomas y por la pendiente del terreno esté escalonado, el número de pisos debe de contarse a partir del piso más bajo.

**ES\_INDUSTRIAL:**

Se deberá especificar si el edificio es de uso industrial, de acuerdo al siguiente criterio:

- I. inmueble tipo industrial
- II. inmueble tipo no industrial

El objetivo de esta clasificación es distinguir aquellas edificaciones tipo industrial cuyo sistema estructural, y por lo tanto su respuesta ante sismos, difiere de otras edificaciones tipo residenciales o comerciales.

Algunas edificaciones típicas que podrían clasificarse como industriales son:

- Fábricas y talleres
- Almacenes y bodegas
- Plantas de ensamble

Algunas edificaciones con uso comercial pueden tener una estructura que pertenece a la clasificación de edificio industrial. Tal es el caso, por ejemplo, de cadenas comerciales cuyas tiendas se localizan en estructuras metálicas de grandes claros con cubiertas ligeras de lámina.

**CLAVE\_MUNICIPIO:**

Es el número asignado a cada municipio donde se ubica el inmueble asegurado de acuerdo a lo establecido en el catálogo 2.

**CODIGO\_POSTAL:**

En este campo se indica el código postal correspondiente al lugar donde se encuentra el inmueble asegurado. Debe ser forzosamente de 5 campos.

**LONGITUD:**

Se refiere a la ubicación del inmueble asegurado dado en términos de coordenadas geográficas de longitud. Se puede obtener con ayuda de planos muy detallados o con ayuda de un GPS (Geographical Position Systems). Deben incluirse por lo menos tres decimales.

**LATITUD:**

Se refiere a la ubicación del inmueble asegurado dado en términos de coordenadas geográficas de latitud. Se puede obtener con ayuda de planos muy detallados o con ayuda de un GPS (Geographical Position Systems). Deben incluirse por lo menos tres decimales.

**EDI\_SUELO:**

Se deberá especificar el tipo de suelo en que se ubica el edificio, de acuerdo al catálogo 3.

No es necesario incluir este dato en el caso del Distrito Federal, en donde el tipo de suelo está dado por la ubicación del inmueble.

**EDI\_FECHA\_CONSTRUCCION:**

Se deberá especificar la fecha de construcción del inmueble. El año de construcción refleja el Reglamento de Construcción que se empleó para su diseño. Con el paso del tiempo, los reglamentos de construcción han sufrido modificaciones importantes, especialmente en lo relativo al diseño por sismo. Para conocer el año de construcción del edificio se puede preguntar al dueño o recurrir a los planos estructurales o arquitectónicos.

**EDI\_USO:**

Se debe seleccionar el uso principal a que está destinado el edificio de acuerdo al catálogo 4. Si en el catálogo 4 no se encuentra la opción exacta, se deberá seleccionar la que más se aproxime al uso de la estructura.

**EST\_COLUMNS:**

Se deberá especificar el material con que se hayan construido las columnas, en su caso, de acuerdo al siguiente criterio:

- I. columnas de concreto
- II. de acero
- III. sin columnas

Las columnas de concreto reforzado tienen sección rectangular, cuadrada o circular. La dimensión menor de su sección transversal es 20 cm como mínimo y llega a tener hasta 1.2 m por lado, aunque esto no necesariamente es una cota superior.

Las columnas de acero estructural pueden tener sección rectangular, cuadrada, circular o sección I o H. Normalmente están formadas por placas soldadas, aunque puede haber casos en que sean de perfiles comerciales.

En algunas ocasiones no será fácil distinguir el material de las columnas debido a los acabados que pueden rodear a las mismas o a la posible protección contra fuego que pueden tener, sobre todo las columnas de acero estructural. Es conveniente, en la medida de lo posible, levantar los plafones para observar la estructura y sus materiales.

**EST\_TRABES:**

Se deberá especificar la forma en que se construyeron las trabes, en su caso, de acuerdo al siguiente criterio:

- I. trabes coladas en sitio
- II. trabes prefabricadas
- III. no tiene trabes

**EST\_MUROS:**

Se deberá especificar si el edificio tiene o no muros de concreto, de acuerdo al siguiente criterio:

- I. tiene muros de concreto
- II. no tiene muros de concreto

Los muros de carga de una estructura pueden ser de mampostería (ladrillo o block) o de concreto. Estos muros proporcionan gran rigidez lateral, ayudando (si están bien detallados) a un adecuado comportamiento estructural ante la acción de un sismo.

Para saber si los muros de carga son de concreto o de mampostería se debe localizar sitios en los que hay muros y no se colocó el aplanado y el acabado, tales como cubos de elevadores y escaleras y fachadas de colindancia. Se recomienda revisar las indicaciones de los planos estructurales. En general, los edificios modernos y altos con muros, tendrán muros de concreto. Los edificios de baja altura con muros de carga (hasta cinco pisos aproximadamente) tendrán muros de mampostería (ladrillo o block). Asimismo, los muros de concreto tendrán espesores que podrán variar entre 15 y 25 cm, mientras que los muros de mampostería variarán entre 12 y 20 cm. En caso de duda se deberá seleccionar la opción de que los muros no son de concreto.

**EST\_CUBIERTA:**

Se deberá especificar el tipo de estructura que tiene la cubierta, de acuerdo al siguiente criterio:

- I. cubierta ligera
- II. cubierta pesada

La cubierta se considera ligera si está construida a base de alguno de los siguientes elementos: lámina metálica, lámina translúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas, entre otros. La cubierta se considera pesada si está construida a base de alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, prefabricados de concreto y lámina tipo losacero con capa de compresión de concreto, entre otros.

**EST\_CLAROS:**

Se deberá especificar la longitud de los claros de acuerdo al siguiente criterio:

- I. cortos
- II. medianos
- III. largos

Esta longitud será la distancia que existe entre elementos de apoyo vertical, tales como columnas y muros de carga. Se deben distinguir dos direcciones principales en la planta del edificio. Esta longitud puede ser diferente en las dos direcciones principales o bien puede haber diferentes longitudes en una misma dirección. Se debe escoger la longitud que sea dominante (la que más veces se repita) como la longitud típica de cada dirección, y la mayor de las longitudes dominantes será la longitud que se utilizará para llenar este campo.

**EST\_MUROS\_PRE:**

Se deberá especificar si los muros son prefabricados de acuerdo al siguiente criterio:

- I. estructura con muros prefabricados

**II. sin muros prefabricados**

Este tipo de estructuras normalmente consiste en muros perimetrales prefabricados que se ligan entre sí mediante columnas de concreto reforzado coladas en el sitio o mediante columnas de acero estructural. Han sido utilizadas en edificaciones del tipo industrial y en edificaciones comerciales de pocos pisos.

La capacidad de estos muros a resistir cargas laterales debidas al sismo no es tan eficiente como los muros de concreto colados en el sitio, por lo que será importante no confundir las estructuras con muros prefabricados de este tipo con aquellas que tengan muros de concreto.

**EST\_CONTRAVENTEO:**

Se deberá definir si la estructura tiene contraventeo de acuerdo al siguiente criterio:

- I. -estructura con contraventeo
- II. -sin contraventeo

Se refiere a la existencia de contraventeos o diagonales de acero en estructuras de concreto o de acero. Por consideraciones de orden arquitectónico, es poco probable que estos contraventeos estén aparentes en la estructura, aunque en algunas edificaciones sí son visibles en fachadas o en el interior del edificio. La presencia de estos elementos puede proporcionar gran rigidez y resistencia a la estructura, por lo que es sumamente importante identificar su posible existencia. Se pueden localizar sitios en el edificio donde no se hayan ocultado los contraventeos, tales como cubos de elevadores o de escaleras, fachadas, divisiones de espacios y colindancias, entre otros, o consultar los planos estructurales.

**OTR\_COLUMNAS\_CORTAS:**

Se deberá definir si la estructura tiene columnas cortas de acuerdo al siguiente criterio:

- I. estructura con columnas cortas
- II. sin columnas cortas

La existencia de columnas cortas en una estructura aumenta su vulnerabilidad considerablemente, por lo que será de vital importancia que se identifique su posible existencia. Identificar columnas cortas no es tan difícil como la identificación de otras propiedades del edificio.

Se le llama columna corta a aquella columna cuya altura se reduce por la presencia de elementos arquitectónicos adosados a ella. Estos elementos arquitectónicos generalmente son pretils o faldones que están ligados a la columna. Pueden ser de mampostería (ladrillo o block) o de concreto. Generalmente las columnas cortas, si existen, se pueden identificar en las fachadas, aunque pudieran existir en el interior del edificio.

Para que una columna se clasifique como columna corta deberá haber una relación entre la altura del pretil y la altura del entrepiso mayor o igual que 0.25, además, el pretil y la columna deberán estar en íntimo contacto.

**OTR\_SOBREPESO:**

Se deberá definir si el edificio tiene sobrepeso, de acuerdo al siguiente criterio:

- I. inmueble con sobrepeso
- II. inmueble sin sobrepeso

Las estructuras de los edificios son diseñadas para un nivel de carga de acuerdo al uso que se le dará al inmueble. Sin embargo, algunos cambios en el uso del edificio durante su vida útil pueden implicar un cambio importante en la carga que se le impone a la estructura. Ejemplo de esto sería el caso de un edificio que fue diseñado en los años 60 para oficinas y hoy se ocupa como bodega de almacenamiento de telas.

Otra situación que implicaría sobrepeso, es el caso de oficinas en las que existen archivos de papeles y documentos abundantes en gran parte del área del edificio.

Es importante tener en mente que cierto tipo de cargas pueden representar un peso excesivo en el edificio como papeles, archivos, libros, herramientas, maquinaria.

**OTR\_GOLPETEO:**

Se deberá definir si el edificio tiene posibilidades de golpeteo durante sismo, de acuerdo al catálogo 5.

El golpeteo entre edificios puede causar daños importantes a uno o ambos de los edificios que intervienen en el mismo.

Para que éstos no se golpeen entre sí durante un sismo intenso, la separación libre entre dos edificios debe ser aproximadamente 3 cm por cada piso en el edificio de menor altura. Si la separación libre entre ambos edificios es menor, se debe indicar al sistema que sí existe la posibilidad de golpeteo del edificio con algún edificio vecino.

**OTR\_ESQUINA:**

Se deberá definir si el edificio se ubica en esquina de acuerdo al siguiente criterio:

- I. inmueble ubicado en esquina
- II. no ubicado en esquina

Un edificio localizado en esquina es más vulnerable ante la acción de los sismos si los muros colindantes con las edificaciones vecinas son mucho más resistentes que los marcos de las fachadas y no están adecuadamente desligados a la estructura. De ser así, se tendrá un edificio con una alta irregularidad en planta, produciendo torsiones y un comportamiento indeseable.

Cuando el edificio en esquina tenga los muros colindantes adecuadamente desligados de la estructura principal deberá responderse NO a esta pregunta.

**OTR\_IRRE\_ELEVACION:**

Se deberá especificar si el inmueble es irregular en su altura de acuerdo al siguiente criterio:

Irregularidad en elevación:

- I. nula
- II. poca
- III. mucha

La estructura es más vulnerable cuando la distribución de los elementos resistentes en la altura del edificio no es uniforme. Configuraciones típicas que calificarían a un edificio con alta irregularidad en elevación son:

Edificios muy esbeltos

Edificios con un primer entepiso muy alto en comparación con el resto

Edificios con un entepiso cualquiera mucho más alto que el resto

Edificios en los que elementos estructurales importantes (columnas o muros) se suspenden antes de llegar a la cimentación

**OTR\_IRRE\_PLANTA:**

Se deberá definir la irregularidad de la planta del inmueble de acuerdo al siguiente criterio:

Irregularidad en planta:

- I. nula
- II. poca
- III. mucha

Las estructuras simples, simétricas y regulares, han presentado en términos generales un mejor comportamiento que aquellas que no lo son. Bajo la acción de los sismos, las estructuras irregulares y asimétricas tienden a presentar movimientos de torsión que causan daño a la estructura.

En términos estructurales, la irregularidad en planta se refiere a una distribución asimétrica de los elementos resistentes (columnas, muros, contraventeos, etc.). En ocasiones puede tenerse una distribución simétrica desde el punto de vista arquitectónico, pero no lograrse una distribución simétrica de los elementos estructurales. Configuraciones típicas con alta irregularidad en planta son:

Edificios muy alargados en planta

Edificios asimétricos (desde el punto de vista estructural)

Edificios con proyección en planta en forma de L, T, H o similares, en los que la proyección de la parte saliente excede el 20% de la dimensión total del edificio.

**OTR\_HUNDIMIENTOS:**

Se deberá definir si el inmueble ha sufrido hundimientos de acuerdo al siguiente criterio:

- I. inmueble con hundimientos
- II. sin hundimientos

Los hundimientos diferenciales generan efectos que pueden ser apreciables a simple vista ya sea por los desplomes de la estructura (inclinación con respecto a la vertical) o por agrietamientos diagonales en muros divisorios o muros de carga. Si los asentamientos son pequeños sólo afectarán a elementos no estructurales y acabados, con poca posibilidad de afectar la estabilidad de la estructura. Sin embargo, cuando los hundimientos diferenciales son grandes y pueden apreciarse a simple vista, sus efectos sobre los elementos de la estructura pueden ser de consideración.

Los hundimientos diferenciales son más probables en zona de suelos blandos y pueden ser producidos a causa de un sismo o como consecuencia de la construcción de una edificación vecina.

**OTR\_DA\_PREVIOS:**

Se deberá definir si el inmueble ha sufrido daños previos de acuerdo al siguiente criterio:

- I. -inmueble sin daños previos
- II. -daños previos ligeros
- III. -severos

En términos generales, será muy difícil identificar los daños estructurales de una edificación si es que ésta ha tenido un adecuado programa de mantenimiento. El buen mantenimiento en sí, no es señal de que la estructura vaya a tener un comportamiento satisfactorio en sismos futuros. Es posible identificar ciertos indicios de daños previos en aquellos lugares o partes de la estructura que no se ven como muros de colindancia, ductos de instalaciones, cubos de escaleras o elevadores, sótanos y elementos estructurales tapados por plafones. Si no se identifican claramente señales de daño estructural por sismos previos, se deberá contestar (1) en este campo.

**OTR\_DA\_REPARADO:**

Se deberá definir en caso de daños previos si éstos fueron reparados de acuerdo al siguiente criterio:

- I. -sí fueron reparados
- II. -no fueron reparados

Cuando una estructura ha sido dañada puede haber tenido reparaciones estructurales y no estructurales. En términos generales no será sencillo identificar el tipo de reparación que tuvo la edificación; sin embargo, ésta puede identificarse mediante la consulta de memorias de cálculo y en los sitios como muros de colindancia, ductos de instalaciones, cubos de escaleras o elevadores, sótanos, elementos estructurales tapados por plafones, etc.

**OTR\_REFORZADA:**

Se deberá definir si la estructura ha sido reforzada de acuerdo al siguiente criterio:

- I. - Sí ha sido reforzada la estructura
- II. No ha sido reforzada la estructura

En la práctica profesional en México, las maneras más comunes que se han utilizado para el refuerzo de las estructuras han sido con diagonales de contraventeo de perfiles o redondos de acero o cables, encamisado de columnas y trabes de concreto mediante celosías de acero o inclusión de muros de concreto. Normalmente estas reparaciones son tan generalizadas que no se pueden ocultar del todo, por lo que su identificación es relativamente fácil, aunque algunos casos podrán estar ocultas por acabados arquitectónicos. Es recomendable revisar cubos de escaleras y elevadores, fachadas laterales y posteriores y elementos detrás de plafones.

**OTR\_FECHA:**

En caso de que la estructura haya sido reforzada, se deberá indicar la fecha en que se realizó la reparación ya que en ella se encuentra implícito el código o reglamento de construcción con el cual fue realizada dicha reparación

**ANEXO 7.2.8**

**BASES TECNICAS PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA  
MAXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE TERREMOTO**

Las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, deberán calcular la pérdida máxima probable correspondiente a la cartera de pólizas en vigor del seguro de terremoto, conforme a las siguientes bases técnicas y procedimientos.

1. Evaluación de peligro sísmico

El peligro sísmico se cuantifica en términos de los periodos de retorno (o sus inversos, las tasas de excedencia) de intensidades sísmicas relevantes en el comportamiento de las estructuras. La tasa de excedencia de una intensidad sísmica se define como el número medio de veces, por unidad de tiempo, en que el valor de esa intensidad sísmica es excedido.

No es imposible determinar el peligro sísmico contando las veces en que se han excedido valores dados de intensidad en el sitio de interés. Esto ocurre porque no se dispone de catálogos completos de las aceleraciones que han producido en tal sitio los sismos pasados. Por lo anterior, resulta necesario calcular el peligro sísmico de manera indirecta. Para ello, se evalúa primero la tasa de actividad sísmica en las fuentes generadoras de temblores, y después se integran los efectos que producen, en un sitio dado, los sismos que se generan en la totalidad de las fuentes. Se describe, a continuación, la manera de hacer la evaluación del peligro sísmico.

**1.1 Tectónica de México y las principales familias de sismos**

Los grandes temblores en México ( $M_s \geq 7.0$ ) a lo largo de la costa del Pacífico, son causados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y por ello son conocidos como sismos de subducción. La placa de Rivera, que es relativamente pequeña, se desplaza bajo el estado de Jalisco con velocidad relativa de 2.5 cm/año frente a la costa de Manzanillo. Algunos trabajos recientes sugieren que esta velocidad podría alcanzar 5 cm/año (Kostoglodov y Bandy, 1994). La frontera entre las placas de Rivera y de Norteamérica es algo incierta, pero se estima que intersecta la costa de México cerca de Manzanillo (19.1° N, 104.3° W). Por otra parte, la velocidad relativa de la placa de Cocos con respecto al continente varía desde unos 5 cm/año cerca de Manzanillo hasta 7 cm/año en Chiapas. El terremoto de Jalisco del 3 de junio de 1932 ( $M_s$  8.2) que ocurrió sobre la interfaz de la placa de Rivera y la de Norteamérica (Singh et al, 1985a), muestra que una placa pequeña, joven y con una velocidad relativamente baja de subducción es capaz de generar grandes temblores. Este terremoto es el más grande que ha ocurrido en México en el presente siglo. En la Figura 1 se muestran las zonas en donde se generan estos sismos.



Figura 1: Zonas generadoras de sismos de subducción

Los grandes temblores también ocurren en el continente con profundidades de unos 60 km. En este caso los temblores presentan un mecanismo de fallamiento normal que refleja el rompimiento de la litosfera oceánica subducida (Singh et al, 1985b). Si bien este tipo de eventos es poco frecuente, se sabe que pueden causar grandes daños. Algunos ejemplos de este tipo de sismos son el de Oaxaca del 15 de enero de 1931 ( $M_s$  7.8), el de Orizaba del 23 de agosto de 1973 ( $M_s$  7.3) y el de Huajuapán de León del 24 de octubre de 1980 ( $m_B$  7.0). En la Figura 2 se muestran las zonas consideradas para la ocurrencia de este tipo de sismos.



Figura 2: Zonas generadoras de sismos profundos

Aún menos frecuentes son los temblores que ocurren dentro de la placa continental ( $M_s \leq 7$ ). Dependiendo de su ubicación, tales eventos pueden generar daños considerables en diversos asentamientos humanos. Dos ejemplos son: el temblor de Jalapa del 3 de enero de 1920 ( $M_s$  6.4) y el de Acambay del 19 de noviembre de 1912 ( $M_s$  7.0). En la Figura 3 se indican las zonas en donde ocurren este tipo de sismos.

Existe también lo que podría llamarse sismicidad de fondo, consistente en temblores con  $M \leq 5.5$ , cuyo origen no puede asociarse a ninguna estructura geológica en particular. La ocurrencia de estos eventos también se considera, y las zonas donde se generan se muestran en la misma Figura 3.

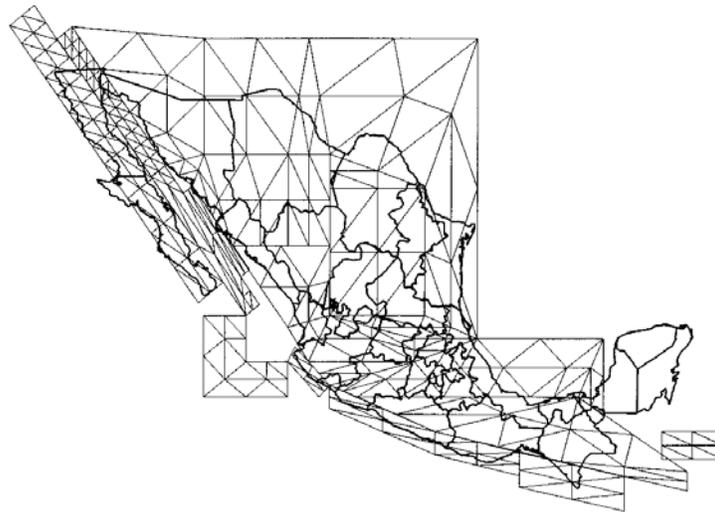


Figura 3: zonas generadoras de sismos superficiales

En México, el Eje Neovolcánico no es paralelo a la trinchera. Esto es algo anormal en comparación con otras zonas de subducción en el mundo y es muy probable que se deba a la morfología de la placa de Cocos. Gracias a los esfuerzos de varios investigadores ha habido un avance significativo en el conocimiento de la morfología de la placa subducida bajo el continente (Singh et al., 1985b; Suárez et al., 1990; Ponce et al., 1992; Singh y Pardo, 1993; Pardo y Suárez, 1993, 1994). Los resultados indican una subducción con un ángulo de  $\approx 45^\circ$  en Jalisco, casi horizontal en Guerrero, con un ángulo de  $\approx 12^\circ$  en Oaxaca y de  $\approx 45^\circ$  en Chiapas. El contorno de los 80 a 120 km de profundidad de la zona de Benioff aproximadamente coincide con la línea de los volcanes. Existe una evidencia, aunque no definitiva, que la placa continental entre la costa grande de Guerrero y el Valle de México está en un estado de esfuerzo tensional, contrariamente a lo esperado (Singh y Pardo, 1993).

### 1.2 Modelos de la sismicidad local

En este estudio la República Mexicana se ha dividido en 476 fuentes generadoras de sismos. Estas fuentes están dictadas por la tectónica del país y por la historia instrumental de sismos registrados en el pasado (Zúñiga, 1993). Cada una de estas fuentes genera temblores a una tasa constante.

La actividad de la  $i$ -ésima fuente sísmica se especifica en términos de la tasa de excedencia de las magnitudes,  $\lambda_i(M)$ , que ahí se generan. La tasa de excedencia de magnitudes mide qué tan frecuentemente se generan en una fuente temblores con magnitud superior a una dada.

Para la mayor parte de las fuentes sísmicas, la función  $\lambda_i(M)$  es una versión modificada de la relación de Gutenberg y Richter. En estos casos, la sismicidad queda descrita de la siguiente manera:

$$\lambda_i(M) = \lambda_{0i} \frac{e^{-b_i M} - e^{-b_i M_{ui}}}{e^{-b_i M_0} - e^{-b_i M_{ui}}} \quad (1)$$

donde  $M_0$  es la mínima magnitud relevante, tomada igual a 4.5 en este estudio.  $\lambda_{0i}$ ,  $b_i$ , y  $M_{ui}$  son parámetros que definen la tasa de excedencia de cada una de las fuentes sísmicas. Estos parámetros, diferentes para cada fuente, se estiman por procedimientos estadísticos bayesianos (Rosenblueth y Ordaz, 1989; Ordaz y Arboleda, 1995), que incluyen información sobre regiones tectónicamente similares a las de nuestro país, más información experta, especialmente sobre el valor de  $M_{ui}$ , la máxima magnitud que puede generarse en cada fuente. En la Figura 4 se muestran dos tasas de excedencia para zonas sísmicas distintas, una para una zona de alta sismicidad capaz de generar sismos con  $M > 8$  y otra de baja sismicidad. Es claro que para una misma tasa de excedencia o tasa constante, ambas fuentes generarán sismos con distinta magnitud; por ejemplo, si tomamos una tasa de 0.01 (periodo de retorno de 100 años), debemos esperar sismos mayores o iguales que 6.2 en la fuente de baja sismicidad, y mayores o iguales que 7.25 en la de alta sismicidad. Esto quiere decir que con la misma probabilidad o para la misma tasa de excedencia ambas fuentes generarán sismos de distinto tamaño.

Aunque la forma funcional para  $\lambda_i(M)$  dada en la ec. (1) se utiliza para la mayor parte de las fuentes sísmicas, se ha observado que la distribución de magnitudes de los grandes temblores de subducción ( $M > 7$ ) se aparta sensiblemente de la predicha por la relación de Gutenberg y Richter, dando origen al llamado *temblor característico* (Singh et al, 1981). Por lo anterior, para los grandes temblores de subducción,  $\lambda_i(M)$  se define de la siguiente manera:

$$\lambda(M) = \lambda(7) \left[ 1 - \Phi \left( \frac{M-EM}{\sigma_M} \right) \right], \text{ si } M > 7 \quad (2)$$

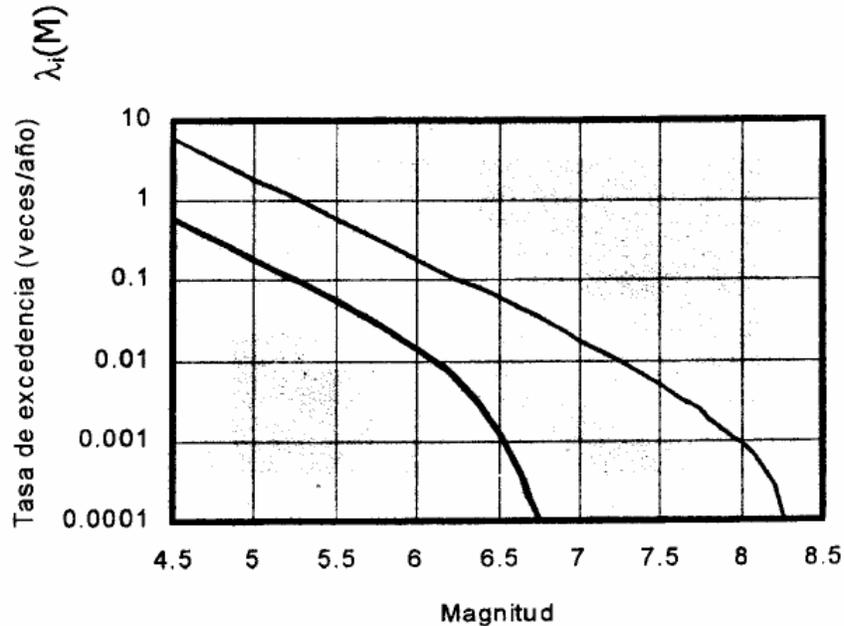


Figura 4: Tasas de excedencia de magnitudes,  $\lambda_i(M)$  para dos fuentes con distinta sismicidad

donde  $\lambda(7)$ ,  $EM$  y  $\sigma_M$  son parámetros que se deben obtener estadísticamente para la zona mexicana de subducción, y  $\Phi$  es la función de distribución normal estándar. De esta manera, al definir los parámetros  $\lambda_0, b$  y  $\mu$  o  $\lambda(7)$ ,  $EM$  y  $\sigma_M$ , queda definida por completo la sismicidad local de las fuentes sísmicas.

### 1.3 Atenuación de las ondas sísmicas

Una vez determinada la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce cada una de ellas en un sitio de interés. Para ello se requiere saber qué intensidad se presentaría en el sitio en cuestión, hasta ahora supuesto en terreno firme, si en la  $i$ -ésima fuente ocurriera un temblor con magnitud dada. A las expresiones que relacionan magnitud, posición relativa fuente-sitio e intensidad se les conoce como *leyes de atenuación*. Usualmente, la posición relativa fuente-sitio se especifica mediante la distancia focal, es decir, la distancia entre el foco sísmico y el sitio. Las leyes de atenuación pueden adoptar muy diversas formas. En este estudio se utilizan diversas leyes de atenuación dependiendo del tipo de sismo.

Como se verá más adelante, se considera que las intensidades sísmicas relevantes son las ordenadas del espectro de respuesta  $S_a$ , (seudoaceleraciones, 5% del amortiguamiento crítico), cantidades que son aproximadamente proporcionales a las fuerzas laterales de inercia que se generan en las estructuras durante sismos y que dependen de una propiedad dinámica de la estructura sobre la que se hablará más adelante: el periodo natural de vibrar.

Dadas la magnitud y la distancia epicentral, la intensidad sísmica no está exenta de incertidumbre por lo que no puede considerarse determinista. Suele suponerse que, dadas la magnitud y la distancia, la intensidad

$S_a$  es una variable aleatoria distribuida lognormalmente con mediana dada por la ley de atenuación y desviación típica del logaritmo natural igual a  $\sigma_{\ln S_a}$ .

Para efectos de las presentes bases técnicas se pueden utilizar cuatro leyes de atenuación diferentes dependiendo de las trayectorias que recorren las ondas en su camino de la fuente al sitio. Se utilizan leyes de atenuación espectrales que toman en cuenta el hecho de que la atenuación es diferente para ondas de diferentes frecuencias, por lo que se tienen parámetros de atenuación diferentes para cada periodo de vibración considerado. Estas leyes se describen a continuación.

1. Temblores costeros. Se utiliza, para la aceleración máxima del terreno provocada por temblores generados en la costa sur del Pacífico, la ley de atenuación de Ordaz *et al* (1989). Esta ley fue construida a partir de numerosos registros de aceleración obtenidos por la Red Acelerográfica de Guerrero, que incluyen los del gran temblor del 19 de septiembre de 1985. La relación entre la aceleración máxima del terreno y las ordenadas del espectro de respuesta a otros periodos se obtiene del modelo teórico de fuente y trayecto reportado por Singh *et al* (1989).
2. Temblores de profundidad intermedia. Se emplea en este caso el modelo de atenuación descrito por Rosenblueth *et al* (1988). Se trata de un modelo teórico fuente-trayecto, con parámetros ajustados para reproducir los pocos registros de aceleración disponibles para este tipo de sismos.
3. Temblores superficiales. Para modelar la atenuación de los temblores superficiales, tanto los que ocurren en el Eje Neovolcánico como los que se presentan en la parte noroeste del país, se utilizan leyes de atenuación construidas con datos registrados en California.
4. Temblores costeros afectando la zona firme del Valle de México. Se sabe que aun el terreno firme del Valle de México está afectado por amplificaciones debidas, casi seguramente, a la constitución del subsuelo profundo de la cuenca. Esto hace que no exista propiamente "terreno firme" en el D.F., por lo que es necesario modelar la atenuación de las ondas de una manera específica. Para ello se utilizan las leyes de atenuación de Reyes (1997), construidas con datos registrados exclusivamente en la estación Ciudad Universitaria de la Ciudad de México durante la ocurrencia de temblores costeros.

A manera de ejemplo, en la Figura 5 se muestran dos grupos de curvas de atenuación para periodos estructurales de 0.005 y 3 segundos. Las gráficas superiores corresponden a sismos de mayor magnitud que las gráficas inferiores. En cada gráfica se aprecia el efecto de la magnitud del sismo y es claro que sismos pequeños son poco eficientes para generar ondas de periodo largo.

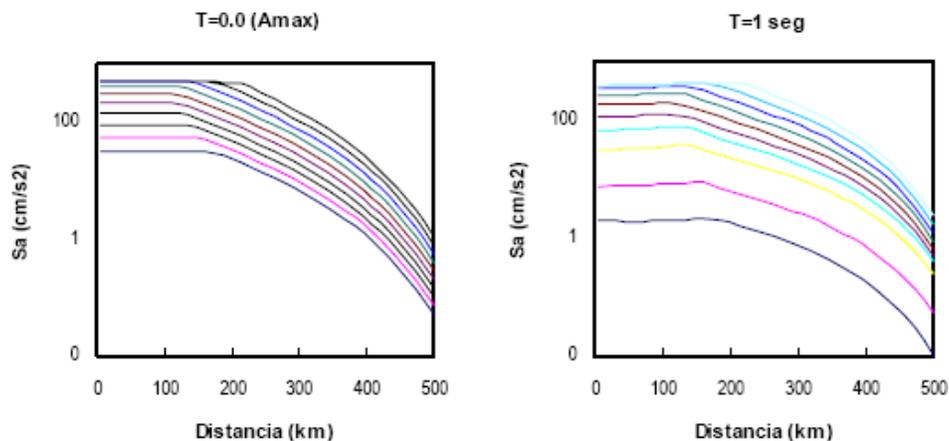


Figura 5: Atenuación de la amplitud espectral para dos periodos estructurales y para diez magnitudes. La curva superior corresponde a  $M=8.5$ , mientras que la inferior corresponde a  $M=4$

### 1.4 Efectos de la geología local

El efecto del tipo de suelo sobre la amplitud y la naturaleza de las ondas sísmicas ha sido reconocido desde hace mucho tiempo como crucial en la estimación del peligro sísmico. Esto es particularmente importante en la Ciudad de México, donde las amplificaciones por geología local son notables. Por ello, dedicaremos un punto especial para describir el modelo de amplificación de la Ciudad de México, y posteriormente lo haremos para sitios fuera de la ciudad.

#### 1.4.1 Efectos de sitio en la Ciudad de México

Como se ha mencionado, el movimiento del terreno se estima en términos de las ordenadas del espectro de respuesta de pseudoaceleraciones. En el modelo, un sismo se define por su magnitud y distancia focal a la Ciudad de México. Dadas una magnitud y una distancia, es posible estimar el espectro de respuesta de aceleraciones (ER) en CU (Ciudad Universitaria) por medio de regresiones semiempíricas (Reyes, 1997). Las regresiones se construyen usando una técnica estadística bayesiana y los datos de más 20 eventos costeros que han ocurrido desde los años 60. Se supone que el movimiento en el sitio de referencia es una medida de la excitación sísmica en los sitios de suelo blando de la Ciudad de México.

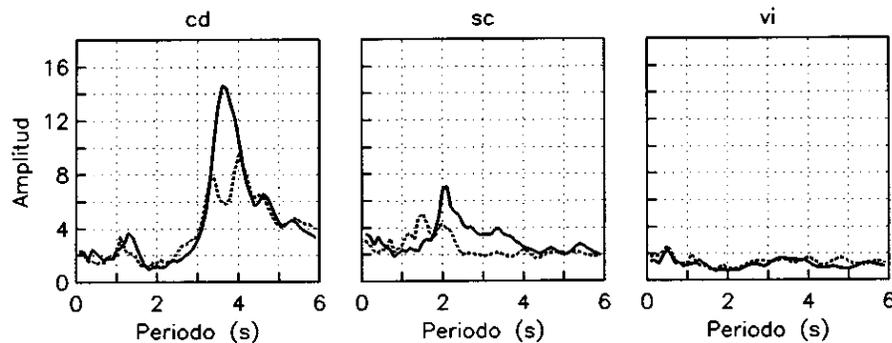


Figura 6: Cocientes de espectros de respuesta para tres sitios de la zona de lago de la Ciudad de México durante dos sismos: el del 19 de septiembre de 1985 (línea continua) y el del 25 de abril de 1989 (línea punteada)

La Ciudad de México cuenta con alrededor de 100 sitios dotados de instrumentos de registro de movimiento fuerte o *acelerómetros*. Para caracterizar la respuesta en sitios instrumentados de la Ciudad de México se utilizan cocientes de espectros de respuesta promedio (CER), los cuales se interpretan como funciones de transferencia entre cada sitio instrumentado y el sitio de referencia. Los cocientes espectrales se pueden calcular analizando registros obtenidos por la RACM durante sismos previos. Aunque estos cocientes no tienen un significado físico, se han utilizado con éxito para reproducir los espectros de respuesta de sitios en zona de lago a partir de espectros de respuesta en sitios en terreno firme. En la Figura 6 se muestra, a manera de ejemplo, los CER para tres sitios (Central de Abastos, cd, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, sc, y Viveros de Coyoacán, vi) obtenidos durante dos sismos: el 19 de septiembre de 1985, con línea continua, y el 25 del abril de 1989, con línea punteada.

Los sismos utilizados para los cocientes abarcan muchas magnitudes y distancias focales, lo que permite tomar en cuenta directamente los efectos en la amplificación del movimiento debidos a estos factores. En la Figura 7 se muestra la localización, magnitud y fecha de los sismos que se han utilizado para estudiar la amplificación en el Valle de México.

Los cocientes sólo pueden estimarse para los sitios de suelo blando instrumentado en que se hayan obtenido registros sísmicos. Sin embargo, se necesita un CER en cada sitio para el que se requiera estimar las pérdidas; estos puntos, en general, no coinciden con los sitios instrumentados. Para obtener los cocientes en cualquier sitio de la ciudad es necesario desarrollar un procedimiento de interpolación con las siguientes bases: primero, las abscisas de la FTE (periodos) en puntos instrumentados se normalizan con respecto al

periodo dominante del sitio. La información acerca de los periodos dominantes es obtenida usando técnicas de microtemblores, sondeos geotécnicos y registros de movimientos fuertes (Reinoso y Lermo, 1991). En la Figura 8 se muestra un mapa de la ciudad con curvas de igual periodo. Posteriormente las FTE normalizadas se utilizan en una interpolación bidimensional para obtener las FTE normalizadas en sitios arbitrarios. Finalmente, las FTE interpoladas se renormalizan con respecto al periodo dominante apropiado.

Esta interpolación supone variaciones suaves en la velocidad promedio de las ondas S (o, alternativamente, profundidad de la capa dura), y es exacta para la respuesta unidimensional de un estrato. Sin embargo, los efectos bi o tridimensionales quedan incluidos en vista de que las FTE se obtuvieron de registros reales.

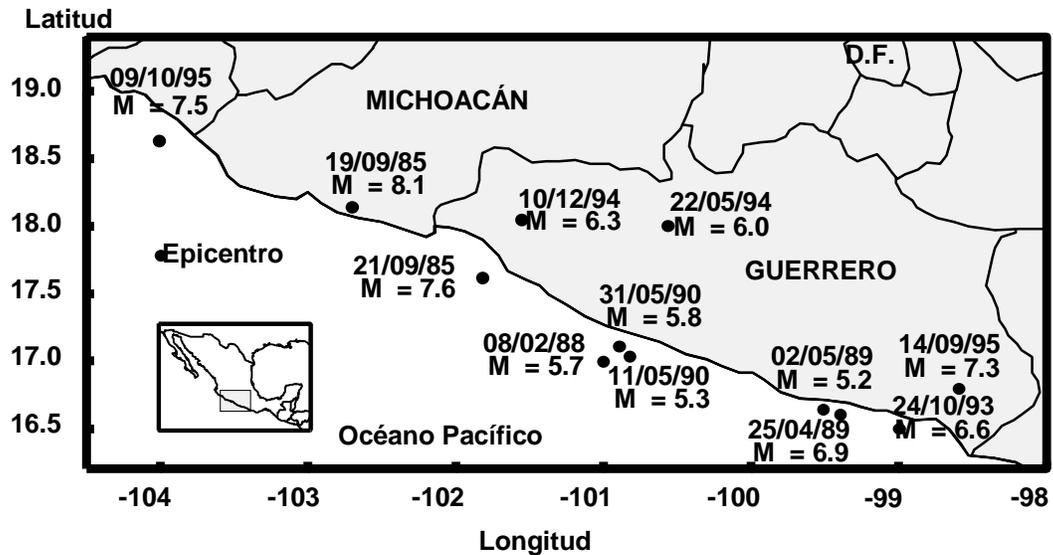


Figura 7: Localización, fecha y magnitud de sismos recientes empleados para obtener las características de amplificación de la zona de lago de la Ciudad de México

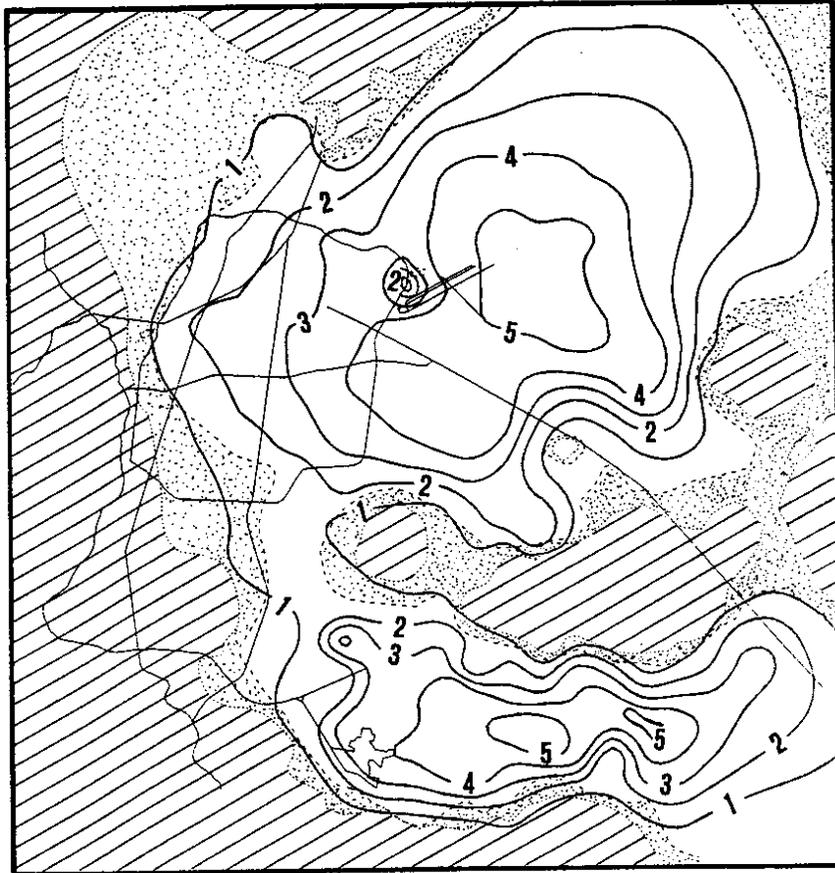


Figura 8: Mapa de la Ciudad de México con curvas de igual periodo obtenidas con datos de sismos, de microtemblores y de propiedades del suelo.

#### 1.4.2 Efectos de sitio en otras localizaciones

Para otros sitios de la República Mexicana en que las condiciones del suelo no han sido tan estudiadas como en la Ciudad de México, se estima el movimiento a partir de funciones de transferencia promedio obtenidas de movimientos sísmicos registrados en roca, suelos firmes y suelos blandos en diferentes partes del mundo. Para este propósito se toman en cuenta los estudios hechos por Miranda (1991 y 1993a). La función de transferencia de roca a suelo firme está dada por

$$FT(T) = \frac{(1 + 23T^{1.8})(1 + 35T^{2.94})}{(1 + 22T^{3.35})(1 + 25T^{1.5})} \quad (3)$$

y para suelos blandos por

$$FT(T) = \frac{(0.9 + 8.6T^{1.2})(1 + 35T^{2.94})}{(1 + 5T^{2.8})(1 + 25T^{1.5})} \quad (4)$$

en estas expresiones T es el periodo de la función de transferencia, FT.

#### 1.5 Cálculo de peligro sísmico

Una vez conocidas la sismicidad de las fuentes y los patrones de atenuación de las ondas generadas en cada una de ellas, incluyendo los efectos de la geología local, puede calcularse el peligro sísmico considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas y la distancia entre cada fuente y el sitio donde se encuentra la estructura. El peligro  $v(S_a)$ , expresado en términos de las tasas de excedencia de intensidades  $S_a$ , se calcula mediante la siguiente expresión:

$$v(S_a) = \sum_{i=1}^N \int_{M_0}^{M_{ii}} -\frac{d\lambda_i(M)}{dM} \Pr(SA > S_a | M, R_i) dM \quad (5)$$

donde la sumatoria abarca la totalidad de las fuentes sísmicas,  $N$ , y  $\Pr(SA > Sa | M, R_i)$  es la probabilidad de que la intensidad exceda un cierto valor, dadas la magnitud del sismo,  $M$ , y la distancia entre la  $i$ -ésima fuente y el sitio,  $R_i$ . Las funciones  $\lambda_i(M)$  son las tasas de actividad de las fuentes sísmicas, mismas que se describieron anteriormente. La integral se realiza desde  $M_0$  hasta  $M_{ui}$ , lo que indica que se toma en cuenta, para cada fuente sísmica, la contribución de todas las magnitudes; esto es congruente para el cálculo de la prima neta ya que interesa el daño que pueden provocar inclusive los sismos pequeños y medianos que se presentan más seguido que los sismos grandes.

Conviene hacer notar que la ecuación anterior sería exacta si las fuentes sísmicas fueran puntos. En realidad son volúmenes, por lo que los epicentros no sólo pueden ocurrir en los centros de las fuentes sino, con igual probabilidad, en cualquier punto dentro del volumen correspondiente. En las bases técnicas de debe tomar en cuenta esta situación subdividiendo las fuentes sísmicas en triángulos, en cuyo centro de gravedad se considera concentrada la sismicidad del triángulo. La subdivisión se hace recursivamente hasta alcanzar un tamaño de triángulo suficientemente pequeño como para garantizar la precisión en la integración de la ecuación anterior.

En vista de que se supone que, dadas la magnitud y la distancia, la intensidad tiene distribución lognormal, la probabilidad  $\Pr(SA > Sa | M, R_i)$  se calcula de la siguiente manera:

$$\Pr(SA > Sa | M, R_i) = \Phi \left( \frac{E(\ln Sa | M, R_i) - \ln Sa}{\sigma_{\ln Sa}} \right) \quad (6)$$

siendo  $\Phi()$  la distribución normal estándar,  $E(\ln Sa | M, R_i)$  el valor medio del logaritmo de la intensidad (dado por la ley de atenuación correspondiente) y  $\sigma_{\ln Sa}$  su correspondiente desviación estándar.

El peligro sísmico se expresa, entonces, en términos de la tasa de excedencia de valores dados de intensidad sísmica. Como se ha indicado, en este trabajo la intensidad sísmica,  $Sa$ , se mide con las ordenadas del espectro de respuesta de pseudoaceleraciones para 5 por ciento del amortiguamiento crítico y el periodo natural de la vibrar de la edificación de interés,  $T$ .

En la Figura 9 se presenta como ejemplo de tasa de excedencia de intensidad la curva de peligro sísmico para la Ciudad de Guadalajara. Esta tasa de excedencia indica qué tan frecuentemente se exceden, en Guadalajara, intensidades sísmicas de cierto valor. En esa curva se obtiene, por ejemplo, para una intensidad  $Sa = 100 \text{ cm/s}^2$ , un valor de  $v(Sa) = 0.002/\text{año}$ . Esto quiere decir que esta intensidad se excederá, en promedio, 0.002 veces por año o, en otras palabras, una vez cada  $1/0.002$  años, cada 500 años. En la misma Figura 9 se aprecia que intensidades grandes tienen menores tasas de excedencia o mayores periodos de retorno.

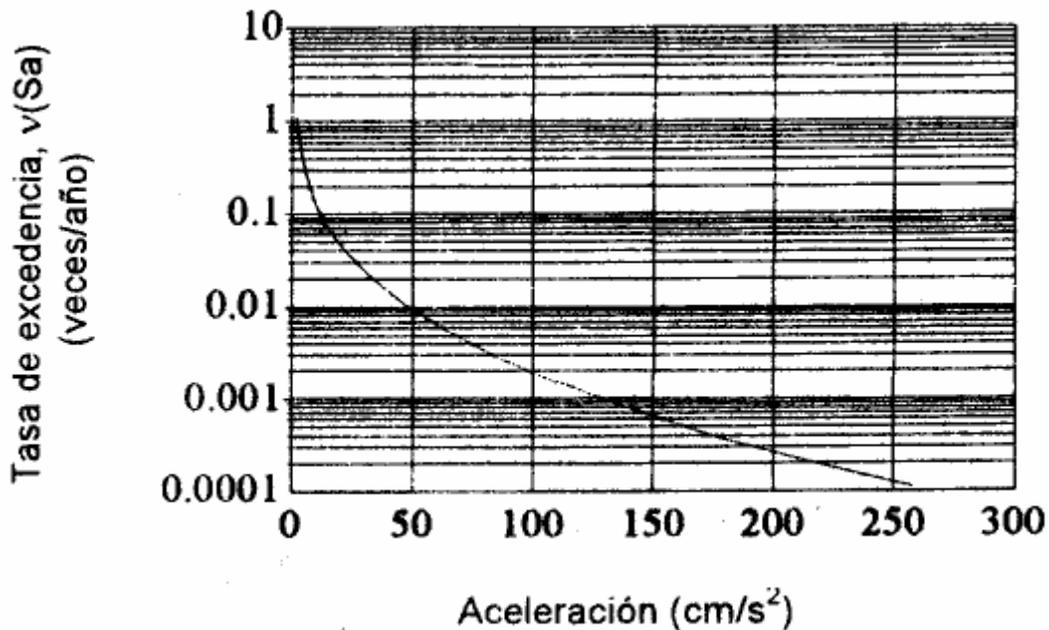


Figura 9. Tasa de excedencia de aceleración máxima del suelo en Guadalajara

## 2. Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad de una estructura es la relación entre la intensidad del movimiento sísmico, en este caso la aceleración espectral, y el nivel de daño. El parámetro que se utiliza en el sistema para calcular el nivel de daño en una estructura es la distorsión máxima de entrepiso, la cual se define como la relación entre el desplazamiento relativo entre dos niveles dividido entre la altura de entrepiso. En lo que sigue se describe la manera de relacionar la intensidad sísmica con el daño bruto,  $\beta$ , esto es, el daño en la estructura antes de la aplicación de deducible, límite de primer riesgo y coaseguro.

Existe un número importante de estudios que han concluido que este parámetro de respuesta estructural es el que tiene mejor correlación con el daño estructural y con el daño no estructural (Alonso et al., 1996; Bertero et al., 1991; Moehle, 1992 y 1996; Miranda, 1997; Priestley, 1997; Sozen, 1997). A diferencia de muchos otros métodos que se basan en estimar el nivel de daño a partir de la Intensidad de Mercalli Modificada que es una medida subjetiva del daño en una región, en este estudio se recomienda un parámetro que tiene una excelente correlación con el daño en estructuras producido por movimientos sísmicos.

### 2.1 Daño esperado dada la distorsión máxima de entrepiso

La distorsión máxima de entrepiso en una estructura,  $\gamma_i$  se estima a partir (Miranda, 1997) de la siguiente expresión

$$\gamma_i = \frac{\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \eta^2 N^{3/4}}{4 \pi^2 h} S_a(T) \quad (7)$$

donde:

- $\beta_1$  es un factor de amplificación que permite estimar el desplazamiento lateral máximo en la azotea o en la altura máxima de la estructura considerando un comportamiento mecánico de tipo elástico-lineal a partir del desplazamiento espectral
- $\beta_2$  es un factor de amplificación que permite estimar la deformación máxima de entrepiso a partir de la distorsión global de la estructura la cual se define como el desplazamiento lateral máximo en la azotea o en la altura máxima de la estructura dividido entre la altura total de la estructura
- $\beta_3$  es un factor que permite calcular los desplazamientos laterales máximos en estructuras con comportamiento inelástico, a partir de los desplazamientos laterales máximos elásticos
- $\beta_4$  es un factor que permite calcular el cociente entre la relación de la distorsión máxima de entrepiso y la distorsión global de la estructura en una estructura con comportamiento elástico-lineal, y entre la relación de la distorsión máxima de entrepiso y la distorsión global de la estructura en una estructura con comportamiento inelástico
- $\eta$  es un factor que permite estimar el periodo fundamental de una estructura a partir del número de niveles
- $N$  es el número de pisos de la edificación
- $S_a(T)$  es la aceleración espectral que depende del peligro sísmico del sitio y del periodo fundamental de vibración y del amortiguamiento de la estructura. Para tomar en cuenta la variación del periodo en distintas estructuras con el mismo tipo estructural, se consideran tres periodos para cada inmueble y se debe calcular un promedio pesado para asignar sólo uno al cálculo de la vulnerabilidad.  
El peligro sísmico del sitio se determina como se indicó en primera parte de esta nota.
- $h$  es la altura de entrepiso en la edificación que depende del tipo de sistema estructural, de la ubicación geográfica del inmueble y de la fecha de construcción.

El valor esperado del daño en una estructura dada la distorsión máxima de entrepiso,  $E(\beta|\gamma)$ , es función, principalmente, de la intensidad sísmica (medida con la aceleración espectral,  $S_a$ ), del sistema estructural, de la fecha de construcción y de otros parámetros estructurales. En las presentes bases técnicas  $E(\beta|\gamma)$  se debe calcular como:

$$E(\beta | \gamma_i) = 1 - 0.5^\theta \quad (8)$$

donde

$$\theta = \left( \frac{\gamma_i}{\bar{\gamma}} \right)^\rho \quad (9)$$

en esta ecuación  $\bar{\gamma}$  y  $\rho$  son parámetros de vulnerabilidad estructural que dependen del sistema estructural y de la fecha de construcción.

Las ecuaciones (8) y (9) dan como resultado el valor esperado,  $E(\beta|\gamma_i)$ , como se muestra en la Figura 10. En ella puede verse claramente que entre mayor sea la distorsión de entrepiso, mayor será el daño esperado en la edificación, aunque esta relación no es lineal.

## 2.2 Densidad de probabilidad del daño

En las presentes bases técnicas se considera que las relaciones de vulnerabilidad no son deterministas, por lo que se supone que, dada una intensidad, el daño bruto  $\beta$  es una variable aleatoria cuyo valor esperado (el valor medio) está dado por la ecuación anterior. La densidad de probabilidades del daño en la estructura se supone de tipo Beta y está dada por la siguiente ecuación:

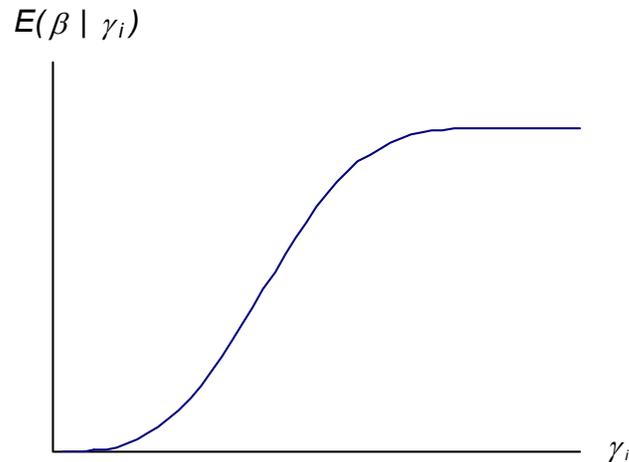


Figura 10: Relación entre la distorsión inelástica de entrepiso y el valor esperado del daño en una estructura

$$p_{\beta|\gamma_i}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \quad (10)$$

donde  $a$  y  $b$  son parámetros que pueden calcularse a partir de la media y el coeficiente de variación del daño,  $C^2(\beta)$ , de la siguiente manera

$$a = \frac{1 - E(\beta|\gamma_i) - E(\beta|\gamma_i) C^2(\beta)}{C^2(\beta)} \quad (11)$$

$$b = a \left[ \frac{1 - E(\beta|\gamma_i)}{E(\beta|\gamma_i)} \right] \quad (12)$$

$C^2(\beta)$  se calcula como

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma_i)}{E(\beta|\gamma_i)} \quad (13)$$

donde  $\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma_i)$  es la varianza de la pérdida.

Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total, la dispersión es también nula. Para valores intermedios, es difícil precisar, con bases empíricas, cuánto vale la varianza de la pérdida.

Para fijar la variación de la varianza de la pérdida se han utilizado dos fuentes de información. Por una parte, las distribuciones de probabilidad asignadas en el estudio clásico del informe ATC-13 (ATC-13, 1985) permiten inferir valores aproximados para las varianzas condicionales. Por otro lado, hemos llevado a cabo ejercicios de simulación suponiendo estructuras simples con propiedades aleatorias.

Con estos datos, hemos decidido fijar variaciones de la varianza que tienen la siguiente forma funcional:

$$\sigma_{\beta}^2(\beta | \gamma_i) = Q (E(\beta | \gamma_i))^{r-1} (1 - E(\beta | \gamma_i))^{s-1} \quad (14)$$

donde

$$Q = \frac{V_{\max}}{D_0^{r-1} (1 - D_0)^{s-1}} \quad (15)$$

$$s = \frac{r-1}{D_0} - r + 2 \quad (16)$$

$V_{\max}$ ,  $D_0$  y  $r$  son parámetros que dependen del tipo estructural.  $V_{\max}$  es la varianza máxima,  $D_0$  es el nivel de daño para el que ocurre esta varianza máxima y  $r$  ha sido tomado igual a 3.

Una vez determinados  $E(\beta | \gamma_i)$  y  $\sigma^2(\beta | \gamma_i)$  queda completamente definida la distribución de probabilidades del daño bruto dado un valor de distorsión de entrepiso.

### 2.3 Daños en contenidos y por pérdidas consecuenciales

En las bases técnicas se debe considerar que los daños en contenidos y por pérdidas consecuenciales están correlacionados con los daños en el inmueble. Para los contenidos se considera que el valor esperado del daño dada una intensidad es la mitad del que se presenta en el inmueble, mientras que la varianza es la que resulta de aplicar la ecuación 14. Por lo que respecta a pérdidas consecuenciales, se supone que tienen la misma densidad de probabilidad que los daños en el inmueble.

### 3. Evaluación de pérdidas por sismo para fines de seguros

En esta sección se describen los procedimientos para evaluar pérdidas, especialmente en los aspectos propios de la operación del seguro de terremoto. Se describen primero los criterios para hacer estimaciones en edificaciones individuales y, posteriormente, la manera en que se modelan las pérdidas en una cartera completa. Para ello es conviene estimar las pérdidas sobre los valores retenidos por las compañías de seguros. Por ello, en lo sucesivo, toda referencia a montos se refiere precisamente a los retenidos.

#### 3.1 Efecto de coaseguro, deducible y límite en una edificación individual

Lo descrito en el capítulo anterior es útil para calcular la pérdida bruta,  $\beta$ . Interesa, sin embargo, estimar la pérdida neta,  $\beta_N$ , que es aquella que resulta de aplicar coaseguro, deducible y límite de primer riesgo. Para estimar la pérdida neta se consideran las variables  $C$ ,  $D$  y  $L$ , el coaseguro, deducible y límite, respectivamente, expresados como una fracción del valor expuesto. La pérdida neta se define de la siguiente manera:

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \text{si } \beta < D \\ \beta - D & \text{si } D < \beta < L \\ L - D & \text{si } \beta > L \end{cases} \quad (17)$$

No se incluye explícitamente el efecto del coaseguro, puesto que se trata de una constante proporcional que afecta a la pérdida después de haber sido aplicado el deducible.

Procede entonces calcular  $E(\beta_N | \gamma)$ ,  $\sigma^2(\beta_N | \gamma)$  y la distribución de probabilidades de  $\beta_N | \gamma$ . Para ello, como se indicó, se asigna a la pérdida bruta  $\beta$  una distribución de probabilidades Beta con parámetros  $a$  y  $b$ , cuyas relaciones con los momentos estadísticos de  $\beta$  se han ya establecido.  $E(\beta_N | \gamma)$ ,  $\sigma^2(\beta_N | \gamma)$  se obtienen integrando la ecuación anterior con respecto a esta densidad de probabilidades. En estas condiciones, la distribución de probabilidad de  $\beta_N | \gamma$  adopta la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 \Pr(B_N = 0) &= Ba(D, a, b) \\
 \Pr(B_N = \beta_N) &= Ba(\beta_N + D, a, b) \\
 \Pr(B_N = L - D) &= 1 - Ba(L, a, b)
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

siendo  $Ba(x, a, b)$  la función Beta Acumulada (Abramowitz y Stegun, 1965). El valor esperado y la varianza de la pérdida neta resultan dados por las siguientes expresiones:

$$E(\beta_N | \gamma) = T_1 - T_2 + T_3 \tag{19}$$

donde

$$T_1 = \frac{a}{a+b} (Ba(L, a+1, b) - Ba(D, a+1, b)) \tag{20}$$

$$T_2 = D(Ba(L, a, b) - Ba(D, a, b)) \tag{21}$$

$$T_3 = (L - D)(1 - Ba(L, a, b)) \tag{22}$$

Adicionalmente,

$$E(\beta_N^2 | \gamma) = u_1 - u_2 + u_3 + u_4 \tag{23}$$

donde

$$u_1 = \frac{a(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} (Ba(L, a+2, b) - Ba(D, a+2, b)) \tag{24}$$

$$u_2 = \frac{2Da}{a+b} (Ba(L, a+1, b) - Ba(D, a+1, b)) \tag{25}$$

$$u_3 = D^2 (Ba(L, a, b) - Ba(D, a, b)) \tag{26}$$

$$u_4 = (L - D)^2 (1 - Ba(L, a, b)) \tag{27}$$

para finalmente obtener

$$\sigma^2(\beta_N | \gamma) = E(\beta_N^2 | \gamma) - E^2(\beta_N | \gamma) \tag{28}$$

En la figura 12 se presenta un ejemplo cuando  $E(\beta_N | \gamma) = 0.2$ ,  $\sigma^2(\beta_N | \gamma) = 0.0533$ , por lo que  $a=0.4$  y  $b=1.6$ , con  $C=0$ ,  $D=0.03$  y  $L=0.75$ .

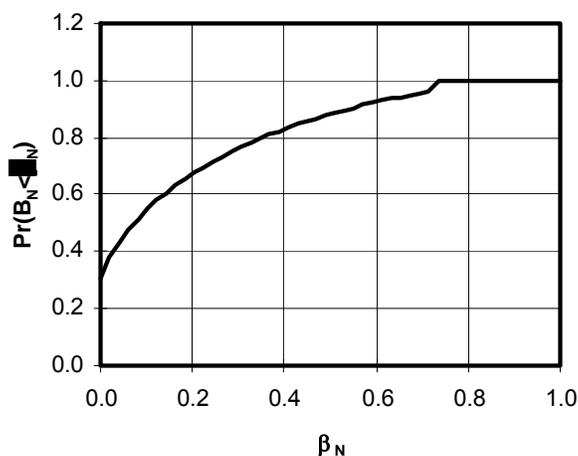


Figura 12 Ejemplo de distribución de probabilidad de  $\beta_N$ , la pérdida neta.

En estas bases técnicas se contempla la posibilidad de que los deducibles, límites y coaseguros de edificio, contenidos y pérdidas consecuenciales sean diferentes unos de otros. Para poder aplicar las consideraciones anteriores cuando esto sucede, se procede de la siguiente manera. Sea P la pérdida monetaria bruta que se tiene en una ubicación. P se calcula de la siguiente manera:

$$P = \beta_E M_E + \beta_C M_C + \beta_S M_S \quad (29)$$

donde  $\beta_E$ ,  $\beta_C$  y  $\beta_S$  son las pérdidas brutas (relativas) en edificio, contenidos y consecuenciales, respectivamente, mientras que  $M_E$ ,  $M_C$  y  $M_S$  son los valores correspondientes. Supondremos que las tres pérdidas consideradas están completamente correlacionadas. Si dividimos P entre  $M = M_E + M_C + M_S$ , obtenemos una nueva variable aleatoria,  $\beta$ , que está entre 0 y 1 y cuya esperanza y desviación estándar están dados por:

$$E(\beta) = \frac{M_E E(\beta_E) + M_C E(\beta_C) + M_S E(\beta_S)}{M} \quad (30)$$

$$\sigma(\beta) = \frac{M_E \sigma(\beta_E) + M_C \sigma(\beta_C) + M_S \sigma(\beta_S)}{M} \quad (31)$$

Esta nueva variable (la pérdida bruta agregada de edificio, contenido y consecuenciales) tiene también distribución Beta, con parámetros a y b que pueden calcularse a partir de las dos ecuaciones anteriores. Conforme al (inciso 2.3) se supone que  $E(\beta_C) = 0.5E(\beta_E)$  y  $E(\beta_S) = E(\beta_E)$ .

Se incluirá el efecto de la política de seguro en la pérdida agregada definiendo deducible, límite y coaseguro equivalentes,  $D_Q$ ,  $L_Q$  y  $C_Q$ , respectivamente, de la siguiente manera:

$$D_Q = \frac{M_E D_E + M_C D_C + M_S D_S}{M} \quad (32)$$

$$L_Q = \frac{M_E L_E + M_C L_C + M_S L_S}{M} \quad (33)$$

$$C_Q = \frac{M_E C_E + M_C C_C + M_S C_S}{M} \quad (34)$$

donde  $D_E$ ,  $D_C$  y  $D_S$  son los deducibles en edificio, contenidos y consecuenciales,  $L_E$ ,  $L_C$  y  $L_S$  son los límites correspondientes y  $C_E$ ,  $C_C$  y  $C_S$  son los coaseguros de cada uno de los tres tipos de pérdida. Esta solución es rigurosa si se supone que, en el proceso de ajuste de la pérdida, las correspondientes a los tres conceptos primero se agregan y, posteriormente, a la pérdida agregada se le aplican deducible, límite y coaseguro globales.

Entonces, la pérdida neta se obtendrá de aplicar las ecuaciones 18-28 a una distribución de pérdida con los parámetros que se dan en las ecuaciones 30-31.

### 3.2 Pérdida máxima probable (PML) para una edificación

La pérdida máxima probable, también conocida como PML, es un estimador del tamaño de las pérdidas máximas que sería razonable esperar en una edificación sometida a un proceso estacionario de ocurrencias sísmicas. El PML se utiliza como dato fundamental para determinar el tamaño de las reservas que la compañía de seguros debería mantener.

Idealmente, para determinar el PML de una ubicación debería procederse de la siguiente manera:

Determinar las tasas de excedencia de las pérdidas netas. Esto quiere decir calcular qué tan frecuentemente se excederían ciertos valores de pérdida.

Seleccionar una probabilidad anual de excedencia que, en un sistema simple de seguro, sería igual a la probabilidad de quiebra (la compañía quebraría si no tuviera en reserva una cantidad superior al PML) y adoptar como PML el valor de pérdida asociado a esa probabilidad anual de excedencia.

Para determinar el PML de una sola edificación con el criterio arriba descrito podrían calcularse las tasas de excedencia de la pérdida neta,  $\mu(\beta_N)$ , de la siguiente manera:

$$\mu(\beta_N) = \int_0^{\infty} \Pr(B_N > \beta_N | a) \left( -\frac{dv(a)}{da} \right) da \quad (35)$$

donde, nuevamente,  $a$  es la intensidad sísmica relevante, y  $v(a)$  es la tasa de excedencia de la intensidad.

Tratándose de una edificación individual es relativamente fácil el cálculo de  $\mu(\beta_N)$ , puesto que las funciones  $v(a)$  están precalculadas y, dadas la localización y las características estructurales, se tienen todos los elementos para determinar  $\Pr(B_N > \beta_N | a)$ .

Sin embargo, tratándose de una cartera completa, el cálculo de  $\mu(\beta_N)$  por un camino similar al de la ecuación (35) es prácticamente imposible de realizar, porque, en rigor, deberían conocerse las tasas de excedencia conjuntas de las intensidades sísmicas que afectarían a todos los sitios en que se desplantan los inmuebles que forman la cartera.

Existe otra posibilidad, que consiste en calcular, para cada fuente sísmica la tasa de excedencia de las pérdidas provocadas por la ocurrencia de sismos exclusivamente en esa fuente. Por este camino,

$$\mu_i(\beta_N) = \int_{M_0}^{M_1} \left[ \int_0^{\infty} \Pr(B_N > \beta_N | a) f_{A|M}(a | M) da \right] \left( - \frac{d\lambda_i(M)}{dM} \right) dM \quad (36)$$

donde  $\mu_i(\beta_N)$  es la tasa de excedencia de la pérdida neta –en toda la cartera– debida a la *i*ésima fuente sísmica y  $f_{A|M}(a | M)$  es la densidad de probabilidades conjunta de las aceleraciones que afectan a todos los inmuebles de la cartera si en la fuente *i* ocurre un sismo de magnitud *M*; la integral con respecto a *a* debe entenderse, por tanto, como una integral múltiple, de dimensión igual al número de edificios que forman la cartera. La tasa total de excedencia,  $\mu(\beta_N)$ , se calcularía sumando las contribuciones de todas las fuentes sísmicas. Aunque el camino dado por la ecuación anterior es más sencillo, el cálculo riguroso sería sumamente lento y complejo.

En vista de lo anterior, y de que existen diversas maneras de definir el PML, se han aportado otros criterios. Aquí, definiremos al PML como el valor de pérdida que se excedería con una probabilidad baja,  $P_0$ , durante la ocurrencia de un sismo poco frecuente. No existen estándares universales aceptados sobre qué significa “probabilidad baja” ni sismo “poco frecuente”. Sin embargo, un valor típico de PML sería el asociado a 10% de probabilidad de excedencia ( $P_0=0.10$ ) durante un sismo con periodo de retorno de 200 años.

En estas condiciones, el PML se determina considerando, únicamente el valor máximo del daño que se excedería con 10% de probabilidad, tomando en cuenta todos los sismos que tienen un periodo de retorno que se ha fijado. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

1. Se elige el periodo de retorno de los sismos potencialmente asociados con el PML.
2. Se determina, para cada fuente sísmica (ver capítulo 1), la magnitud del sismo que tiene ese periodo de retorno.
3. Se determina, para cada inmueble de la cartera, la intensidad sísmica (mediana) que se presentaría si, en la fuente correspondiente, que se localiza a cierta distancia del inmueble, hubiese ocurrido el sismo con la magnitud anteriormente determinada.
4. A partir de la colección de intensidades en cada inmueble, se calcula la distribución de probabilidad de la pérdida en la cartera completa.
5. Se determina el PML para la fuente, como la pérdida que es excedida con probabilidad 10%.
6. De entre los PML calculados para cada fuente, se elige el mayor.

En el inciso siguiente se indica la manera de determinar la distribución de probabilidad de la pérdida en una cartera de ubicaciones.

### 3.3 Distribución de probabilidad de la pérdida en una cartera de ubicaciones

Como se ha mencionado, dadas unas características estructurales y una intensidad sísmica, estamos en posibilidad de determinar la distribución de probabilidad de la pérdida en un inmueble. Sin embargo, la pérdida total en la cartera es la suma de las pérdidas en múltiples ubicaciones. Se presentan los dos siguientes casos, en que la pérdida depende de las características de la póliza:

1. A cada póliza corresponde una solo ubicación, por lo que el proceso de ajuste de las pérdidas se lleva a cabo individualmente para cada inmueble. Llamaremos a este caso *Pólizas Individuales*.
2. Una póliza con deducible único cubre a un grupo de ubicaciones, probablemente numeroso y disperso geográficamente. El límite a primer riesgo se especifica, también, de manera agregada. Este caso se denominará *Pólizas Colectivas*.

Analizaremos por separado cada caso.

### 3.3.1 Pólizas individuales

Hasta el momento se han dado expresiones para estimar la pérdida en una ubicación. La pérdida en una cartera, sin embargo, es la suma de pérdidas en múltiples ubicaciones, dispersas geográficamente y parcialmente correlacionadas. Sean  $E(\beta_{Ni})$  y  $VAR(\beta_{Ni})$  el valor esperado y la varianza del daño neto, respectivamente, de la  $i$ -ésima ubicación (incluyendo contenidos y consecuenciales) sometida al sismo que se origina en cierta fuente sísmica. La pérdida monetaria neta en toda la cartera,  $P_N$ , tendrá las siguientes propiedades:

$$E(P_N) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i E(\beta_{Ni}) \quad (37)$$

$$VAR(P_N) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i VAR(\beta_{Ni}) + 2 \sum_{i=1}^{Nu} \sum_{j=i+1}^{Nu} M_i M_j \rho_{ij} \sqrt{VAR(\beta_{Ni}) \times VAR(\beta_{Nj})} \quad (38)$$

donde  $\rho_{ij}$  es el coeficiente de correlación entre las pérdidas  $i$  y  $j$ ,  $Nu$  es el número de ubicaciones y  $M_i$  es el valor (retenido) de la ubicación  $i$ . La distribución de probabilidades de  $P_N$  es sumamente difícil de calcular rigurosamente –recuérdese que las pérdidas están correlacionadas–, aunque, si  $Nu$  es grande, tiende a ser normal.

No es posible, con las bases puramente empíricas, establecer valores para los coeficientes de correlación. Se ha adoptado en este estudio un valor de 0.3, independientemente de tipo estructural y localización de la ubicación. Se adoptó este valor porque, después de simulaciones y análisis de sensibilidad, se observó que el incremento en la varianza de  $P_N$  no era excesivo cuando  $\rho_{ij}=0.3$  y que, por otro lado, el premio que se tenía por efecto de tener una gran cartera era notable pero no demasiado grande.

Se supone que la cantidad  $\beta_N = P_N / M$ , siendo  $M$  la suma de montos de todas las ubicaciones, tiene también distribución Beta con los siguientes momentos estadísticos:

$$E(\beta_N) = \frac{E(P_N)}{M} \quad (39)$$

$$VAR(\beta_N) = \frac{VAR(P_N)}{M^2} \quad (40)$$

De acuerdo con lo señalado en el inciso 3.3, una vez que se han calculado los parámetros de la distribución del daño en la cartera para cada fuente sísmica, se escoge el que tiene un valor esperado mayor y, a partir de su distribución de probabilidad, se calcula el valor correspondiente a un diez por ciento de la probabilidad de excedencia. Esta pérdida es lo que llamaremos la pérdida máxima probable o PML de la cartera.

En el análisis se ignora la posibilidad de que la pérdida sea nula, aun cuando existan deducibles, en vista de que es sumamente improbable que durante un sismo muy intenso que afecta a una cartera con numerosas ubicaciones, las pérdidas individuales en todas y cada una de ellas estén por debajo del deducible.

### 3.3.2 Pólizas colectivas

El cálculo de la pérdida en las llamadas pólizas colectivas es similar al que se realiza para pólizas individuales, aunque difiere el orden en que se aplican deducible y límite. Inicialmente se calculan los momentos estadísticos de la distribución de la pérdida bruta (a diferencia de lo que se hacía en el punto anterior, en que los momentos correspondían a la pérdida neta). Una vez obtenidos estos parámetros, y suponiendo que se trata de una distribución Beta nuevamente, se aplica el efecto de deducible y límite como se indicó en el inciso 3.1.

Puede observarse que la diferencia entre pólizas individuales y pólizas colectivas es que, en las primeras, deducible y límite se aplican ubicación por ubicación, mientras que en las segundas deducible y límite se aplican a la pérdida bruta total, construida como la suma de pérdidas en cada ubicación.

Tratándose de riesgos cuyas características especiales no correspondan a las señaladas en la Disposición Primera y por lo cual no puedan ser integrados para el cálculo de la Pérdida Máxima Probable conforme a las presentes bases técnicas, deberán valuarse en forma adicional e independiente calculando la Pérdida Máxima Probable como el 9% de las sumas aseguradas retenidas.

La información estadística que se utilizará para el cálculo de la Pérdida Máxima Probable, será la misma que se utilizará para el cálculo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de terremoto.

El cálculo de la Pérdida Máxima Probable deberá realizarse mensualmente conforme a las pólizas en vigor al momento de la valuación y reportarse en la forma y términos que para tales efectos dé a conocer la Comisión.

**ANEXO 7.3.1****FORMA Y TERMINOS PARA EL REGISTRO DE METODOS  
ACTUARIALES DE VALUACION DE RESERVAS TECNICAS**

El registro de los métodos actuariales de valuación de las reservas técnicas se efectuará en la forma y términos establecidos en las instrucciones siguientes.

**Primera.-** El registro de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas, se realizará enviando la nota técnica respectiva vía Internet, a través de la Página Web de la Comisión ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)).

**Segunda.-** Para el envío de la nota técnica de los métodos actuariales, las Instituciones y Sociedades Mutualistas, designarán previamente ante la Comisión a los operadores responsables de enviar dicha información vía remota. El número de operadores podrá ser de uno a un máximo de cuatro y la designación de los mismos se efectuará presentando escrito suscrito por el director general o equivalente de la institución o sociedad mutualista de seguros de que se trate.

**Tercera.-** En virtud de que los métodos de estimación deberán estar firmados por un actuario certificado, esas instituciones y sociedades realizarán la designación de los actuarios que estarán facultados para esos efectos. Para ello se deberá presentar un escrito suscrito por el director general o equivalente de la institución o sociedad de que se trate, de conformidad con el formato indicado en el Anexo 7.1.3-b.

**Cuarta.-** En los casos en que se quiera cambiar a un actuario u operador conforme a lo indicado en las instrucciones anteriores, se deberá presentar igualmente un escrito suscrito por el director general en los mismos términos indicados en las instrucciones Segunda y Tercera del presente Anexo.

**Quinta.-** En los casos en que se quiera dar de baja a un actuario o a un operador conforme a lo indicado en las instrucciones anteriores, se deberá presentar un escrito suscrito por el director general en formato indicado en el Anexo 7.1.3-b.

**Sexta.-** Los actuarios facultados para firmar los métodos de valuación de reservas técnicas, deberían crear previamente una firma electrónica en el software denominado Adobe Acrobat, en donde generarán la llave pública asociada a su firma electrónica. Una vez realizado este proceso, presentarán ante la Comisión la llave pública mencionada en medio magnético, acompañada de un escrito en el formato establecido en el Anexo 7.1.4.

**Séptima.-** Los escritos para la designación, baja o cambios de actuarios u operadores, a que se refieren las instrucciones anteriores, se deberán presentar en la Dirección General de Informática de la Comisión, sita en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre 2 Norte, Primer Piso, Col. Guadalupe Inn, C.P. 01020, México, D. F., en horario de 9:00 a 14:00 horas y de 15:00 a 18:00 horas, en días hábiles.

**Octava.-** Para generar la llave pública se atenderá lo establecido en el "Instructivo Para la Creación y Firma de los Documentos PDF", disponible en la Página Web de la Comisión ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)).

**Novena.-** La llave pública asociada a la firma electrónica tendrá una vigencia de 5 años contados a partir de su fecha de expedición, por lo que cumplido ese plazo, se generará una nueva llave pública en términos de las presentes instrucciones.

**Décima.-** Para efectos del trámite de la llave pública y firma electrónica ante la Comisión, los actuarios deberán presentar el certificado vigente emitido por el colegio profesional de la especialidad o, en su caso, el documento en el que conste la acreditación de conocimientos ante esta Comisión para tal efecto.

**Décima Primera.-** La entrega de la llave pública y demás documentos señalados en la presente Disposición, se llevará a cabo en la Dirección General de Informática de la Comisión, sita en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre 2 Norte, Primer Piso, Col. Guadalupe Inn, C.P. 01020, México, D.F., en horario de 9:00 a 14:00 horas y de 15:00 a 18:00 horas, en días hábiles.

**Décima Segunda.-** Los actuarios sólo estarán habilitados en el sistema de registro de métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas en tanto mantengan vigente su certificación o acreditación para valuar reservas, por lo que concluido el plazo de vigencia, deberán comprobar la obtención de un nuevo certificado o acreditación, o en su caso, el refrendo respectivo.

Los interesados podrán solicitar generar las llaves públicas referidas en la presente Disposición al momento de realizar la entrega de sus documentos, en la Dirección General antes citada.

Para el registro o modificación de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas, esas instituciones y sociedades remitirán a esta Comisión vía Internet, la carta de solicitud de registro, la nota técnica y en su caso, la opinión del auditor externo actuarial, en un solo documento en formato PDF (Portable Document Format), elaborado mediante el software denominado Adobe Acrobat.

El documento mencionado, que incluye la nota técnica de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas a registrar, deberá ser firmado electrónicamente por el actuario certificado.

La firma electrónica del documento, se realizará conforme al "Instructivo Para la Creación y Firma de los Documentos PDF", disponible en la Página Web de esta Comisión ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)).

**Décima Tercera.-** Para todo lo relativo a la captura, envío y recepción de información a través de la página Web de esta Comisión ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)), incluyendo la remisión de archivos, se observará lo señalado en el documento "Instructivo para el registro de métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas a través de la página web de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas" disponible en la propia Página Web de esta Comisión.

En lo referente al proceso de creación de archivos, aplicación de opciones de seguridad, firmas electrónicas y demás elementos técnicos relacionados con los documentos en formato PDF, esas instituciones y sociedades se apegarán al documento "Instructivo para la Creación y Firma de los Documentos en formato PDF", disponible en la Página Web de esta Comisión ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)).

**Décima Cuarta.-** Cuando las solicitudes de registro de métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas cumplan con las validaciones de recepción, el sistema emitirá de forma automática una confirmación de la recepción del trámite para el registro del método actuarial respectivo.

El trámite para el registro de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas sólo podrá acreditarse con los documentos que cumplan con las validaciones propias del Adobe Acrobat, relativas a la autenticidad de las firmas electrónicas, y que no presenten alteraciones.

**Décima Quinta.-** Para efectos de inspección y vigilancia, esas instituciones y sociedades mantendrán respaldados los archivos de los documentos en formato PDF, no obstante que el método actuarial de que se trate, haya quedado registrado ante esta Comisión, la cual emitirá un oficio que acredite tal registro.

**Décima Sexta.-** Esta Comisión podrá requerir a esas instituciones y sociedades el reenvío de la información relativa al registro de un método actuarial para la valuación de reservas técnicas, cuando los archivos enviados contengan virus informáticos o no puedan visualizarse debido a problemas técnicos.

**ANEXO 7.7.1.****ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL NO. 02 Y ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL NO. 04 (ADOPTADOS POR EL COLEGIO NACIONAL DE ACTUARIOS, A.C)**

**“ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL No. 02”** (adoptado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C.):

“México, enero de 2003. Revisado en agosto de 2003.”

“CALCULO ACTUARIAL DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO PARA LOS SEGUROS DE CORTO PLAZO (VIDA Y NO-VIDA)”

**“Preámbulo**

“El presente documento resume los principales lineamientos y criterios generales que el actuario debe considerar en la determinación o cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de corto plazo, independientemente del ramo al que correspondan. Estos lineamientos fueron desarrollados con el fin de proporcionar una guía práctica para la realización de esta tarea. Los mismos se apegan al marco legal aplicable en materia de seguros, sin perjuicio de las necesidades o propósitos de tipo comercial de las entidades aseguradoras, ni de los valores específicos que, para efectos regulatorios, se establezcan para los parámetros considerados en estos lineamientos con el propósito de incorporar márgenes prudenciales que garanticen con un elevado grado de certidumbre el cumplimiento de las obligaciones con los asegurados.

“Asimismo, enunciar criterios de carácter y aplicación general, sin abarcar casos específicos que por sus características requieran de consideraciones especiales, mismos que deberán ser tratados con base en el juicio y experiencia profesional del actuario, respetando siempre los principios sobre los cuales fueron sustentados estos estándares.

“El grupo de trabajo encargado del desarrollo de este estándar estuvo conformado por miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C.

“Con el propósito de hacerlo del conocimiento del gremio actuarial, así como para recabar todas las observaciones y sugerencias de los actuarios involucrados e interesados en este tema, un primer borrador fue sometido a un proceso de auscultación entre los miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. y del Colegio Nacional de Actuarios, A.C., a fin de incorporar los comentarios pertinentes.

“Este documento corresponde a la versión final del estándar, el cual ha sido adoptado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C.

**“Sección 1.****“Propósito, alcance y fecha de aplicación**

**“1.1 Propósito.-** El propósito de este estándar es establecer los elementos y criterios que deben ser considerados en el proceso del cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de corto plazo en los ramos de vida, daños, accidentes, enfermedades y salud, sin considerar el efecto del reaseguro. Los elementos contenidos en este estándar son de aplicación general y obligatoria para todos los actuarios que ejerzan su profesión para instituciones y sociedades mutualistas de seguros que operen en México.

**“1.2 Alcance.-** Este estándar de práctica fue elaborado para la determinación de la reserva de riesgos en curso de seguros de corto plazo, desde el punto de vista actuarial, sin considerar situaciones especiales que pudieran presentarse como consecuencia de requerimientos de tipo comercial o restricciones estatutarias.

“Los elementos contenidos en este estándar fueron definidos en términos generales y es factible que se presenten situaciones que no estén explícitamente contempladas en los mismos. Corresponderá al actuario involucrado, con base en su mejor juicio y criterio, la resolución de los casos no previstos o de aquellos para los cuales este estándar no se considere aplicable.

**“1.3 Fecha de aplicación.-** 1 de enero de 2004.

**“Sección 2.****“Antecedentes y situación actual**

“La constitución de reservas técnicamente suficientes, en las diferentes operaciones de seguro, constituye un factor decisivo para mantener la solvencia del negocio y es la base fundamental para garantizar el cumplimiento de las obligaciones con los asegurados.

“Los lineamientos que aquí se presentan están orientados a:

- “Establecer los principios sobre los cuales se sustenta una reserva de riesgos en curso suficiente.
- “Definir los conceptos y elementos que deben ser considerados en su determinación.
- “Señalar las características generales que deben tener los procedimientos actuariales válidos para la valuación de la reserva.
- “Definir la información con la que se debe contar para sustentar el cálculo actuarial de la reserva, así como los requerimientos mínimos para garantizar que dicha valuación cumple con los principios establecidos en estos estándares.

“Es importante mencionar que históricamente, en México, el proceso de valuación de la reserva de riesgos en curso se ha realizado con base en el conocimiento, experiencia práctica y criterio del actuario responsable, apoyado fundamentalmente en la prima de tarifa cobrada, la información estadística disponible y la normatividad establecida para cada ramo y tipo de seguro.

“Por otra parte, cabe señalar que tradicionalmente se ha venido aplicando el criterio de que las primas se devengan en forma directamente proporcional al tiempo transcurrido.

“El grupo de trabajo reconoce que en el futuro deberán desarrollarse mejoras y estándares adicionales, para considerar otros aspectos específicos relacionados con el cálculo actuarial de las reservas de riesgos en curso.

### “Sección 3.

#### “Definiciones

“Para efectos de la aplicación de los estándares de práctica actuarial, se han definido los siguientes conceptos:

“**3.1 Cálculo actuarial.**- Se refiere al procedimiento con el que se determina el valor de la *prima de tarifa suficiente* de un seguro, la *reserva de riesgos en curso* correspondiente, o cualquier variable, parámetro o medida relacionada con un riesgo asegurado, considerando que dicho procedimiento deberá poder incorporar las características contingentes de la ocurrencia de dicho riesgo asegurado.

“**3.2 Costos de administración.**- Son los relativos a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera de seguros de corto plazo.

“**3.3 Costo de siniestralidad y otras obligaciones contractuales.**- Refleja el monto esperado de los siniestros del riesgo en cuestión y de otras obligaciones contractuales actualizados por el impacto de las variaciones en los precios relacionados a dichos siniestros y obligaciones, considerando, en su caso, el efecto de deducibles, coaseguros, salvamentos y recuperaciones, así como el margen para desviaciones y la provisión para gastos de ajuste y otros gastos relacionados con el manejo de los siniestros, si son aplicables.

“En el caso de riesgos de naturaleza catastrófica, debe considerar el costo anual de siniestralidad que corresponda, en función del tipo de riesgo y el periodo de recurrencia considerado en el modelo de cálculo utilizado.

“**3.4 Información confiable.**- Es aquella cuya fuente y forma de generación sea conocida, comprobable y veraz, o que sea generada y publicada por una institución reconocida a nivel nacional o internacional.

“**3.5 Información homogénea.**- Se refiere a que los datos estadísticos utilizados para el cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso deben corresponder a unidades (personas o cosas) expuestas, en condiciones iguales o similares, a riesgos del mismo tipo.

“**3.6 Información suficiente.**- Aquella cuyo volumen de datos permite la aplicación de métodos estadísticos o modelos de credibilidad y que abarca todos los aspectos relacionados con la valoración del riesgo en cuestión.

“**3.7 Margen de utilidad.**- Es la contribución marginal a la utilidad bruta general, que se haya definido para el ramo y tipo de seguro en cuestión, de conformidad con las políticas establecidas por la empresa que asume el riesgo.

**“3.8 Nota técnica.-** Es el documento que describe la metodología y las bases aplicadas para el *cálculo actuarial de la prima de tarifa suficiente y la valuación de la reserva de riesgos en curso* y en el que conste la aplicación del presente estándar de práctica actuarial. En este documento deben incluirse de manera específica: la definición clara y precisa del riesgo y de las obligaciones contractuales cubiertas, las características, alcances, limitaciones y condiciones de la cobertura, las definiciones, conceptos, hipótesis y procedimientos empleados y, en su caso, las estadísticas y datos utilizados en la valoración del riesgo, así como las fuentes de información y cualquier otro elemento necesario para fundamentar actuarialmente la prima resultante y la reserva de riesgos en curso correspondiente.

**“3.9 Principios actuariales.-** Teorías y conceptos fundamentales de uso y aplicación común en la práctica actuarial, que son generalmente aceptados y que se encuentran explicados y sustentados en la literatura nacional o internacional.

**“3.10 Procedimientos actuariales.-** Conjunto de métodos y técnicas científicamente sustentadas, aplicables al problema de seguros que se pretende resolver y que son congruentes con los *principios actuariales*.

**“3.11 Productos financieros.-** Retorno o ingreso que espera obtener razonablemente la entidad que asume los riesgos de los contratos de seguro, por la inversión de los recursos que respaldan las reservas constituidas para garantizar las obligaciones de dichos contratos y por los flujos libres producidos por éstos.

**“3.12 Reserva de riesgos en curso.-** Cantidad suficiente para cubrir el valor esperado de los costos futuros de  *siniestralidad, y otras obligaciones contractuales* considerando adicionalmente los *costos de administración*, tomando en cuenta su distribución en el tiempo, su crecimiento real y por inflación.

**“3.13 Seguros de corto plazo.-** Son todos aquellos contratos de seguro con una duración igual o menor a un año, independientemente del ramo al que pertenezcan. En esta definición quedan comprendidos seguros de las operaciones de Accidentes y Enfermedades, Daños, Salud y Vida.

**“3.14 Tasa técnica.-** Es la tasa de interés que se utiliza para determinar el valor del dinero en el tiempo, al realizar el cálculo actuarial de la reserva.

#### **“Sección 4.**

##### **“Principios**

**“Principio 1.-** La reserva de riesgos en curso es la cantidad suficiente para cubrir, el valor esperado de los costos futuros, considerando el tiempo que falta por transcurrir para el vencimiento del contrato de seguro.

**“Principio 2.-** La determinación de la reserva de riesgos en curso debe sustentarse sobre bases actuariales, independientemente de la prima cobrada y ser congruente con las hipótesis utilizadas en el cálculo de la prima de tarifa suficiente.

**“Principio 3.-** Las bases para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deben revisarse periódicamente en función de las variaciones en los supuestos considerados originalmente, conforme se conozca o recopile nueva información.

#### **“Sección 5.**

##### **“Prácticas recomendadas**

**“5.1 Cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso.-** El cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de corto plazo, debe realizarse considerando el tiempo transcurrido, la tasa técnica de interés y todos los costos futuros relacionados con la transferencia del riesgo, utilizando procedimientos actuariales.

“En la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, deberán utilizarse supuestos sobre la tasa técnica, basados en criterios prudenciales que consideren las políticas y portafolios de inversión de la compañía, los riesgos asociados al mismo y tomen como referencia la tasa de libre de riesgo del mercado, así como las expectativas macroeconómicas de tasas de rendimiento futuras y la inflación.

**“5.2 Determinación de los costos relacionados con la transferencia del riesgo.-** En la valuación actuarial de la reserva deberán contemplarse todos aquellos costos en los que incurrirá la entidad aseguradora para hacer frente a los riesgos en curso, considerando el costo de siniestralidad y otras obligaciones contractuales, incluyendo el margen para desviaciones, así como los costos de administración, de adquisición y el margen de utilidad.

**“5.3 Integración de información.-** El cálculo actuarial de una reserva de riesgos en curso debe basarse en información suficiente y confiable, sobre la cartera de riesgos en curso y las variables consideradas para la determinación de la prima de tarifa suficiente.

**“5.4 Primas de riesgo basadas en la experiencia de los reaseguradores.-** En su caso, la valuación de la reserva de riesgos en curso, puede fundamentarse en las primas de riesgo establecidas por el mercado internacional de reaseguro, cuando no existe información confiable, homogénea y suficiente.

**“Sección 6.****“Otras Recomendaciones**

**“6.1 Congruencia.-** En todo momento, el actuario procurará vigilar que exista congruencia entre lo establecido en las condiciones contractuales de un producto de seguros de corto plazo, la nota técnica correspondiente y el cálculo de la reserva de riesgos en curso; de no ser así, o en caso de que no le sea posible cumplir con esta responsabilidad, deberá revelarlo conforme a las políticas, normas y procedimientos aplicables.

**“6.2 Documentación.-** La nota técnica y cualquier otra documentación relacionada con la valoración del riesgo y los procedimientos aplicados por el actuario para la valuación de las reservas de riesgos en curso, en apego al presente estándar, debe ser resguardada por la entidad que la aplique y estar disponible para fines de consulta, seguimiento y auditoría.”

**“ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL No. 04”****“México. Septiembre de 2003.”**

**“VALUACION ACTUARIAL DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE LARGO PLAZO”**

**“Preámbulo**

“El presente documento resume los principales lineamientos y criterios generales que el actuario debe considerar en la determinación o valuación actuarial de las reservas de riesgos en curso, para los contratos de seguro de largo plazo. Estos lineamientos fueron desarrollados con el fin de proporcionar una guía práctica para la realización de esta tarea. Los mismos se apegan al marco legal aplicable en materia de seguros, sin perjuicio de las necesidades o propósitos de tipo comercial de las entidades aseguradoras, ni de los valores específicos que, para efectos regulatorios, se establezcan para los parámetros considerados en estos lineamientos con el propósito de incorporar márgenes prudenciales que garanticen con un elevado grado de certidumbre el cumplimiento de las obligaciones con los asegurados.

“Asimismo, enuncia criterios de carácter y aplicación general, sin abarcar casos específicos que por sus características requieran de consideraciones especiales, mismos que deberán ser tratados con base en el juicio y experiencia profesional del actuario, respetando siempre los principios sobre los cuales fueron sustentados estos estándares.

“El grupo de trabajo encargado del desarrollo de este estándar estuvo conformado por miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C.

“Con el propósito de hacerlo del conocimiento del gremio actuarial, así como para recabar todas las observaciones y sugerencias de los actuarios involucrados e interesados en este tema, un primer borrador fue sometido a un proceso de auscultación entre los miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C.: y del Colegio Nacional de Actuarios, A.C., a fin de incorporar los comentarios pertinentes.

“Este documento corresponde a la versión final del estándar, el cual ha sido adoptado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C.

**“Sección 1.****“Propósito, alcance y fecha de aplicación.**

**“1.1 Propósito.-** El propósito de este estándar es establecer los elementos y criterios que deben ser considerados en el proceso de la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, para los contratos de seguro de largo plazo. Los elementos contenidos en este estándar pueden no coincidir en forma precisa con los requerimientos estatutarios y son de aplicación general y obligatoria para todos los actuarios que ejerzan su profesión en México.

**“1.2 Alcance.-** Este estándar de práctica fue elaborado para la valuación de la reserva de riesgos en curso para los contratos de seguro de largo plazo, desde el punto de vista actuarial, sin considerar situaciones especiales que pudieran presentarse como consecuencia de requerimientos de tipo comercial o restricciones estatutarias.

“Los elementos contenidos en este estándar fueron definidos en términos generales y es factible que se presenten situaciones que no estén explícitamente contempladas en el mismo. Corresponderá al actuario involucrado, con base en su mejor juicio y criterio, la resolución de los casos no previstos o de aquellos para los cuales este estándar no se considere aplicable.

“En todo momento, el actuario procurará comprender y atender el espíritu y propósito general del estándar, lo cual significa que no necesariamente se requiere su aplicación estricta, al pie de la letra, para darle cumplimiento.

**“1.3 Fecha de aplicación.-** 1o. de enero de 2004.

**“Sección 2.****“Antecedentes y situación actual**

“La valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso de los seguros de largo plazo, depende de las obligaciones contraídas por las aseguradoras, de las primas de tarifa y de los gastos inherentes, así como del plazo de los contratos; este proceso constituye un factor determinante para la solvencia y rentabilidad del negocio, bajo un esquema de suficiencia.

“Los lineamientos que aquí se presentan están orientados a:

“Establecer los principios sobre los cuales se valúa una reserva de riesgos en curso suficiente.

“Definir los conceptos y elementos que deben ser considerados en su valuación.

“Señalar las características generales que deben tener los procedimientos actuariales válidos para la valuación de una reserva de riesgos en curso.

“Definir la información con la que se debe contar para sustentar la reserva de riesgos en curso suficiente, así como los requerimientos mínimos para garantizar que se cumplen con los principios establecidos en estos estándares.

“Es importante mencionar que históricamente, en México, el proceso de valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, se ha realizado con base en fórmulas establecidas en la normatividad vigente y que se pretende introducir un cálculo de reservas suficientes que, tomando en cuenta la mencionada normatividad, se base primordialmente en el conocimiento, experiencia práctica y criterio del actuario responsable, apoyado fundamentalmente en la información estadística disponible para cada ramo y tipo de seguro. Al día de hoy se carece de algún documento técnico de carácter gremial para tal propósito, exceptuando la literatura actuarial de carácter general y aquellos documentos que han sido elaborados por asociaciones profesionales extranjeras y que se consideran aplicables en nuestro país.

“El grupo de trabajo reconoce que en el futuro deberán desarrollarse mejoras y estándares adicionales, para considerar otros aspectos específicos relacionados con la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso para los seguros de largo plazo.

**“Sección 3.****“Definiciones**

“Para efectos de la aplicación de los estándares de práctica actuarial para la valuación de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de largo plazo, se han definido los siguientes conceptos:

**“3.1 Cancelación.-** Terminación del contrato debido a una causa distinta de siniestro o vencimiento.

**“3.2 Costo de siniestralidad y otras obligaciones contractuales.-** Es el monto esperado a la fecha de la valuación, de los siniestros del riesgo en cuestión, así como el de otras obligaciones contractuales tales como: valores garantizados, dotales y rentas; todos los elementos anteriores deben actualizarse, en su caso, por la inflación o por los incrementos previstos en el contrato.

**“3.3 Costos de administración.-** Son los relativos a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera de seguros de largo plazo.

**“3.4 Costos de adquisición.-** Son los relacionados con la promoción y venta de los seguros, que incluyen comisiones a intermediarios, bonos, gastos por mercadotecnia y publicidad y otros gastos comprendidos dentro de este rubro.

**“3.5 Costo de Capital.-** Se refiere al interés o costo de oportunidad de los recursos adicionales que no provienen de la prima, que son necesarios para financiar la operación del seguro.

**“3.6 Costo neto de reaseguro.-** Diferencial entre los egresos e ingresos de la cedente respecto al reaseguro contratado.

**“3.7 Dotales.-** Monto a pagar al asegurado, cuando sobrevive a un plazo determinado.

**“3.8 Frecuencia.-** Medida relativa del número de siniestros que pueden ocurrir en un periodo determinado respecto al total de expuestos (probabilidad de ocurrencia).

**“3.9 Información confiable.-** Es aquella cuya fuente y forma de generación sea conocida, comprobable y veraz, o que sea generada y publicada por una institución reconocida a nivel nacional o internacional. Esta definición aplica tanto a la información que sirva de base para establecer supuestos, como a la de la cartera cuya reserva se está valuando.

**“3.10 Información homogénea.-** Se refiere a que los datos estadísticos utilizados para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deben corresponder a personas o unidades expuestas, en condiciones similares, a riesgos del mismo tipo.

**“3.11 Información suficiente.-** Aquella cuyo volumen de datos permite la aplicación de métodos estadísticos o modelos de credibilidad y que abarca todos los aspectos relacionados con la valoración del riesgo en cuestión, así como la valuación de la reserva de riesgos en curso correspondiente.

**“3.12 Margen de utilidad.-** Es la contribución marginal a la utilidad bruta general, que se haya definido para el ramo y tipo de seguro en cuestión, de conformidad con las políticas establecidas por la empresa que asumió el riesgo, incluyendo en su caso el costo del capital y el costo neto del reaseguro.

**“3.13 Nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso.-** Es el documento que describe la metodología y las bases aplicadas para la *valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso suficiente*, y en el que consta la aplicación del presente estándar de práctica actuarial. En este documento deben incluirse de manera específica: la definición clara y precisa del riesgo y de las obligaciones contractuales cubiertas, las características de la cartera a ser valuada, las definiciones, conceptos, hipótesis y procedimientos empleados y, en su caso, las estadísticas y datos utilizados en la valoración del riesgo y la valuación actuarial de la reserva, así como las fuentes de información y cualquier otro elemento necesario para fundamentar la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso.

**“3.14 Plazo de pago de primas de seguro.-** Número de años en que el contrato establece obligación de pago de primas.

**“3.15 Plazo de seguro.-** Duración de la cobertura principal amparada por el contrato.

**“3.16 Prima de tarifa.-** Monto necesario para cubrir un riesgo, comprendiendo los *costos esperados de siniestralidad y otras obligaciones contractuales, así como los de adquisición, de administración, y el margen de utilidad* previsto.

**“3.17 Principios actuariales.-** Teorías y conceptos fundamentales de uso y aplicación común en la práctica actuarial, que son generalmente aceptados y que se encuentran explicados y sustentados en la literatura nacional o internacional.

**“3.18 Procedimientos actuariales.-** Conjunto de métodos y técnicas, aplicables al problema de seguros que se pretende resolver y que son congruentes con los *principios actuariales*.

**“3.19 Productos financieros.-** Retorno o ingreso que la entidad que asume los riesgos de los contratos de seguro, espera obtener por la inversión de los recursos que respaldan la reserva de riesgos en curso y por los flujos libres que producirán los contratos.

**“3.20 Renta o Pensión.-** Pago periódico que se hace a un asegurado o beneficiario, a partir del momento en que se realiza el evento previsto en el contrato, por el tiempo establecido en el mismo.

**“3.21 Rescate.-** Valor en efectivo al que tiene derecho el asegurado a la cancelación del contrato.

**“3.22 Seguro de largo plazo.-** Es aquel en el que la aseguradora garantiza la continuidad del seguro, en las condiciones establecidas en el contrato, por un plazo mayor de un año y con tarifas máximas.

**“3.23 Severidad.-** Monto absoluto o valor relativo esperado de los siniestros a cargo de la aseguradora.

**“3.24 Siniestro.-** Ocurrencia de un evento fortuito, por el cual la aseguradora se obliga a indemnizar al asegurado o a sus beneficiarios.

**“3.25 Suma asegurada.-** Cantidad máxima que la aseguradora se obliga a cubrir en caso de siniestro o vencimiento del seguro.

**“3.26 Tasa de Caducidad.-** Medida anual de la frecuencia relativa con la que los asegurados suelen cancelar sus contratos, ya sea por rescate o por suspensión de pago de primas.

**“3.27 Tasa de Conservación.-** Medida anual de la frecuencia relativa con la que los asegurados renuevan o mantienen en vigor sus contratos, de un periodo a otro.

**“3.28 Tasa de Invalidez.-** Medida anual de la frecuencia relativa de los siniestros por incapacidad o invalidez.

**“3.29 Tasa de inversión.-** Es la tasa de interés que se utiliza para estimar los productos financieros.

**“3.30 Tasa de Morbilidad.-** Medida anual de la frecuencia relativa de los siniestros por enfermedad.

**“3.31 Tasa de Mortalidad.-** Medida anual de la frecuencia relativa de los siniestros por muerte.

**“3.32 Tasa técnica o de descuento para la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso.-** Es la tasa de interés que se utiliza para determinar el valor del dinero en el tiempo y es a la que se descuentan los flujos.

**“3.33 Valor garantizado.-** Monto que se puede obtener como valor en efectivo del contrato, y que se puede aplicar como rescate, préstamo, seguro prorrogado, seguro saldado, etc.

**“3.34 Valuación actuarial.-** Se refiere al procedimiento con el que se determina actuarialmente el valor de la reserva de riesgos en curso, de una cartera de seguros.

**“3.35 Vencimiento.-** Terminación del plazo de seguro.

#### **“Sección 4.**

##### **“Principios**

**“Principio 1.** La reserva de riesgos en curso debe ser igual, al valor presente esperado de los costos de siniestralidad y obligaciones contractuales y costos de administración, menos el valor presente esperado de las Primas de Tarifa futuras, netas de costos de adquisición, menos, en su caso los costos de adquisición diferidos.

**“Principio 2.** Los supuestos financieros de la valuación deben ser consistentes con los productos financieros que, con un grado razonable de certidumbre, generarán los activos que respaldan a las reservas, con objeto de garantizar suficiencia y solvencia.

**“Principio 3.** La valuación de la reserva de riesgos en curso debe reconocer las características de la cartera expuesta al riesgo.

“También debe tomar en cuenta la experiencia particular de grupos o colectividades específicas, con base en información estadística suficiente y confiable que sustente el comportamiento de la cartera.

“La experiencia histórica de los riesgos debe proporcionar una base útil y confiable para desarrollar una proyección razonable del futuro; sin embargo, también deberán considerarse otras variables externas, incluyendo aquellas que van más allá del ámbito de la propia aseguradora y de la industria de seguros.

**“Principio 4.** La reserva que se constituya deberá ser la mayor de las obtenidas aplicando diferentes escenarios de tasas de caducidad, y aquella que se haya obtenido sin considerar los efectos de la misma.

**“Principio 5.** La reserva de riesgos en curso deberá ser por lo menos igual a la cantidad que conforme a las condiciones contractuales, la institución esté obligada a devolver al asegurado en caso de cancelación del contrato.

#### **“Sección 5.**

##### **“Prácticas recomendadas**

**“5.1 Valuación de la Reserva de Riesgos en Curso.-** Se hará bajo la premisa de una operación de seguros en marcha, por toda la vida de los riesgos que integran la cartera, a menos que el actuario cuente con información que le haga suponer lo contrario. Se dice que una aseguradora es un negocio en marcha, cuando pretende y puede permanecer abierta a la captación de nuevos negocios.

“La valuación actuarial de la Reserva de Riesgos en Curso debe realizarse mediante un análisis prospectivo y explícito de los flujos de ingresos y egresos, considerando dentro de estos últimos las obligaciones contraídas por pago de siniestros, dotales, rentas, dividendos y rescates, así como los gastos de adquisición y administración inherentes a la operación de seguros, durante el plazo de vigencia de la póliza.

“La valuación actuarial de la Reserva de Riesgos en Curso debe contemplar hipótesis de todas las contingencias concretas y de otros factores inherentes a la cartera de riesgos en vigor, que puedan afectar significativamente, los flujos de efectivo previstos. La valuación de la Reserva de Riesgos en Curso deberá considerar la probabilidad de ocurrencia y la severidad de todas las obligaciones contempladas en los contratos de seguros.

“En la medida de lo posible, las hipótesis sobre eventos futuros deberán sustentarse en la experiencia pasada real, juzgando el grado en que dicha experiencia puede servir de base. Los supuestos deberán considerar un margen para desviaciones, que refleje el grado de incertidumbre de las hipótesis en cuestión, excluyendo el impacto por riesgos catastróficos y otras eventualidades atípicas de orden económico-financiero.

“Independientemente de los costos operativos y financieros, deberá considerarse el impacto de la cancelación prematura por falta de pago.

“En la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, deberán utilizarse supuestos sobre tasa de inversión y tasa técnica o de descuento, basados en criterios prudenciales que consideren las políticas y portafolios de inversión de la compañía, los riesgos asociados al mismo y tomen como referencia la tasa de libre de riesgo del mercado, así como las expectativas macroeconómicas de tasas de rendimiento futuras y la inflación.

“La valuación de la reserva de riesgos en curso debe sustentarse sobre bases actuariales y en la aplicación de procedimientos técnicos y estadísticos generalmente aceptados en el medio actuarial; sin embargo, el actuario siempre podrá aplicar su criterio, conocimiento y experiencia para ajustar o adecuar dichos procedimientos sobre bases razonables.

**“5.2 Revisión de supuestos.-** Periódicamente se deben revisar los supuestos considerados en la valuación de la reserva de riesgos en curso, en función de las variaciones en los elementos considerados, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Principio 3. En caso de que existan elementos suficientes para afirmar que el comportamiento de las variables y los parámetros básicos sufren variaciones significativas con respecto a los supuestos empleados en el cálculo, se deberán actualizar dichas hipótesis.

“La última valuación, deberá ser consistente con la información de las valuaciones anteriores, con los estados financieros, con la información de negocios en vigor y con los registros de movimientos de pólizas. También se deberá verificar que los supuestos y métodos sean aplicados correctamente en función de las obligaciones de las pólizas.

“Cualquier cambio en métodos o supuestos, deberá ser revelado y cuantificado por el actuario responsable.

**“5.3 Elementos adicionales.-** La valuación de la reserva de riesgos en curso puede incorporar también otros elementos relativos a la experiencia siniestral, las políticas de suscripción o variables del mercado o del entorno, entre otros, referidos al riesgo o a los costos asociados, siempre que se pueda estimar objetivamente su efecto.

“**5.4** Cuando los efectos de la tasa de caducidad sean significativos y tengan un efecto de incremento en la reserva obtenida sin considerar dicha caducidad, éstos deberán ser considerados en la evaluación de la experiencia histórica de los riesgos y en el establecimiento de los supuestos actuariales que permitan al actuario realizar una proyección razonable del futuro. En este caso, se deberán utilizar varios escenarios de caducidad, los cuales deberán tener en cuenta las características de los contratos y la experiencia del mercado.

## “Sección 6.

### “Otras Recomendaciones

**“6.1 Congruencia.-** En todo momento, el actuario deberá vigilar que haya congruencia entre la cartera en vigor y la valuada; de no ser así, o en caso de que no le sea posible cumplir con esta responsabilidad, deberá revelarlo conforme a las políticas, normas y procedimientos aplicables.

**“6.2 Documentación.-** La nota técnica, los resultados de la valuación y cualquier otra documentación relacionada con ella, así como los procedimientos aplicados por el actuario, en apego al presente estándar, deben ser resguardados por la entidad que la aplique y estar disponibles para fines de consulta, seguimiento y auditoría.”

## ANEXO 7.8.1

**BASES TECNICAS PARA LA DETERMINACION DE LA PRIMA DE RIESGO DE LOS SEGUROS DE HURACAN Y/U OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLOGICOS**

El presente documento presenta los fundamentos técnicos para la estimación de la prima de riesgo asociada a carteras de bienes asegurados contra daños producidos por huracán y otros riesgos hidrometeorológicos.

**1. Peligros hidrometeorológicos en México**

La estimación de las pérdidas asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos se realiza a través de perturbaciones de las trayectorias de los huracanes históricos o de la simulación de eventos para el caso de granizo, inundación, maremoto, lluvia local y viento no huracanado. Estos huracanes perturbados o eventos simulados generan mapas de peligro o amenaza que junto con la evaluación de la vulnerabilidad de cada una de las construcciones de la cartera permite obtener el valor de las pérdidas.

En este capítulo se describen las variables que definen el peligro de cada uno de los fenómenos hidrometeorológicos considerados, así como la forma de generar las perturbaciones y eventos simulados.

**1.1 Marea de Tormenta**

Para determinar la sobre elevación del agua por marea de tormenta,  $\eta$ , se emplea la ecuación simplificada:

$$\eta = \frac{P_a}{100} + \frac{Kw^2x}{g(h-\eta)} \ln\left(\frac{h}{\eta}\right) \quad (1.1)$$

donde  $P_a$  [mb] es el gradiente de presión atmosférica en el punto de evaluación (playa) respecto a la presión normal,  $x$  [m] es la distancia entre la pared del huracán y el sitio de interés (playa),  $w$  es el componente normal de velocidad del viento a la playa en m/s,  $g$  [m/s<sup>2</sup>] es la aceleración de la gravedad,  $h$  [m] es la profundidad del mar en el ojo del huracán (si la profundidad es mayor a 200 m se toma este valor como umbral) y  $K$  es el coeficiente de arrastre del aire dado por:

$$K = \frac{\rho_{aire}}{\rho_{agua}} C_D \quad (1.2)$$

donde  $\rho_{aire}$  y  $\rho_{agua}$  son los pesos específicos relativos del aire y del agua, respectivamente, y  $C_D$  es un coeficiente cuyo valor está entre  $2 \times 10^{-6}$  a  $9 \times 10^{-6}$  (para el caso de huracanes se emplea  $9 \times 10^{-6}$ ).

**1.2 Viento**

Viento generado por huracanes

Para determinar la velocidad máxima en el sitio de interés asociada a cada huracán se emplea un modelo paramétrico de viento que depende de la posición del ojo del huracán, de la presión central,  $P_0$  [mb], y del radio ciclostrofico,  $R$  [km]. Los dos primeros parámetros se encuentran en los boletines climatológicos; el radio ciclostrofico se calcula como:

$$R = 0.4785P_0 - 413.01 \quad (1.3)$$

Hasta 1979 en algunos reportes meteorológicos se omitió la presión central. En estos casos se emplearon las siguientes ecuaciones para su cálculo:

$$P_0 = 1019.08 - 0.182V_v - 0.0007175V_v^2 \quad (\text{Océano Atlántico}) \quad (1.4)$$

$$P_0 = 1017.45 - 0.1437V_v - 0.00088V_v^2 \quad (\text{Océano Pacífico}) \quad (1.5)$$

En donde  $V_v$  [km/h] es la velocidad máxima de viento sostenida contenida en los boletines meteorológicos.

El modelo paramétrico calcula, primero, para un huracán en movimiento, la velocidad del viento sostenida promediada cada ocho minutos,  $V_m$  [km/h], en el sitio de interés ubicado a la distancia  $r$  [km] del centro del huracán, evaluada a diez metros sobre el nivel del mar:

$$V_m = 0.886(F_v U_R + 0.5V_F \cos(\theta + \beta)) \quad (1.6)$$

donde  $V_F$  [km/h] es la velocidad de desplazamiento del huracán,  $\theta + \beta$  es el ángulo formado por la dirección de desplazamiento del huracán y el punto de interés a la distancia  $r$ ,  $U_R$  [km/h] es el máximo gradiente de vientos para un huracán en estado estacionario que se calcula como:

$$U_R = 21.8\sqrt{P_N - P_o} - 0.5fR \quad (1.7)$$

donde  $P_N$  es la presión normal (igual a 1013 mb) y  $f$  es el parámetro de la fuerza de Coriolis,

$$f = 2\omega \sin \phi \quad (1.8)$$

donde  $\omega \approx 0.2618 \text{ rad/hr}$  es la velocidad angular de la tierra, y  $\phi$  es la latitud,

$$F_V = Ur/U_R \quad (1.9)$$

es un factor de amortiguamiento o la relación de la velocidad de viento a la distancia  $r$  entre el máximo gradiente de vientos (en la pared del huracán), y se aproxima mediante el siguiente polinomio:

$$\log_{10}(F_V) = aX + bX^2 + cX^3 + dX^4 \quad (1.10)$$

donde

$$X = \log_{10}(r/R) \quad (1.11)$$

y  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  son coeficientes que se obtienen de la Tabla 1.1 y están en función de  $X$  y del número de Coriolis ciclostrofico,

$$Nc = \frac{fR}{U_r} \quad (1.12)$$

Tabla 1.1 Parámetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  para el cálculo de la expresión (1.1)

	$X \leq 0$	$X > 0$	
		$Nc \leq 0.005$	$Nc > 0.005$
$a$	-0.233	$0.033 - 16.1Nc + 161.9Nc^2$	$-0.175 - 0.76Nc + 11.7Nc^2 - 28.1Nc^3 + 17Nc^4$
$b$	-12.91	$-0.43 + 38.9Nc - 316Nc^2$	$0.235 + 2.71Nc - 67.6Nc^2 + 189Nc^3 - 155Nc^4$
$c$	-19.38	$0.113 - 28.6Nc + 71.1Nc^2$	$-0.468 - 9Nc + 87.8Nc^2 - 224Nc^3 + 183Nc^4$
$d$	-8.311	$1.818Nc + 80.6Nc^2$	$0.082 + 3.33Nc - 26Nc^2 + 63.8Nc^3 - 51.4Nc^4$

El modelo descrito previamente nos permite calcular la velocidad de viento a 10 m sobre la superficie del mar y promediada a cada ocho minutos, por lo que es necesario realizar correcciones para estimar la velocidad de viento promediada cada minuto ( $V_C$  [km/h]), tal como se reporta en los boletines meteorológicos. Para ello se utilizan las siguientes expresiones:

$$V_c = 0.0012V_m^2 + 1.1114V_m \quad (\text{Océano Atlántico}) \quad (1.13)$$

$$V_c = 0.002V_m^2 + 0.9953V_m \quad (\text{Océano Pacífico}) \quad (1.14)$$

Con el objetivo de tomar en cuenta la variación de la velocidad de viento en tierra, se calculó una expresión que permite reproducir la velocidad de viento registrada en las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) de la Comisión Nacional del Agua (CNA) (promediada a cada 5 segundos) a partir de la velocidad de viento calculada con el modelo paramétrico. La expresión obtenida es la siguiente:

$$V_v = V_c \exp(-0.0043r) \quad (1.15)$$

Para las trayectorias de los huracanes que ingresan a territorio nacional cuyo ojo se localice en tierra firme por arriba de los 200 metros de elevación del terreno, la velocidad obtenida con la ecuación 1.15 debe corregirse con un factor de atenuación de la velocidad que considere el efecto de las montañas y cordilleras,  $F_M$ , para ello se debe emplear una expresión empírica que tome en cuenta las características de elevación del terreno.

Para calcular la velocidad de viento para una ubicación tomando en cuenta el efecto de las montañas y cordilleras, de la fricción con la superficie del terreno y la topografía local, se emplea la siguiente expresión:

$$V = F_M F_T F_\alpha V_v \quad (1.16)$$

donde  $F_M$  es el factor de montañas y cordilleras,  $F_T$  es el factor de topografía local indicado en la Tabla 1.2 y

$$F_\alpha = F_c F_{rz} \quad (1.17)$$

es el factor que toma en cuenta tanto el tamaño de la construcción, dado por  $F_c$  (que varía de 0.9 a 1.0), como la variación de la velocidad con la altura dada por  $F_{rz}$ :

$$F_{rz} = 1.56 \left( \frac{10}{\delta} \right)^\alpha \quad \text{si } Z \leq 10$$

$$F_{rz} = 1.56 \left( \frac{Z}{\delta} \right)^\alpha \quad \text{si } 10 < Z < \delta \quad (1.18)$$

$$F_{rz} = 1.56 \quad \text{si } Z \geq \delta$$

donde  $Z$  [m] es la altura a la cual se desea determinar la velocidad y  $\alpha$  y  $\delta$  son constantes para los tipos de terreno más representativos de nuestro país contenidos en la Tabla 1.3.

**Tabla 1.2 Factor de topografía**

Sitio	Topografía	$F_T$
Protegido	Valles cerrados	0.8
Plano	Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores que 5%	1.0
Expuesto	Cimas de promontorios, colinas o montañas, islas, terrenos con pendientes mayores que 5%	1.2

**Tabla 1.3 Valores de  $\alpha$  y  $\delta$  para los tipos de terreno más comunes en México**

Tipo	Descripción	$\alpha$	$\delta$ (m)
1	<b>Campo abierto plano</b> (terreno abierto, prácticamente plano y sin obstrucciones, tal como franjas costeras planas, zonas de pantanos, campos aéreos, pastizales, tierras de cultivo sin bardas alrededor y superficies nevadas planas)	0.099	245
2	<b>Arboles o construcciones dispersas</b> (campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones tales como bardas, árboles y construcciones dispersas)	0.128	315
3	<b>Arbolado, lomeríos, barrio residencial</b> (terreno cubierto por numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas, por ejemplo áreas urbanas, suburbanas y de bosques; el tamaño de las construcciones corresponde al de casas y viviendas)	0.156	390
4	<b>Muy accidentada, centro de ciudad</b> (terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas como el centro de grandes ciudades y complejos industriales bien desarrollados)	0.170	455

#### Viento generado por otros fenómenos hidrometeorológicos

Siguiendo los mismos criterios que para vientos generados por huracanes, se generan eventos que reproducen los datos de vientos históricos de las estaciones climatológicas. Estos eventos son importantes tanto para reproducir vientos de baja magnitud pero de alta frecuencia en zona de huracanes como para reproducir el campo de viento total en las otras zonas del país.

### 1.3 Lluvia local

Es el peligro causado por exceso de lluvia sin que esté relacionado con el desborde de ríos o embalses; se debe a que el escurrimiento y drenaje locales son incapaces de absorber la lluvia produciéndose inundaciones locales de pequeña magnitud.

#### Lluvia local generada por huracanes

Para determinar la precipitación ocasionada por huracán se emplea la expresión empírica siguiente:

$$P_{10} = FCv \cdot \left[ \frac{a_1}{1 + b_1 \cdot \text{Exp}(c_1 \cdot R)} \right] \quad \text{si } R \leq 37$$

$$P_{10} = FCv \cdot [a_2 + b_2 \cdot \text{Exp}(c_2 R^{d_2})] \quad \text{si } 37 < R \leq 230$$

$$P_{10} = FCv \cdot (a_3 + b_3 \cdot R) \quad \text{si } R > 230$$
(1.19)

donde  $P_{10}$  [mm] es la precipitación promedio de 10 minutos,  $R$  [km] es la distancia del centro del huracán al punto de interés, los parámetros  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ,  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$ ,  $d_2$ ,  $a_3$  y  $b_3$  son factores de ajuste del modelo y  $FCv$  es el factor de corrección que toma en cuenta la intensidad del huracán mediante la velocidad que se obtiene como:

$$FCv = \frac{a}{[1 + \text{Exp}(b - c \cdot Vv)]^{1/d}}$$
(1.20)

donde  $Vv$  [m/s] es la velocidad máxima del viento del huracán y los parámetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  son factores de ajuste los cuales se han obtenido de calibraciones con los registros de lluvia disponibles.

Para la determinación de la lámina de inundación por lluvia local se toman en cuenta de manera aproximada el escurrimiento e infiltración del suelo, la topografía local y el drenaje urbano.

### 1.4 Maremoto

La historia de la sismicidad en México indica que los sismos con potencial tsunamigénico para la costa occidental tienen magnitud mayor que siete y son los que ocurren en la zona de contacto interplaca localizada entre la costa y la Trinchera Mesoamericana (Figura 1.1).

Para la determinación de las áreas de inundación costera y sus respectivas alturas de ola se emplean modelos de propagación de ondas en aguas someras para los cuales se divide el problema en dos procesos: el de generación y el de propagación y arribo.

#### *Generación*

La condición inicial del tsunami consiste en prescribir una deformación vertical instantánea de la superficie del mar suponiendo que ésta es igual a la deformación vertical cosísmica del lecho marino. Para ello se usan modelos de ruptura sísmica, que deben considerar parámetros de rigidez del material en la falla, área de ruptura y dislocación de la falla.



**Figura 1.1** Zonas de sismos tsunamigénicos en México

**Propagación y arribo**

Para la altura máxima de ola se empleó el modelo no-lineal de propagación resultado de la aplicación de las ecuaciones de movimiento no-lineales para aguas someras integradas verticalmente (ecuaciones 1.21 y 1.22) y la ecuación de continuidad (ecuación 1.23) sin el término de efecto Coriolis:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{U^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{UV}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gm^2}{D^{7/3}} U \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (1.21)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{UV}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{V^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gm^2}{D^{7/3}} V \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (1.22)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (1.23)$$

Donde  $\eta$  representa el desplazamiento vertical de la superficie del agua respecto al nivel en reposo,  $g$  es la aceleración gravitacional,  $D = (\eta + h)$  representa la profundidad instantánea de la columna de agua donde  $h$  es la profundidad media,  $U$  y  $V$  son los gastos en las direcciones longitudinal ( $x$ ) y latitudinal ( $y$ ), respectivamente, y  $m$  es el parámetro de rugosidad de Manning (se considera constante e igual a 0.025).

Para simular adecuadamente la altura del tsunami en la costa y su penetración tierra adentro es necesario incluir los términos no lineales en el conjunto de ecuaciones 1.21 a 1.23. La inclusión de estos términos requiere de una batimetría de alta resolución costera, misma que no está disponible a la fecha para la mayor parte de la costa occidental de México. Por ello, se obtuvo una aproximación de la altura del tsunami en la costa,  $\eta_2$ , a partir de la altura del tsunami calculada para la isóbata de 100, aplicando la ecuación siguiente:

$$\eta_2 = \eta_1 \left( \frac{h_1}{h_2} \right)^{1/4} \quad (1.24)$$

donde  $\eta_1$  es la altura del tsunami aguas adentro sobre la isóbata 100,  $h_1$  es la profundidad aguas adentro y  $h_2$  es la profundidad cerca de la costa.

La solución se obtuvo resolviendo analíticamente la ecuación de onda para una ola que se propaga en una batimetría con pendiente constante. En este caso la ecuación 1.24 queda en función de un factor de amplificación:  $\eta_2 = 2.73 \eta_1$ .

**1.5 Modelo de Granizo**

Se establece como medida de la intensidad de una tormenta de granizo la energía cinética por unidad de área. Esto corresponde a una medida tanto de la velocidad con que cae el granizo como de su tamaño.

Dado que no existe una manera directa de medir la energía cinética muchos estudios han propuesto relaciones de esta medida con otras más fáciles de determinar. Es posible establecer relaciones de la energía cinética con la reflectividad captada durante una tormenta por un radar Doppler. De acuerdo con estos estudios al determinar mapas de reflectividad,  $Z$  [ $\text{mm}^6\text{m}^{-3}$ ], se puede obtener el flujo de energía cinética,  $\dot{E}$ , empleando la siguiente relación empírica:

$$\dot{E}(x, y, t) = 5 \times 10^{-6} \times Z^{0.84} \left( J / m^2 s \right) \quad (1.25)$$

La energía cinética,  $E_k$  [ $\text{Jm}^{-2}$ ], se obtiene integrando la ecuación (1.25):

$$E_k = \int_{t_0}^{t_1} \int_{y_0}^{y_1} \int_{x_0}^{x_1} \dot{E}(x, y, t) dx dy dt \quad (1.26)$$

donde  $t_0$  y  $t_1$  son los instantes de inicio y final de la tormenta, y  $x_0$ ,  $x_1$  y  $y_0$ ,  $y_1$  son los elementos del radar en una resolución de 0.5x0.5 km.

La curva de excedencia de intensidad se puede representar de la siguiente manera:

$$\lambda(E) = \begin{cases} \lambda_0 e^{-\frac{E-E_0}{\alpha}} & \text{si } E_0 \leq E < E_U \\ \lambda_0 e^{-\frac{E_U-E_0}{\alpha}} & \text{si } E \geq E_U \end{cases} \quad (1.27)$$

donde  $\lambda_0$  es la tasa de excedencia anual de  $E_0$ , que es la mínima intensidad,  $E_U$  es la intensidad máxima posible, y  $\alpha$  es un parámetro que para el caso de México es  $\alpha = 79.5$ .

Las tormentas de granizo usualmente se extienden unos cuantos kilómetros cuadrados, casi siempre menos que la extensión de los municipios que afecta. En ese sentido es necesario considerar una atenuación de la intensidad de las tormentas de granizo en función de la distancia de manera que se pueda determinar un área de influencia. Se aplicó la siguiente función de atenuación de la intensidad

$$E(r) = E_{k0} \cdot \text{Exp}(-kr^h) \quad (1.28)$$

que es una función decreciente con tasa exponencial donde  $E_{k0}$  es la intensidad en el centro de la tormenta (la máxima),  $r$  es la distancia del punto donde nos interesa conocer la intensidad respecto del centro de la tormenta, y  $k$  y  $h$  son parámetros que determinan el perfil de la curva.

### 1.6 Modelo de Inundación

El peligro de inundación por exceso de lluvia se relaciona directamente con la precipitación pluvial en la cuenca donde se ubica el inmueble asegurado y las características de la topografía del terreno circundante. Por lo tanto, el procedimiento utilizado para determinar los escurrimientos a partir de la precipitación que los origina está basado en un modelo de lluvia-escurrimiento; así, la secuencia metodológica del sistema de estimación de riesgo por inundación divide la evaluación del peligro en un análisis hidrológico y en otro hidráulico.

El análisis hidrológico incluye el estudio de la precipitación en la cuenca donde se localiza el inmueble asegurado y su relación con el escurrimiento que habrá de concentrarse en las obras de drenaje o las corrientes naturales. El análisis hidráulico se refiere al comportamiento en el tiempo del caudal obtenido con el análisis hidrológico, al transitar por el drenaje o los cauces fluviales.

Para conocer la cantidad de precipitación en una cuenca dado un escenario de lluvia, se calcula la media aritmética de las alturas de precipitación,  $P_m$ ,

$$P_m = \frac{1}{A} \int_A P(x, y) dA \quad (1.29)$$

donde  $P(x, y)$  es la precipitación por unidad de área y  $A$  es el área de la cuenca analizada.

El volumen de precipitación que sobrepasa la capacidad de la sección de un cauce natural dado un escenario de lluvia, se derramará hacia la llanura circundante al punto de desbordamiento, dando lugar a una inundación que afectará los inmuebles localizados en el sitio. Este volumen de inundación se calcula con la diferencia entre el gasto que escurre hasta un punto analizado en el cauce del río, y el gasto que puede fluir por la sección del cauce natural dadas sus propiedades geométricas.

El gasto que escurre hasta un punto analizado en el cauce del río se calcula de la siguiente manera:

$$Q_p = \frac{2V_{ed}}{t_b} \quad (1.30)$$

donde:  $Q_p$  es el gasto de pico que escurrirá hacia el punto analizado en el cauce del río;  $V_{ed}$  es el volumen de escurrimiento directo en el punto analizado, el cual depende del coeficiente de escurrimiento para el área drenada y el área de la cuenca;  $t_b$  es el tiempo de base para el hidrograma unitario que contiene el gasto pico.

El gasto que puede fluir por la sección de un cauce natural dada su geometría, se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot R_{Rio}^{2/3} \cdot A_{Rio} \quad (1.31)$$

donde  $n$  es el coeficiente de rugosidad de Manning,  $S$  es la pendiente longitudinal del cauce,  $R_{Rio}$  es el radio hidráulico y  $A_{Rio}$  es el área de la sección transversal.

La diferencia entre los gastos calculados con las ecuaciones 1.30 y 1.31 corresponde al gasto en exceso que sobrepasa la capacidad de la sección del cauce natural y que ocasionará inundación en el terreno circundante.

Para determinar el área de terreno inundada durante un escenario de lluvia y el tirante de inundación, se emplean ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento y continuidad; en ellas las velocidades corresponden a su valor promedio en la vertical.

Las ecuaciones dinámicas que describen la conservación de cantidad de movimiento son:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{n^2 |u| u}{h^{\frac{4}{3}}} = -\frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial x} \quad (1.32)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{n^2 |v| v}{h^{\frac{4}{3}}} = -\frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial y} \quad (1.33)$$

en donde  $u$  y  $v$  son las componentes de la velocidad en las direcciones  $x$  y  $y$  respectivamente,  $n$  es el coeficiente de rugosidad según la fórmula de Manning,  $h$  es el nivel de la superficie libre del agua con respecto al nivel del terreno natural y  $t$  es el tiempo.

El principio de la conservación de masa (ecuación de continuidad) en dos dimensiones horizontales establece que:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} u h + \frac{\partial}{\partial y} v h = 0 \quad (1.34)$$

El área (en proyección horizontal) de la llanura a inundarse se divide en celdas de forma rectangular de largo  $\Delta x$  y ancho  $\Delta y$ . Para calcular el flujo de agua en una planicie de inundación se debe resolver el sistema de ecuaciones diferenciales formado por las expresiones 1.32, 1.33 y 1.34 considerando condiciones iniciales y de frontera.

### 1.7 Escenarios o eventos

Para poder realizar correctamente los cálculos de las distribuciones de probabilidad de pérdida se debe recurrir al concepto de "evento". Los eventos están constituidos por el paso de huracanes, tormentas y otras amenazas.

#### Simulación de Huracanes para estimar pérdidas

El registro de huracanes que han afectado nuestro país data de finales del siglo XIX. Sin embargo, no es sino hasta mediados del siglo XX que se dispone de registros de sus trayectorias completas y de parámetros indicativos de su severidad, tales como la presión barométrica en el ojo o la velocidad ciclostrofica. En estas condiciones, la base de datos útiles de huracanes es limitada por lo que fue necesario extenderla, mediante la generación (simulación) de huracanes artificiales. Conviene señalar que, en el futuro, la base de datos de huracanes históricos se deberá complementar con los nuevos eventos de cada año a medida que se vayan registrando.

Para generar huracanes artificiales, se debe utilizar el método de perturbar las trayectorias de huracanes reales que hayan sido correctamente registrados.

Para simular la trayectoria del huracán artificial se debe precisar la posición del ojo mediante sus coordenadas geográficas de longitud y latitud,  $x_S(t_k)$  y  $y_S(t_k)$ , respectivamente, en cada instante de tiempo  $k$ . El proceso de simulación se debe realizar con la siguiente expresión, aplicable al caso de la longitud, y con un procedimiento similar para el caso de latitud:

$$x_S(t_{k+1}) = x_S(t_k) + \Delta X_{k,k+1} + e \quad (1.35)$$

donde  $x_S(t_{k+1})$  es la longitud en el instante  $k+1$ ,  $x_S(t_k)$  es la longitud en el instante  $k$ ,  $\Delta X_{k,k+1}$  es el incremento observado entre los instantes  $k$  y  $k+1$  y  $e$  es una variable aleatoria con distribución normal de media cero y desviación estándar  $\sigma = 0.5^\circ$ . Este valor de desviación se obtuvo a partir de todos los huracanes perturbados y de comparar los resultados arrojados por el modelo de viento con los datos de todas las estaciones climatológicas, dado que no hay datos para comparar elevaciones de marea. Con esto asumimos que si los huracanes simulados reproducen adecuadamente las observaciones de viento es de esperarse que sean también adecuados para marea de tormenta.

## 2. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o propensión de los bienes expuestos a ser dañados por el efecto de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad se expresa en términos del valor de reparación del daño causado a un sistema expuesto, normalizado con respecto al costo de la reconstrucción total. En vista de esto, la función de vulnerabilidad toma valores entre cero y uno.

## 2.1 Daño esperado dada la intensidad

### Viento

La forma general de las funciones de vulnerabilidad utilizadas para obtener el valor esperado de la pérdida por viento,  $\beta$ , dada una intensidad  $V$ , está dada por:

$$E[\beta | V] = 1 - 0.5 \left( \frac{V}{\gamma} \right)^\rho \quad (2.1)$$

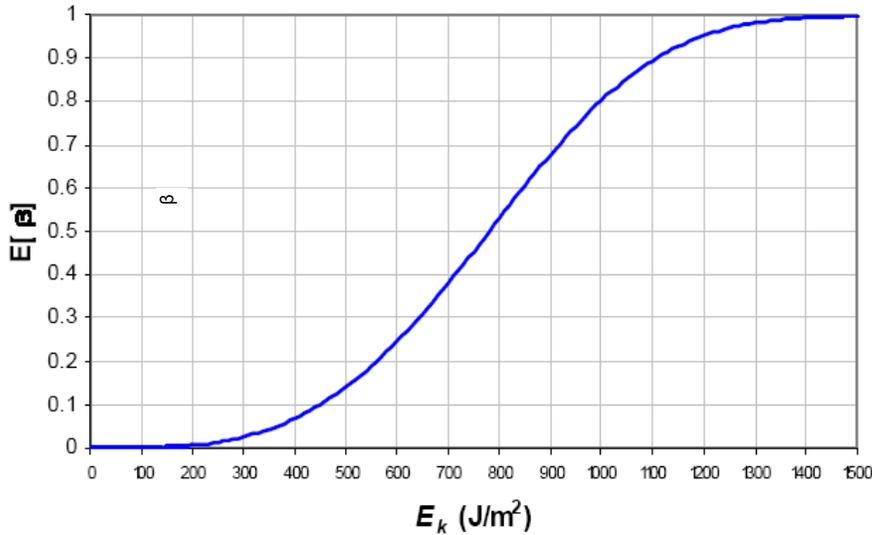
donde  $V$  [km/h] es la velocidad del viento y  $\gamma$  y  $\rho$  son los parámetros que definen la forma de las funciones de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales considerando sus distintas características. El valor de estos parámetros está sujeto a modificaciones y ajustes en la medida en que se conozca mejor el comportamiento de los diferentes sistemas estructurales y sus contenidos ante la acción del viento.

### Granizo

Se usa la misma forma general de la función de vulnerabilidad que para viento:

$$E[\beta | E_k] = 1 - 0.5 \left( \frac{E_k}{\gamma} \right)^\rho \quad (2.2)$$

donde  $E_k$  representa la energía cinética y  $\gamma$  y  $\rho$  son los parámetros que definen la forma de las funciones de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales. En la Figura 2.1 se presenta un ejemplo de este tipo de funciones para el caso de granizo. Al igual que para viento, estos parámetros deberán modificarse en la medida en que se tenga información y se conozca mejor el comportamiento de los diferentes sistemas estructurales y sus contenidos ante la acción del granizo.



**Figura 2.1** Función de vulnerabilidad tipo para edificios y contenidos

### Marea de tormenta, lluvia, inundación y maremoto

Para inmuebles de un solo nivel, la expresión que representa el valor esperado de daño por inundación cualquiera que sea la causa es la siguiente función:

$$E(\beta | T) = aT^3 + bT^2 + cT \quad (2.3)$$

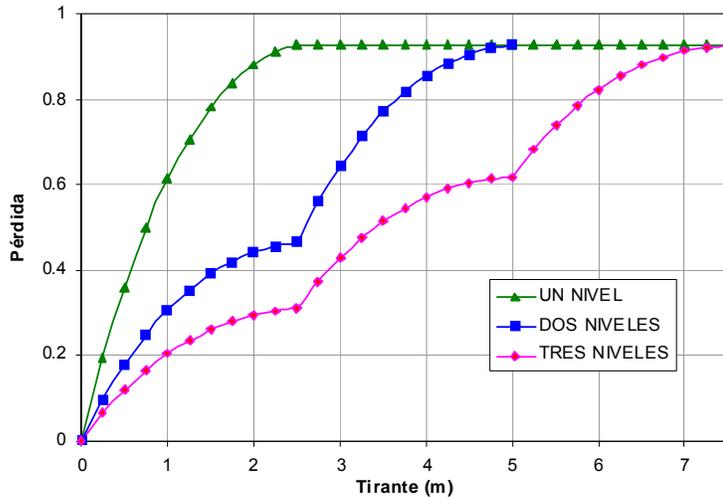
donde  $T$  [m] es el tirante de inundación para el sitio analizado y  $a$ ,  $b$ , y  $c$  son constantes que definen la función para diferentes tipos de usos.

Para inmuebles de varios niveles, se extrapoló la función de daño anterior suponiendo que los valores y la densidad de contenidos se mantendrán constantes con el número de niveles. De esta forma se obtuvo una expresión general para cualquier número de niveles y para cualquier tirante de inundación:

$$E(\beta | T) = \frac{\delta_{N1\max}(N_{st} - 1) + \delta_{N1T}}{N_T} \quad (2.4)$$

donde  $\delta_{N1_{max}}$  es el daño calculado usando la ecuación (2.3) para tirante máximo,  $\delta_{N1T}$  es el daño calculado con la misma ecuación para un tirante  $T$  sobre los niveles completamente inundados,  $N_T$  es el número total de niveles y  $N_{st}$  es el nivel donde se encuentra la superficie de inundación del agua,

Con la aplicación de la ecuación (2.4) se obtuvieron las curvas de daño para cualquier número de niveles en función de las curvas obtenidas para un nivel. Al igual que la expresión para un nivel, esta ecuación tiene como límite de aplicación la altura máxima del inmueble y a partir de este valor la pérdida es constante. En la Figura 2.2 se muestra un ejemplo de las funciones para uno, dos y tres niveles de un hotel tipo.



**Figura 2.2** Función de vulnerabilidad ante inundación para un hotel tipo de uno, dos y tres niveles

**2.2 Densidad de probabilidad del daño en una edificación**

Se considera que las relaciones de vulnerabilidad no son deterministas, por lo que se supuso que, dada una intensidad de viento, granizo o cualquier tipo de inundación, el daño bruto  $\beta$  es una variable aleatoria cuyo valor esperado (el valor medio) está dado por las ecuaciones de la sección anterior. La densidad de probabilidades del daño en la estructura se supondrá de tipo Beta, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$p_{\beta}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \tag{2.5}$$

donde  $a$  y  $b$  son parámetros que pueden calcularse a partir de la media y el coeficiente de variación del daño,  $C(\beta)$ , de la siguiente manera:

$$a = \frac{1 - E(\beta) - E(\beta)C^2(\beta)}{C^2(\beta)} \tag{2.6}$$

$$b = a \left[ \frac{1 - E(\beta)}{E(\beta)} \right] \tag{2.7}$$

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta)}{E^2(\beta)} \tag{2.8}$$

donde  $\sigma_{\beta}^2(\beta)$  es la varianza de la pérdida.

Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total, la dispersión es también nula.

Se utilizó para calcular la varianza condicional de la pérdida la siguiente expresión:

$$\sigma_{\beta}^2(\beta) = Q(E(\beta)) r^{-1} (1 - E(\beta)) s^{-1} \tag{2.9}$$

donde

$$Q = \frac{V_{\max}}{D_0^{r-1} (1-D_0)^{s-1}} \quad (2.10)$$

$$s = \frac{r-1}{D_0} - r + 2 \quad (2.11)$$

$V_{\max}$ ,  $D_0$  y  $r$  son parámetros que dependen del tipo estructural:  $V_{\max}$  es la varianza máxima y  $D_0$  es el nivel de daño para el que ocurre esta varianza máxima.

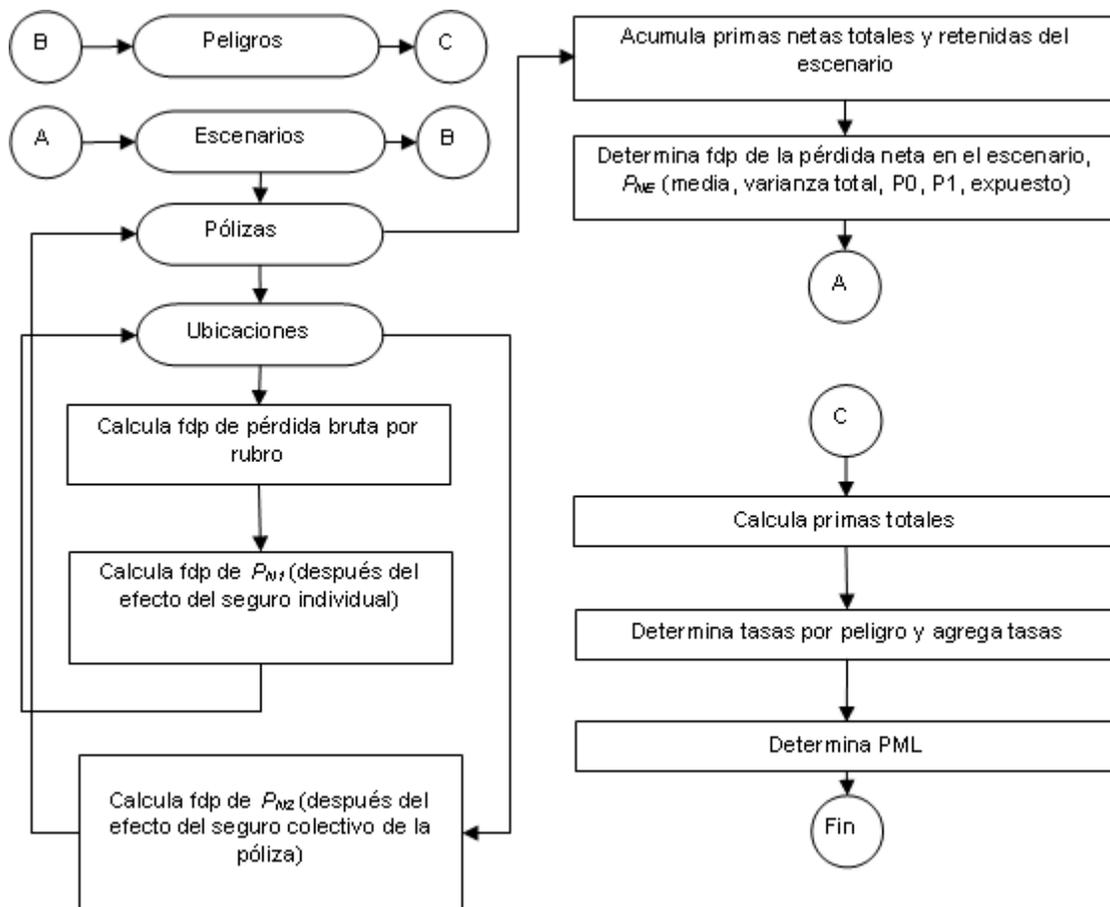
Una vez determinados  $E(\beta)$  y  $\sigma^2(\beta)$  queda completamente definida la distribución de probabilidades del daño bruto de una edificación.

### 3. Estimación de pérdidas para fines de seguros

#### 3.1 Conceptos generales

En esta sección se describen los conceptos generales de los procedimientos para evaluar pérdidas netas en carteras de compañías de seguros sometidas a la acción de varios peligros.

El esquema general de cálculo se describe en el siguiente diagrama de flujo. En los incisos siguientes se presentarán los procedimientos para llevar a cabo los cálculos que se indican en el diagrama. El ciclo más externo del diagrama corresponde a cada uno de los peligros considerados; le siguen los escenarios de cada peligro, las pólizas y por último las ubicaciones. Para estas últimas se calculan las funciones de distribución de pérdida (fdp) bruta y neta ( $P_{N1}$ ); en ciclos más externos se obtiene la correspondiente fdp para pólizas colectivas ( $P_{N2}$ ) y para cada escenario ( $P_{NE}$ ), mismas que se utilizan para determinar las pérdidas asociadas a toda la cartera.



**Figura 3.1** Diagrama de flujo general del cálculo de pérdidas ante múltiples fenómenos hidrometeorológicos

Se supone que, como se ha señalado, cada peligro hidrometeorológico se encuentra caracterizado por diversos *escenarios o eventos*, cada uno de ellos con una probabilidad anual de ocurrencia. En general, cada peligro se considera de manera independiente, salvo el caso de huracanes donde se producen tres tipos de pérdidas simultáneas: viento, marea de tormenta e inundación local por lluvia (sin considerar inundación por desborde de ríos, lagunas o presas).

La cartera de una compañía de seguros estará, en general, formada por una o más pólizas, y cada póliza por una o más ubicaciones. En la siguiente sección se describen los tipos de póliza considerados, dependiendo de las modalidades de operación del seguro en cada uno de ellos.

### 3.2 Tipos de póliza considerados

Como ya se indicó en el inciso 3.1, los cálculos sobre las pólizas deben realizarse para cada uno de los escenarios de todos los peligros y cada uno de los escenarios del mismo.

#### 3.2.1 Pólizas individuales

Se trata del caso más común y más simple: a cada póliza corresponde una sola ubicación, por lo que el proceso de ajuste de las pérdidas se lleva a cabo individualmente para cada inmueble en cada uno de los cuatro rubros (edificio, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso). El proceso de ajuste de las pérdidas, es decir, el proceso mediante el que se calcula la pérdida neta total para la compañía de seguros asociada a la póliza, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta por rubro para cada ubicación.
- 2) Se determina la pérdida neta por rubro en cada ubicación mediante la aplicación del efecto del deducible, coaseguro, límite de primer riesgo y retención individual correspondientes a cada rubro. Se hace notar que la retención es única, es decir, el porcentaje de retención es igual para todos los rubros.
- 3) Se suman las pérdidas netas para todas las ubicaciones y rubros.

#### 3.2.2 Pólizas colectivas agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que ampara a un grupo de ubicaciones probablemente numeroso y disperso geográficamente. No existen, en este tipo de póliza, deducibles, coaseguros, retenciones o límites de primer riesgo individuales ni por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se suman las pérdidas brutas de todas las ubicaciones y rubros amparadas por la póliza.
- 3) Para determinar la pérdida neta para la compañía de seguros, se aplica sobre esta suma de pérdidas el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluyen sus retenciones y límites.

#### 3.2.3 Pólizas colectivas semi-agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que cubre las pérdidas que resultan en un grupo de ubicaciones después de la aplicación de deducibles y coaseguros individuales y por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se determina la pérdida semi-neta en cada ubicación y rubro mediante la aplicación del efecto de deducible y coaseguro individuales; no existen, para este tipo de póliza, límites de primer riesgo ni retenciones individuales.
- 3) Se suman las pérdidas semi-netas de todas las ubicaciones amparadas por la póliza.
- 4) Sobre esta suma de pérdidas semi-netas se aplica el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluye retenciones y límites.

### 3.3 Cálculo de pérdida bruta de una edificación individual y para un rubro específico

En general, las pérdidas que se presentan durante un escenario hidrometeorológico en una ubicación dependen de las experimentadas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso. Llamaremos  $\beta_E$ ,  $\beta_C$ ,  $\beta_S$  y  $\beta_B$ , a las pérdidas brutas que se presentan en los rubros respectivos, expresadas como una fracción de los valores asegurados correspondientes. Llamaremos a las pérdidas así expresadas *pérdidas relativas*.

Supondremos que la pérdida bruta en un rubro específico tiene una distribución de probabilidades Beta, cuyos primeros dos momentos estadísticos, el valor esperado  $E(\beta)$  y la desviación estándar  $\sigma(\beta)$ , se pueden calcular con las expresiones que se han indicado en el capítulo referente a vulnerabilidad. Conocidos los dos primeros momentos de la distribución Beta, ésta queda completamente determinada, puesto que sus dos parámetros,  $a$  y  $b$ , se relacionan con los dos primeros momentos de la siguiente manera:

$$a = \frac{1 - E(\beta_E) - E(\beta_E)C^2(\beta_E)}{C^2(\beta_E)} \quad (3.1)$$

$$b = a \left[ \frac{1 - E(\beta_E)}{E(\beta_E)} \right] \quad (3.2)$$

donde  $E(\beta_E)$  es el valor esperado de la pérdida bruta relativa del edificio mientras que el coeficiente de variación  $C(\beta_E)$  se calcula como

$$C(\beta_E) = \frac{\sigma(\beta_E)}{E(\beta_E)} \quad (3.3)$$

donde  $\sigma(\beta_E)$  es la desviación estándar.

Las fórmulas anteriores se dan para el caso de pérdida en edificio, pero son aplicables a los cuatro rubros.

#### 3.4 Cálculo de la pérdida neta en una ubicación individual, para un rubro específico

Como en el inciso anterior, se usará como ejemplo el caso de pérdidas en un rubro, pero las fórmulas son aplicables a los otros tres. Para simplificar la notación, se omitirá el subíndice que corresponde al rubro.

El valor esperado de la pérdida bruta relativa  $\beta$  y su distribución de probabilidad se ven modificados, en general, por la aplicación de deducibles, límites de responsabilidad, retenciones y coaseguros a nivel de ubicación individual y rubro específico.

La pérdida relativa neta para la compañía de seguros, para el rubro correspondiente, guarda la siguiente relación con la pérdida bruta:

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \beta \leq D \\ (\beta - D)R(1 - C) & D < \beta \leq L \\ (L - D)R(1 - C) & \beta > L \end{cases} \quad (3.4)$$

donde

$\beta_N$  = pérdida neta por rubro

$\beta$  = pérdida bruta por rubro

$D$  = deducible del rubro (como fracción de la suma asegurable)

$L$  = límite de responsabilidad del rubro (como fracción de la suma asegurable)

$C$  = coaseguro en el rubro (como fracción de la pérdida)

$R$  = retención de la compañía de seguros (como fracción de la pérdida)

Como la distribución de la pérdida bruta relativa es Beta, el valor esperado de la pérdida neta se puede calcular a partir de la ecuación siguiente:

$$E[\beta_N] = (T_1 - T_2 + T_3)R(1 - C) \quad (3.5)$$

donde:

$$T_1 = \frac{a}{a+b} [F_B(L, a+1, b) - F_B(D, a+1, b)]$$

$$T_2 = D[F_B(L, a, b) - F_B(D, a, b)]$$

$$T_3 = (L - D)[1 - F_B(L, a, b)]$$

siendo  $F_B(x, a, b)$  la función de distribución de la pérdida bruta  $\beta$ , que se ha modelado como una función Beta acumulada con parámetros  $a$  y  $b$ .

De la misma manera se puede calcular la media cuadrática de la pérdida neta:

$$E[\beta_N^2] = (u_1 - u_2 + u_3 + u_4)R^2(1-C)^2 \quad (3.6)$$

donde:

$$u_1 = \frac{a(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} [F_B(L, a+2, b) - F_B(D, a+2, b)]$$

$$u_2 = 2DT_1$$

$$u_3 = DT_2$$

$$u_4 = (L-D)T_3$$

La varianza de la pérdida relativa neta puede entonces calcularse con:

$$VAR(\beta_N) = E(\beta_N^2) - E^2(\beta_N) \quad (3.7)$$

Aunque las expresiones anteriores son generales, el cálculo de los momentos de  $\beta_N$  puede variar, dependiendo del tipo de póliza del que se trate. Veremos los casos particulares que resultan al tratar con los tres diferentes tipos de póliza.

#### 3.4.1 Pólizas Individuales

En este caso, los valores de  $D$ ,  $C$ ,  $L$  y  $R$  usados en las expresiones 3.5 y 3.6 son respectivamente, el deducible, el coaseguro, la retención y el límite de primer riesgo individuales de la ubicación y el rubro correspondiente.

#### 3.4.2 Pólizas agrupadas

Aquí, puesto que en este tipo de póliza no hay deducibles, coaseguros, retenciones o límites individuales, deberán emplearse las ecuaciones 3.5 y 3.6 con  $D=0$ ,  $C=0$ ,  $L=1$  y  $R=1$ . En otras palabras, la pérdida neta, a nivel individual, es igual a la pérdida bruta.

#### 3.4.3 Pólizas semi-agrupadas

En este caso, puesto que los deducibles y coaseguros sí se aplican a nivel individual, se usarán, para las ecuaciones 3.5 y 3.6 los valores de  $D$  y  $C$  correspondientes, mientras que  $L$  se tomará igual a 1 y  $R$  igual a 0, puesto que no existen límites de primer riesgo ni retenciones individuales, sino sólo colectivos.

#### 3.5 Cálculo de pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros ( $P_{N1}$ )

Llamaremos  $P_{N1}$  a la pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros, mostrada en el diagrama de flujo presentado al principio del capítulo 3. La pérdida monetaria neta que se tiene en una ubicación,  $P_{N1}$ , como resultado de la aplicación de las características del seguro individual, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{N1} = \beta_{NE}M_E + \beta_{NC}M_C + \beta_{NS}M_S + \beta_{NB}M_B \quad (3.8)$$

donde  $\beta_{NE}$ ,  $\beta_{NC}$ ,  $\beta_{NS}$  y  $\beta_{NB}$  son las pérdidas netas relativas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, respectivamente, mientras que,  $M_E$ ,  $M_C$ ,  $M_S$  y  $M_B$  son las sumas asegurables correspondientes.

Supondremos que las cuatro pérdidas consideradas están completamente correlacionadas, en el sentido que la incertidumbre sobre ellas es nula dado el valor de cualquier otra. Si dividimos  $P_{N1}$  entre  $M=M_E+M_C+M_S+M_B$ , obtenemos una nueva variable aleatoria, que llamaremos  $\beta_{N1}$ , con dominio entre 0 y 1 y cuya esperanza y desviación estándar están dadas por:

$$E(\beta_{N1}) = \frac{M_E E(\beta_{NE}) + M_C E(\beta_{NC}) + M_S E(\beta_{NS}) + M_B E(\beta_{NB})}{M} \quad (3.9)$$

$$\sigma(\beta_{N1}) = \frac{M_E \sigma(\beta_{NE}) + M_C \sigma(\beta_{NC}) + M_S \sigma(\beta_{NS}) + M_B \sigma(\beta_{NB})}{M} \quad (3.10)$$

La ecuación 3.10 para la desviación estándar resulta de nuestra hipótesis de que las variables aleatorias  $\beta_{NE}$ ,  $\beta_{NC}$ ,  $\beta_{NS}$  y  $\beta_{NB}$  están completamente correlacionadas. En vista de estas definiciones,  $E(P_{N1})=M E(\beta_{N1})$  y  $\sigma(P_{N1})=M \sigma(\beta_{N1})$ .

Se asignará a  $\beta_{N1}$  una densidad de probabilidades mixta dada por la siguiente ecuación:

$$f(\beta_{N1}) = P_0\delta(\beta_{N1}) + (1 - P_0 - P_1)B(\beta_{N1}; a, b) + P_1\delta(\beta_{N1} - 1) \quad (3.11)$$

donde:

$P_0$  = Probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a cero, bajo la hipótesis adoptada sobre la correlación entre pérdidas de distintos rubros.

$P_1$  = Probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a la suma expuesta, bajo la misma hipótesis de correlación.

$B()$  = función de densidad de probabilidad de tipo Beta con parámetros  $a$  y  $b$ .

$\delta(x)$  = función Delta de Dirac, que vale 1 cuando el argumento es nulo y cero en cualquier otro caso, mientras que su integral entre 0 e infinito vale también la unidad.

Se hace notar que, bajo cualquier hipótesis de correlación, tratándose de ubicaciones que pertenecen a pólizas agrupadas,  $P_0=0$  y  $P_1=0$ , mientras que para ubicaciones que pertenezcan a pólizas semi-agrupadas,  $P_1=0$ .

### 3.6 Cálculo de pérdida neta en una póliza ( $P_{N2}$ )

En general, la pérdida total en una cartera de ubicaciones agrupadas en una póliza se calcula sumando las pérdidas que se presentan en todas las ubicaciones después de aplicar las condiciones de seguro individual, por rubro, aplicando luego los efectos de las capas de la póliza agrupada.

Este cálculo, entonces, puede dividirse en dos pasos: 1) determinación de la densidad de probabilidades de  $P_s$ , definida como la suma de las pérdidas netas por ubicación para todos los inmuebles que forman la póliza (es decir, la suma de las  $P_{N1}$  de la póliza); y 2) aplicación del esquema de capas a la densidad anterior. En lo que sigue procederemos a explicar estos dos pasos.

#### 3.6.1 Determinación de la densidad de probabilidades de $P_s$

Definimos la variable aleatoria  $\beta_s$  como el cociente de  $P_s$  y  $M_s$ , que es la suma de los valores expuestos de los inmuebles de la póliza, incluyendo todos los rubros. Se supondrá que  $\beta_s$  tiene una densidad de probabilidad similar a la de  $\beta_{N1}$ , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_s) = P_{0s}\delta(\beta_s) + (1 - P_{0s} - P_{1s})B(\beta_s; a_s, b_s) + P_{1s}\delta(\beta_s - 1) \quad (3.12)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores:  $P_{0s}$ , que es la probabilidad de que  $\beta_s$  sea exactamente igual a 0,  $P_{1s}$  que es la probabilidad de que la pérdida bruta en cada ubicación haya alcanzado su límite de primer riesgo;  $a_s$  y  $b_s$ . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de  $\beta_s$  calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.12 sean iguales a las siguientes dos cantidades, respectivamente:

$$E(\beta_s) = E(P_s) / M_s \quad (3.13)$$

$$VAR(\beta_s) = VAR(P_s) / M_s^2 \quad (3.14)$$

donde

$$E(P_s) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i E(\beta_{N1i}) \quad (3.15)$$

$$VAR(P_s) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) + 2 \sum_{i=1}^{Nu} \sum_{j=i+1}^{Nu} M_i M_j \rho_{ij} \sqrt{VAR(\beta_{N1i}) \times VAR(\beta_{N1j})} \quad (3.16)$$

donde:

$\rho_{ij}$  = coeficiente de correlación entre las pérdidas  $i$  y  $j$

$Nu$  = número de ubicaciones en la póliza

$M_i$  = valor asegurable total (todos los rubros) de la ubicación  $i$ .

No es posible, con bases puramente empíricas, establecer valores para los coeficientes de correlación  $\rho_{ij}$ . En principio, este coeficiente debería depender al menos de la separación geográfica entre las dos ubicaciones consideradas. De hacerse así, sin embargo, el cálculo de la varianza sería numéricamente muy largo, sin ventajas apreciables de precisión.

Por estas razones, se adoptará un valor de 0.2, independientemente del tipo estructural y localización de la ubicación. Se adoptó este valor porque, después de simulaciones y análisis de sensibilidad, se observó que el incremento en la varianza de  $P_s$  no era excesivo cuando  $\rho_{ij} = 0.2$  y que, por otro lado, el premio que se tenía por el efecto de tener una cartera grande era notable pero no demasiado significativo.

Es importante señalar que, con la hipótesis de  $\rho_{ij}$  constante al que llamaremos ahora  $\rho$ , la expresión 3.16 puede adoptar la siguiente forma:

$$VAR(P_s) = (1 - \rho)V_S + \rho S S^2 \quad (3.17)$$

donde

$$V_S = \sum_{i=1}^{N_U} M_i^2 VAR(\beta_{N_{1i}}) \quad (3.18)$$

$$S S = \sum_{i=1}^{N_U} M_i \sqrt{VAR(\beta_{N_{1i}})} \quad (3.19)$$

Más adelante se verá la utilidad de estas nuevas variables.

Finalmente, se hace notar que tratándose de pólizas agrupadas,  $P_{0s}=0$  y  $P_{1s}=0$  (en otras palabras,  $\beta_s$  tiene distribución Beta), mientras que para pólizas semi-agrupadas,  $P_{1s}=0$ .

### 3.6.2 Aplicación del esquema de capas a la densidad de probabilidad de $P_s$

El valor esperado de la pérdida neta de una póliza colectiva con múltiples capas se calcula de la siguiente manera:

$$E(\beta_{N_2}) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{C_j}) \quad (3.20)$$

donde  $E(\beta_{C_j})$  es el valor esperado de la pérdida neta de la capa  $j$ , que se calcula como si se tratara del valor esperado de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12.

La expresión para el cálculo de la media cuadrática de la pérdida es la siguiente:

$$E(\beta_{N_2}^2) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{C_j}^2) + 2 \sum_{k>j} \sum E(\beta_{C_j} \beta_{C_k}) \quad (3.21)$$

donde  $E(\beta_{C_j}^2)$  es la media cuadrática de la pérdida neta de la capa  $j$ , que se calcula como si se tratara de la media cuadrática de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12.

El segundo sumando de la ecuación 3.21 se calcula con la siguiente expresión:

$$\sum_{k>j} \sum E(\beta_{C_j} \beta_{C_k}) = (1 - P_{0s}) \sum_{k>j} \sum (v_{1jk} - v_{2jk} + v_{3jk}) \quad (3.22)$$

donde:

$$v_{1jk} = (L_j - L_{j-1}) \frac{a}{a+b} [F_B(L_k, a+1, b) - F_B(L_{k-1}, a+1, b)] \quad (3.23)$$

$$v_{2jk} = (L_j - L_{j-1}) L_{k-1} [F_B(L_k, a, b) - F_B(L_{k-1}, a, b)] \quad (3.24)$$

$$v_{3jk} = (L_j - L_{j-1}) (L_k - L_{k-1}) [1 - F_B(L_k, a, b)] \quad (3.25)$$

Se supondrá que  $\beta_{N2}$  tiene una densidad de probabilidad mixta similar a la de  $\beta_{N1}$ , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_{N2}) = P_{0N2}\delta(\beta_{N2}) + (1 - P_{0N2} - P_{1N2})B(\beta_{N2}; a_{N2}, b_{N2}) + P_{1N2}\delta(\beta_{N2} - 1) \quad (3.26)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores:  $P_{0N2}$ , que es la probabilidad de que  $\beta_{N2}$  sea exactamente igual a 0;  $P_{1N2}$ , que es la probabilidad de que la pérdida de la póliza haya alcanzado su límite de primer riesgo;  $a_{N2}$  y  $b_{N2}$ . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la media cuadrática de  $\beta_{N2}$  calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.26 sean iguales a las dadas en las ecuaciones 3.20 y 3.21.

Finalmente, la densidad de probabilidades de  $P_{N2}$  puede determinarse fácilmente puesto que  $P_{N2} = M_S \beta_{N2}$

El efecto de la aplicación de las coberturas a nivel de póliza afecta, como se ha visto, al valor esperado y la varianza de la pérdida neta. Estas cantidades no son iguales antes y después de la aplicación de la cobertura de pólizas. Como veremos en el siguiente inciso, para poder calcular la varianza de las pérdidas en toda la cartera es necesario determinar los valores de  $V_S$  y de  $S_S$  (ver ecuaciones 3.18 y 3.19) después de la aplicación del seguro a nivel de póliza, cantidades que denominaremos  $V_{N2}$  y  $S_{N2}$ . Estas variables se determinarán de la siguiente manera:

$$V_{N2} = V_S \cdot F^2 \quad (3.27)$$

$$S_{N2} = S_S \cdot F \quad (3.28)$$

donde  $F^2$  es el cociente entre las varianzas de la pérdida después y antes de la aplicación del seguro, es decir:

$$F^2 = \frac{VAR(P_{N2})}{VAR(P_S)} \quad (3.29)$$

### 3.7 Pérdidas en la cartera formada por diversas pólizas de todo tipo ( $P_{NE}$ )

La pérdida neta total en una cartera durante un evento,  $P_{NE}$  es la suma de las pérdidas en las pólizas que la constituyen. Definiremos a  $\beta_{NE}$  como la pérdida total relativa en la cartera, es decir,

$$\beta_{NE} = \frac{P_{NE}}{\sum_k M_{S_k}} \quad (3.30)$$

donde la suma del denominador involucra a los montos expuestos para todas las pólizas,  $M_{S_k}$ ,  $k=1, \dots$ , número de pólizas. Supondremos que la función de densidad de la pérdida relativa total en la cartera es de la forma siguiente:

$$f(\beta_{NE}) = P_{0NE}\delta(\beta_{NE}) + (1 - P_{0NE} - P_{1NE})B(\beta_{NE}; a_{NE}, b_{NE}) + P_{1NE}\delta(\beta_{NE} - 1) \quad (3.31)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores:  $P_{0NE}$ , que es la probabilidad de que  $\beta_{NE}$  sea exactamente igual a 0 durante el evento;  $P_{1NE}$ , que es la probabilidad de que las pérdidas en todas las pólizas hayan alcanzado su límite máximo;  $a_{NE}$  y  $b_{NE}$ . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de  $\beta_{NE}$  calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.31 sean iguales, respectivamente, a las dadas en las ecuaciones siguientes:

$$E(\beta_{NE}) = \frac{\sum_k M_{S_k} E(\beta_{N2k})}{\sum_k M_{S_k}} \quad (3.32)$$

$$VAR(\beta_{NE}) = \frac{(1 - \rho) \sum_k V_{N2k} + \rho \left( \sum_k S_{N2k} \right)^2}{\left( \sum_k M_{S_k} \right)^2} \quad (3.33)$$

donde el subíndice  $k$  se refiere a los valores correspondientes a la póliza  $k$ .

En este momento tenemos definida la densidad de probabilidades de la pérdida neta de la cartera suponiendo que ocurrió un evento correspondiente a un peligro hidrometeorológico.

3.8 *Prima de Riesgo* para un peligro específico y para la acción conjunta de varios peligros.

Una vez obtenidas las pérdidas de la cartera para un escenario, es posible determinar las pérdidas de todos los escenarios de un peligro específico como previamente se indicó en el inciso 3.1.

3.8.1 Prima para un peligro específico.

Las primas de riesgo son, por definición, los valores esperados de las pérdidas anuales. En vista de esta definición, la prima de riesgo asociada al peligro  $m$  vale:

$$PR_m = \sum_l E(P_{N2l})PA_l \quad (3.34)$$

donde el subíndice  $l$  se refiere al número de evento para el peligro considerado y la suma se extiende para todos los eventos de ese peligro. Por su parte,  $PA_l$  es la probabilidad anual de ocurrencia del evento  $l$ .

3.8.2 Prima pura para toda la cartera, considerando todos los peligros

Por tratarse de valores esperados, las primas de riesgo son aditivas. Por tanto, la prima de riesgo total, considerando todos los peligros, toma el siguiente valor:

$$PR = \sum_m PR_m \quad (3.35)$$

donde la suma se extiende para todos los peligros considerados.

#### ANEXO 7.8.2

#### DEL SISTEMA DE COMPUTO PARA EL CALCULO DE LA PRIMA DE RIESGO Y PERDIDA MAXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE HURACAN Y OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLOGICOS.

Para la obtención, uso y aplicación del sistema de cómputo (RH-Mex®) para el cálculo de la prima de riesgo, y pérdida máxima probable de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, para efectos de la valuación de la reserva de riesgos en curso, reserva de riesgos catastróficos de los seguros y de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos y el capital mínimo de garantía, se deberán seguir las siguientes instrucciones:

**PRIMERA.-** En el caso de instituciones que por primera vez requieran hacer uso del sistema de cómputo RH-Mex® para el cálculo de la prima de riesgo y pérdida máxima probable de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deberán acudir para que se le haga la entrega del mismo, a la Dirección General de Informática de la Comisión, ubicada en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre Norte, 1er. Piso, Colonia Guadalupe Inn, C. P. 01020, México D. F., en horario de 9:00 a 14:00 horas o de 15:00 a 18:00 en días hábiles. Para efectos de la entrega deberá acudir un empleado que deberá exhibir identificación de la institución y copia de la misma o un representante legal, el cual deberá exhibir copia de su mandato así como de su identificación oficial.

**SEGUNDA.-** Posterior a la entrega del sistema RH-Mex®, para efectos de mantenerlo actualizado, las instituciones y sociedades mutualistas deberán efectuar las actualizaciones al mismo mediante el siguiente procedimiento:

1. El equipo de cómputo en el que se realice la actualización de que se trate, deberá tener previamente instalado el sistema RH-Mex®.
2. Descargar el archivo "RH\_Mex\_1\_0\_3.zip", mismo que está disponible en la Página Web de la Comisión ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx))
3. Descomprimir el archivo en alguna carpeta temporal.
4. Ejecutar el programa RH-Actualiza.exe (este programa se incluye en el archivo zip de la descarga), el cual sólo se podrá ejecutar si el usuario del equipo de cómputo de que se trate, tiene "privilegios de administrador", es decir, que puede hacer instalaciones de programas a dicho equipo.
5. Seguir las instrucciones de instalación que aparecerán en la pantalla.

**TERCERA.-** El instructivo de uso e instalación del sistema se encuentra en el disco de instalación que será proporcionado por la Comisión.

**CUARTA.-** La versión del sistema RH-Mex®, que deberá utilizarse para valuar la reserva de riesgos en curso, así como a la Pérdida Máxima Probable de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, a partir de la entrada en vigor de las presentes disposiciones, es la 1.0.3.

**ANEXO 7.8.6****DE LA INFORMACION PARA LA VALUACION DE LA RESERVA  
DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE HURACAN Y/U OTROS RIESGOS  
HIDROMETEOROLOGICOS****DEFINICION DE CAMPOS Y ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS****INDICE**

## Generalidades

1. Bienes asegurados
2. Tipo de carteras
3. Definición de datos para cada bien asegurado
  - 3.1 Datos de Referencia
  - 3.2 Datos Financieros
  - 3.3 Datos de Localización
  - 3.4 Datos de la Estructura
4. Definición de datos para pólizas colectivas y pólizas con contratos de reaseguro a capas

## GENERALIDADES

Las instituciones y sociedades mutualistas deberán clasificar las pólizas conforme a la manera en que se encuentren asegurados y reasegurados los bienes inmuebles, de la siguiente forma:

- 1.- Las que correspondan a inmuebles independientes que no cuenten con coberturas de contratos de reaseguro facultativos no proporcional a capas (Base de datos de carteras de pólizas independientes sin capas).
- 2.- Las que correspondan a inmuebles asegurados en pólizas colectivas (agrupados y semi-agrupados) o a inmuebles que cuenten con coberturas de reaseguro facultativo no proporcional a capas (Base de datos de carteras de pólizas colectivas o pólizas con capas).

Para efectos de lo anterior, se deberá clasificar la base de datos tomando como criterio las características de cada cartera como a continuación se especifica:

1. **Carteras de pólizas independientes sin capas.-** La estructura de la base de datos para este tipo de cartera, consiste en un arreglo matricial donde cada columna tendrá como primer registro el nombre del tipo de dato (*Campo*) que se registrará en dicha columna, conforme a las definiciones de la Tabla Uno y en el mismo orden en que aparecen. Los campos de la Tabla Uno corresponden a las columnas que deberá contener el archivo, siendo un total de 45 columnas.

Los siguientes renglones deben corresponder a la información de los inmuebles, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, con excepción del primer renglón, el cual, como se mencionó, será utilizado para el nombre del campo. Cada renglón de este archivo debe corresponder sólo a un inmueble o tipo de bien, en el caso de riesgos especiales. En los casos en los que en una misma póliza se aseguren varios inmuebles se deberá contar con la información de cada inmueble utilizando un renglón por inmueble.

En la Tabla Uno se indican los datos que son obligatorios y cuáles son optativos. Los datos obligatorios son aquellos que son fundamentales para valorar el riesgo de manera aproximada, y los optativos son aquellos que dan información adicional para valorar el riesgo de manera más precisa.

En la información obligatoria deberán llenarse todos los renglones, aun cuando no se haya contratado alguna de las coberturas de contenidos, pérdidas consecuenciales o bienes bajo convenio expreso; en estos casos se deben colocar ceros en las columnas correspondientes. La omisión de información obligatoria será impedimento para evaluar el riesgo de ese inmueble.

En la información opcional se podrán llenar los campos en que existe información y dejar en blanco los campos en los que no se cuente con la misma. Cuando el usuario no indique los datos optativos, el sistema asumirá distintas condiciones que se explican en la parte de definición de campos del presente Anexo.

2. **Carteras de pólizas colectivas y con capas.-** Al igual que la base de datos para inmuebles independientes, la estructura de esta base de datos debe realizarse en un arreglo matricial donde cada columna deberá tener como primer registro el nombre del tipo de dato (*Campo*) que se registrará en dicha columna conforme a las definiciones de la Tabla Uno y en el mismo orden en que aparecen.

Esta base de datos estará contenida por pólizas de seguro en las que los límites de responsabilidad, retenciones, deducibles y coaseguros de las coberturas no operan en forma individual, inmueble por inmueble, sino para un conjunto de inmuebles y en las que se tienen contemplados, o no, esquemas de reaseguro por capas; es decir, esta base de datos se aplica a pólizas colectivas, pólizas con capas o a una combinación de ambas. En estos casos, la información deberá complementarse con los datos de las Tablas Dos y Tres; cada renglón de la Tabla Dos debe corresponder a una póliza, la cual reúne a todos los inmuebles colectivos. La descripción de los esquemas de reaseguro por capas se definen en la Tabla Tres. Será necesario tener una tabla para cada póliza que maneje este tipo de reaseguro y al menos un renglón para definir los valores globales de los inmuebles colectivos.

Los inmuebles colectivos se dividen en inmuebles agrupados para los que opera un sólo deducible, un coaseguro, un límite máximo de responsabilidad y una retención o en inmuebles semi-agrupados para los que solamente opera un límite máximo y una retención. La única diferencia del archivo de base de datos para pólizas colectivas o con reaseguro a capas con respecto al archivo de pólizas independientes, es decir la Tabla Uno, consiste en que los campos de las variables financieras que actúan de forma global (en semi-agrupadas las fechas de vigencia, límites de responsabilidad y retenciones, y en agrupadas además los deducibles y coaseguros) no es necesario indicarlos en cada inmueble ya que el sistema sólo tomará en cuenta los valores globales de las Tablas Dos y Tres, por lo que dejan de ser obligatorios en la Tabla Uno.

**TABLA UNO – INFORMACION DE CARTERAS INDEPENDIENTES**

Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Tipo	
De referencia	1	NUM_POLIZA	Alfanumérico	-	obligatorio	
	2	NUM_REGISTRO	Número Entero	1 a 3,000,000	obligatorio	
Financieros	3	FECHA_INICIO	Fecha	01/01/2007 ó posterior	obligatorio	
	4	FECHA_FIN	Fecha	01/01/2008 ó posterior	obligatorio	
	5	INM_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	6	CONT_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	7	CONSEC_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	8	CONVENIO_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	9	PORCENTAJE_RETENCION	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	10	TIPO_PRIMER_RIESGO	Número Entero	0, 1 ó 2	obligatorio	
	11	MONTO_PRIMER_RIESGO	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	12	CONSEC_LIMITE_MAXIMO	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	13	CONSEC_PERIODO_COBERTURA	Días	0 a 365	obligatorio	
	14	CONVENIO_LIMITE_MAXIMO	Pesos	0 a billones	obligatorio	
	15	INM_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	16	CONT_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	17	CONSEC_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	18	CONVENIO_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	19	INM_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	20	CONT_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	21	CONSEC_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	22	CONVENIO_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio	
	De localización	23	CLAVE_ESTADO	Número Entero	1 al 32	opcional
		24	CODIGO_POSTAL	Número Entero	01000 al 99999	obligatorio
25		LONGITUD	Grados	-118.5000 a -86.5000	opcional	
26		LATITUD	Grados	13.5000 a 35.0000	opcional	
27		PRIMERA_LINEA_MAR	Número Entero	1 ó 2	obligatorio	
28		PRIMERA_LINEA_LAGO	Número Entero	1 ó 2	opcional	
29		SOBREELEVACION_DESPLANTE	Metros	-10 a 10	opcional	
30		RUGOSIDAD	Número Entero	1 al 4	opcional	

<b>De la estructura</b>	31	USO_INMUEBLE	Número Entero	1 al 33	<b>obligatorio</b>
	32	NUM_PISOS	Número Entero	1 al 57	<b>obligatorio</b>
	33	PISO	Número Entero	1 al 57	opcional
	34	TIPO_CUBIERTA	Número Entero	1 al 4	<b>obligatorio</b>
	35	FORMA_CUBIERTA	Número Entero	1 al 5	opcional
	36	IRRE_PLANTA	Número Entero	1 al 3	opcional
	37	OBJETOS_CERCA	Número Entero	1 ó 2	opcional
	38	AZOTEA	Número Entero	1 ó 2	opcional
	39	TAMAÑO_CRISTAL	Número Entero	1 al 3	opcional
	40	TIPO_VENTANAS	Número Entero	1 al 3	opcional
	41	TIPO_DOMOS	Número Entero	1 al 4	opcional
	42	SOPORTE_VENTANA	Número Entero	1 al 3	opcional
	43	PORCENTAJE_CRISTAL_FACHADAS	Número Entero	1 al 3	opcional
	44	PORCENTAJE_DOMOS	Número Entero	1 al 4	opcional
	45	OTROS_FACHADA	Número Entero	1 al 4	opcional
	46	MUROS_CONTENCION	Número Entero	1 al 4	opcional

**TABLA DOS – INFORMACION ADICIONAL DE TIPO GENERAL PARA CARTERAS COLECTIVAS Y CON CAPAS**

Grupo	No.	Campo	Dato	Valores	Tipo
<b>Generales</b>	1	NumeroPoliza	Alfanumérico	-	<b>obligatorio</b>
	2	TipoPoliza	Número Entero	1 ó 2	<b>obligatorio</b>
	3	FechaInicio	Fecha	01/01/2006 ó posterior	<b>obligatorio</b>
	4	FechaFin	Fecha	01/01/2007 ó posterior	<b>obligatorio</b>

**TABLA TRES – INFORMACION ADICIONAL DE TIPO FINANCIERO PARA CARTERAS COLECTIVAS Y CON CAPAS**

Grupo	No.	Campo	Dato	Valores	Tipo
<b>Financiero</b>	1	NumeroPoliza	Alfanuméricos	-	<b>obligatorio</b>
	2	NumeroCapa	Alfanuméricos	-	opcional
	3	Retencion	Porcentaje	0 a 100	<b>obligatorio</b>
	4	LimiteMaximo	Pesos	0 a billones	<b>obligatorio</b>
	5	Coaseguro	Porcentaje	0 a 100	<b>obligatorio</b>

Los datos que requiere el sistema de cómputo a que se refiere la Disposición 7.8.2 de la Circular Unica de Seguros, el cual ha quedado registrado con el nombre de RH-MEX<sup>®</sup>, estarán en archivos de Access<sup>®</sup>, y corresponderán a una ubicación ya sea que pertenezca a una póliza individual o a una colectiva. Los datos de cada ubicación deberán corresponder a un renglón de la base de datos que proporcione el usuario, y deberán tener un formato específico que se indica en las respectivas secciones. Al respecto, los campos se clasifican de la siguiente forma, atendiendo a sus características particulares:

1. Datos de Referencia
2. Datos Financieros
3. Datos de Localización
4. Datos de la Estructura

El sistema RH-MEX<sup>®</sup> está diseñado para ser alimentado con datos obligatorios y optativos. Los datos obligatorios son aquellos que son indispensables para calcular la prima de riesgo y la pérdida máxima probable, y los optativos son aquellos que sin que sean indispensables, proporcionarán información adicional que permitirá calcular la prima de riesgo y la pérdida máxima probable de manera más precisa. En los casos en que el usuario no proporcione alguno de los datos obligatorios, el sistema no realizará la estimación de la prima de riesgo o la pérdida máxima probable, en tanto que cuando el usuario no indique alguno o algunos de los datos optativos procederá a realizar el cálculo de la prima de riesgo y la pérdida máxima probable mediante supuestos conservadores que en el presente Anexo se explican.

## 1. BIENES ASEGURADOS

El sistema RH-MEX<sup>®</sup> calculará las pérdidas del inmueble, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes asegurados bajo convenio expreso de manera independiente. A continuación se define cada uno de ellos.

### Inmueble

Es lo que compone la estructura, la cimentación, instalaciones y acabados. Es decir, todo aquello que forma parte del edificio.

### Contenidos

Son los bienes que dan uso al inmueble. En general se pueden mover fácilmente dentro del edificio o de un inmueble a otro.

### Pérdidas consecuenciales

Son las pérdidas que serían causadas por el tiempo en que permanece en imposibilidad de uso el inmueble debido a los daños causados por el evento.

### Bienes asegurados bajo convenio expreso

Son bienes que generalmente pueden quedar asegurados, mediante convenio expreso entre el Asegurado y la institución aseguradora, fijando sumas aseguradas por separado y mediante el cobro de prima adicional correspondiente.

- a. Edificios terminados que carezcan total o parcialmente de techos, muros, puertas, o ventanas, siempre y cuando dichos edificios hayan sido diseñados y/o construidos para operar bajo estas circunstancias, de acuerdo con los reglamentos de construcción de la zona, vigentes a la fecha de la construcción.
- b. Maquinaria y/o equipo fijo y sus instalaciones que se encuentren total o parcialmente al aire libre o que se encuentren dentro de edificios que carezcan total o parcialmente de techos, puertas, ventanas o muros, siempre y cuando hayan sido diseñados específicamente para operar en estas condiciones y estén debidamente anclados.
- c. Bienes fijos distintos a maquinaria que por su propia naturaleza estén a la intemperie, entendiéndose como tales aquellos que se encuentren fuera de edificios o dentro de edificios que carezcan total o parcialmente de techos, puertas, ventanas o muros, como:
  - Albercas.
  - Anuncios y rótulos.
  - Caminos, andadores, calles, guarniciones o patios en el interior de los predios del asegurado.
  - Elementos decorativos de áreas exteriores.
  - Instalaciones y canchas deportivas.
  - Luminarias.
  - Muros de contención de concreto armado, bardas, rejas y mallas perimetrales y sus puertas o portones.
  - Palapas y pérgolas.
  - Sistemas de riego, incluyendo sus redes de tuberías.
  - Torres y antenas de transmisión y recepción.
  - Tanques o silos metálicos o de materiales plásticos.
- d. Bienes muebles o la porción del inmueble en sótanos o semisótanos considerándose como tales: cualquier recinto donde la totalidad de sus muros perimetrales se encuentren total o parcialmente bajo el nivel natural del terreno.

Para el manejo de estos bienes, el sistema contiene formas simplificadas para cuantificar la siniestralidad esperada y la pérdida máxima probable.

## 2. TIPO DE CARTERAS

### Pólizas individuales vs. colectivas

Se contemplarán dos tipos distintos de pólizas, las individuales y las colectivas. Las primeras corresponden a aquellas en las que se asegura un solo bien, mientras que las colectivas son aquellas en que se aseguran varios bienes ya sea en una misma ubicación o que pertenezcan a una cartera geográficamente distribuida en varias poblaciones pero que estén amparados bajo las mismas condiciones contractuales. En cualquier caso, la información de cada bien asegurado debe estar indicada en un renglón del archivo de datos; este renglón en adelante se llamará "registro".

Si la cartera de la institución aseguradora sólo contiene pólizas individuales únicamente se requerirá el archivo de datos de esta cartera; en cambio, si cuenta con una o más pólizas colectivas se deberá llenar otra tabla que contiene los datos comunes a estas carteras.

Existen pólizas que cuentan con varios bienes en una misma ubicación (hoteles, centros habitacionales, centros comerciales, entre otros) donde es necesario definir esta cartera como colectiva donde cada registro corresponde a uno de estos bienes. Únicamente se podrá considerar un solo bien (por lo tanto un solo registro en el archivo de datos) si todos ellos son iguales con las mismas características estructurales y de contenidos.

## 3. DEFINICION DE DATOS PARA CADA BIEN ASEGURADO

### 3.1 DATOS DE REFERENCIA

En este grupo se establecen los datos necesarios para identificar el nombre o número del inmueble asegurado.

#### Número de registro (NUM\_REGISTRO)

##### *Dato obligatorio*

*Formato: números enteros consecutivos*

Este dato tiene por objeto ordenar y llevar un control dentro del sistema de todas las ubicaciones. Es indispensable para que el usuario identifique los errores y resultados que arroja el sistema.

Pólizas individuales. El *Número de registro* será un número consecutivo que el usuario asigne a cada uno de los renglones (registro) de la base de datos. No podrá haber dos ubicaciones con el mismo número ni podrá haber números faltantes (ver Sección 4).

Pólizas colectivas. En cada póliza colectiva *Número de registro* será un número consecutivo de manera que cada ubicación dentro de ésta tenga un número único. En las demás pólizas agrupadas de la cartera, si es que existen, el *Número de registro* deberá asignarse de manera independiente (ver Sección 4).

#### Número de póliza (NUM\_POLIZA)

##### *Dato obligatorio*

*Formato: caracteres alfanuméricos*

Se refiere a la clave que utilice el usuario para identificar cada registro o póliza. Este dato es alfanumérico. Para las pólizas de inmuebles colectivos, todas las ubicaciones que sean amparadas por ésta deberán llevar el mismo *Número de póliza* ya que este campo es el que identifica a qué póliza colectiva pertenece cada ubicación. Por lo mismo, este campo no deberá repetirse en otras pólizas colectivas. Para el caso de pólizas de inmuebles independientes este campo sólo es para referencia propia del usuario, puede quedar vacío y puede repetirse en varios registros (ver Sección 4).

### 3.2 DATOS FINANCIEROS

En este grupo se describen los datos técnicos que son establecidos comúnmente en la póliza o que se obtienen en el proceso de suscripción y de reaseguro.

#### **Fecha de inicio (FECHA\_INICIO)**

#### **Fecha de terminación (FECHA\_FIN)**

##### *Datos obligatorios*

*Formato: dd/mm/aaaa*

Estos datos se refieren a la fecha de inicio y fin de vigencia de la póliza que asegura el bien. El sistema por convención considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema toma como vigente dicha póliza. También, por convención, el sistema considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de valuación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza el sistema toma como fuera de vigencia dicha póliza. Para el caso de *créditos hipotecarios* que requieran un cálculo del mes completo deberá ponerse como *Fecha de terminación* el primer día del mes siguiente.

Pólizas de inmuebles colectivos. Debido a que para estas pólizas no es necesario indicar para cada inmueble estas fechas, estos campos pueden quedar vacíos y el sistema no los tomará en cuenta. Para estas pólizas estos datos se deben indicar en la tabla correspondiente (ver sección 4).

#### **Valor asegurable inmueble (INM\_VALOR\_ASEGURABLE)**

#### **Valor asegurable contenidos (CONT\_VALOR\_ASEGURABLE)**

#### **Valor asegurable pérdidas consecuenciales (CONSEC\_VALOR\_ASEGURABLE)**

#### **Valor asegurable bienes convenio expreso (CONVENIO\_VALOR\_ASEGURABLE)**

##### *Datos obligatorios*

*Formato: número [en pesos]*

Es, respectivamente, el valor real o de reposición según se hubiera contratado, del inmueble, de los contenidos, de las pérdidas consecuenciales o de los valores por convenio expreso. Para el caso de pólizas que no sean a "primer riesgo" estos valores deben corresponder a las sumas aseguradas establecidas en la póliza.

En el caso de carteras hipotecarias, el *valor asegurado inmueble* debe corresponder al valor real o de reposición según se hubiera contratado, del inmueble y no solo al saldo insoluto del crédito.

En el caso de pérdidas consecuenciales, el valor asegurable debe ser el monto de la exposición anual, es decir, el valor estimado de las pérdidas que se producirían durante un año.

#### **Porcentaje de retención del valor asegurable (PORCENTAJE\_RETENCION)**

##### *Dato obligatorio*

*Formato: 0 a 100 [por ciento]*

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la institución de seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro proporcional, respecto de la obligación total suscrita en un contrato de seguro.

En este porcentaje no se debe incluir lo respectivo a contratos facultativos no proporcionales riesgo por riesgo, el efecto que tiene la cobertura de reaseguro de este tipo de contratos se determinan según se explica en la sección 4.

Pólizas de inmuebles colectivos. Debido a que el *porcentaje de retención* es el mismo para todos los inmuebles considerados en la póliza, este campo puede estar vacío para cada uno de los bienes asegurados ya que el sistema lo ignorará. El porcentaje de retención que se aplicará a los inmuebles se deberá indicar en la tabla correspondiente (ver sección 4).

**Tipo de primer riesgo (TIPO\_PRIMER\_RIESGO)****Dato obligatorio**

Formato: número entero [0, 1 ó 2]

Para el caso de pólizas individuales se debe indicar si es a primer riesgo o no. En las pólizas colectivas estos valores son globales y se deben escribir en la tabla correspondiente (ver sección 4). Se entenderá que una póliza está contratada a primer riesgo cuando el límite máximo de responsabilidad sea inferior al valor asegurable del bien. Las opciones para este campo son:

- 0 Sin primer riesgo. Cuando la póliza está emitida a valores totales, es decir, las sumas asegurables son los límites de responsabilidad. En este caso, el sistema no tomará en cuenta los valores indicados en *monto de primer riesgo*, *límite pérdidas consecuenciales* ni *límite convenio expreso*.
- 1 El límite máximo de responsabilidad es inferior al valor asegurable del edificio y sus contenidos.
- 2 El límite máximo de responsabilidad es inferior al valor asegurable del edificio, sus contenidos y las pérdidas consecuenciales. En este caso, el sistema no tomará en cuenta el *límite pérdidas consecuenciales*.

**Monto de primer riesgo (MONTA\_PRIMER\_RIESGO)****Dato obligatorio**

Formato: número [en pesos]

Es el valor máximo o el límite máximo de responsabilidad que tiene la aseguradora en caso de daños al inmueble, contenidos o pérdidas consecuenciales en su conjunto.

Este campo opera de manera conjunta con el campo de *tipo de primer riesgo*. Si este valor es igual a cero el campo puede dejarse vacío puesto que el sistema lo ignorará y calculará las pérdidas considerando los campos de valores asegurables. Si el *tipo de primer riesgo* es igual a uno, es decir, abarca en un solo límite el inmueble más los contenidos, deberá capturarse dicho importe en este campo. En este caso, el monto capturado en el campo que se describirá más adelante de *límite pérdidas consecuenciales* funciona como una suma asegurada adicional al límite de edificio más contenidos (indicada en el campo *monto de primer riesgo*). Si el *tipo de primer riesgo* es igual a dos, es decir, abarca en un solo límite tanto al inmueble como a los contenidos y a las pérdidas consecuenciales, deberá capturarse dicho importe en este campo.

En el caso de carteras hipotecarias, el *monto de primer riesgo* debe contener el valor de la suma asegurada de la póliza para el inmueble, es decir, el saldo insoluto del crédito o la suma asegurada real amparada.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver sección 4).

**Límite pérdidas consecuenciales (CONSEC\_LIMITE\_MAXIMO)****Dato obligatorio**

Formato: número [en pesos]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en las coberturas de pérdidas consecuenciales de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Sección 4).

**Periodo de cobertura por pérdidas consecuenciales (CONSEC PERIODO\_COBERTURA)****Dato obligatorio**

*Formato: número entero [en días]*

Es el periodo (tiempo) que ampara la póliza en las coberturas de pérdidas consecuenciales de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro. El referido periodo deberá expresarse en días, para efectos de incorporarlo como dato al sistema, el sistema toma internamente este valor como un límite máximo y lo traduce a pesos para compararlo con el valor de *límite pérdidas consecuenciales* y tomar el menor de estos dos.

**Límite bienes bajo convenio expreso (CONVENIO\_LIMITE\_MAXIMO)****Dato obligatorio**

*Formato: número [en pesos]*

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en los bienes cubiertos bajo convenio expreso. Si no se conoce el importe real de los bienes bajo convenio expreso, pero éstos sí están amparados en la póliza, el importe asegurado debe aparecer tanto en el *valor asegurable bienes bajo convenio expreso* como en el campo de *límite bienes bajo convenio expreso*.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Sección 4).

**Deducible inmueble (INM\_DEDUCIBLE)****Deducible contenidos (CONT\_DEDUCIBLE)****Deducible pérdidas consecuenciales (CONSEC\_DEDUCIBLE)****Deducible bienes bajo convenio expreso (CONVENIO\_DEDUCIBLE)****Datos obligatorios**

*Formato: 0 a 100 [por ciento]*

Es el porcentaje del valor asegurable de inmueble, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, respectivamente, que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro. En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

En el caso específico de pérdidas consecuenciales, el deducible que corresponde al periodo de espera, el cual se expresa comúnmente en días, deberá traducirse a un valor porcentual dividiendo el número de días que comprende dicho periodo, entre 365.

En caso de que el *tipo de primer riesgo* sea 1 ó 2, el sistema considerará el porcentaje de deducible estipulado en *deducible inmueble*.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Sección 4).

**Coaseguro inmueble (INM\_COASEGURO)****Coaseguro contenidos (CONT\_COASEGURO)****Coaseguro pérdidas consecuenciales (CONSEC\_COASEGURO)****Coaseguro bienes bajo convenio expreso (CONVENIO\_COASEGURO)****Datos obligatorios**

*Formato: 0 a 100 [por ciento]*

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo. Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

En caso de que el *tipo de primer riesgo* sea 1 ó 2, el sistema considerará el porcentaje de coaseguro estipulado en *coaseguro inmueble*.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Sección 4).

### 3.3 DATOS DE LOCALIZACION

Este grupo de datos permitirá que el sistema RH-MEX<sup>®</sup> determine la localización con distintos niveles de aproximación de cada inmueble asegurado. Se debe tener especial atención para que la localización que se indica sea precisamente la del inmueble y no de la oficina matriz de la empresa o el domicilio fiscal o el lugar al que se envía la póliza; con dicha localización se calculará el peligro o amenaza ante todos los eventos hidrometeorológicos. De igual manera, cuando se trate de carteras con varias ubicaciones o inmuebles se debe indicar la localización de cada una de estas.

El sistema considera dos posibles formas para localizar. Estas son, en orden de precisión: coordenadas geográficas (longitud y latitud) y código postal. El código postal es un dato poco preciso para determinar la localización de la estructura, pero es muy fácil de conseguir; las coordenadas geográficas, como se verá más adelante, se pueden obtener actualmente con herramientas fácilmente disponibles, al menos para los inmuebles más importantes de la cartera.

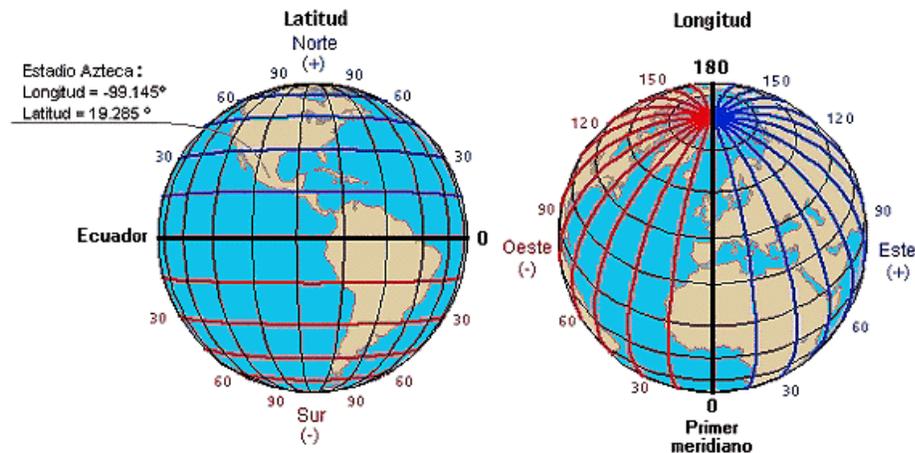
#### Coordenada geográfica de longitud (LONGITUD)

#### Coordenada geográfica de latitud (LATITUD)

##### Datos opcionales

*Formato: número [longitud -118.5000 a -86.5000 grados, latitud 13.5000 a 35.0000 grados]*

Ubicación del inmueble dada en términos de coordenadas geográficas en notación decimal (los minutos y segundos deben cambiarse a esta notación). Para México (Figura 3-1) la coordenada de *longitud* es negativa por ubicarse al oeste del primer meridiano y la coordenada de *latitud* es positiva por ubicarse al norte del ecuador. Debido a que en México un grado es aproximadamente equivalente a 100 km deben incluirse por lo menos cuatro decimales para tener una precisión mínima de  $\pm 10$  m.



**Figura 3-1** Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas se pueden obtener:

- En gabinete, con ayuda de planos muy detallados.
- En campo (Figura 3-2a), con ayuda de dispositivos GPS (*Global Positioning Systems*). En este caso debe tomarse en cuenta que la resolución de algunos dispositivos puede variar por decenas de metros, lo que sería particularmente grave si las coordenadas indicadas caen por error en el mar lo que para el sistema no es aceptable y optaría por localizar el edificio con el *código postal* y *primera línea*.
- Por Internet con herramientas como *Google Earth*<sup>®</sup> (Figura 3-2b). En este caso se debe personalizar para que muestre las coordenadas en grados en formato decimal ya que la opción por omisión es grados-minutos-segundos.

En caso de dar coordenadas el sistema asumirá que esta información es precisa y no tomará en cuenta el *código postal* pero sí el dato de *primera línea*. Sin embargo, si la combinación de coordenadas *latitud-longitud* se encuentra fuera de las costas de México el sistema advertirá del error y localizará la estructura con el *código postal* y *primera línea*. Si las coordenadas geográficas no corresponden al *Estado* indicado de manera opcional el sistema advertirá del error pero tomará las coordenadas como verdaderas.



(a)



(b)

**Figura 3-2** Formas para conocer las coordenadas de una ubicación: (a) dispositivo GPS (usado por ERN durante la inspección de los daños causados por Wilma) y (b) imagen de punta Cancún en Google Earth donde se aprecia que es posible fijar las coordenadas precisas de prácticamente cualquier ubicación.

**Código postal (CODIGO\_POSTAL)**

*Dato obligatorio*

*Formato: número entero [del 01000 al 99999]*

Es un número entero compuesto de cinco dígitos que está asociado a un área geográfica del país. Cada posición, leída de izquierda a derecha, permite identificar una zona específica dentro de la República Mexicana. Las dos primeras posiciones corresponden a la Entidad Federativa o a la Delegación en el caso del Distrito Federal. La tercera posición indica una ciudad importante, un municipio o una de las diez áreas en que está dividida postalmente cada Delegación del Distrito Federal. La cuarta representa un municipio o colonia de una ciudad y la quinta un conjunto de manzanas o el número específico de una dependencia. Sin embargo, los códigos postales no fueron creados para localizar edificaciones sino, evidentemente, como una herramienta para repartir correo, por lo que no es posible asignarle a todos ellos un solo par de coordenadas.

**Clave del estado (CLAVE\_ESTADO)**

*Dato opcional*

*Formato: número entero [1 al 32]*

Se refiere al número de cada *estado* de la República Mexicana. Cada uno de estos tiene un valor numérico que va desde 1 hasta 32, conforme al Catálogo 3-1 indicado a continuación. Este dato sólo es para que el usuario tenga una verificación de que las coordenadas geográficas indicadas explícitamente o calculadas a partir del *código postal* y *primera línea* están dentro del *estado*. Si no se cuenta con la información o no se desea indicar este campo puede quedar en blanco.

Catálogo 3-1, Clave y nombre de los estados

1	Aguascalientes	12	Guerrero	23	Quintana Roo
2	Baja California	13	Hidalgo	24	San Luis Potosí
3	Baja Calif. Sur	14	Jalisco	25	Sinaloa
4	Campeche	15	México	26	Sonora
5	Coahuila	16	Michoacán	27	Tabasco
6	Colima	17	Morelos	28	Tamaulipas
7	Chiapas	18	Nayarit	29	Tlaxcala
8	Chihuahua	19	Nuevo León	30	Veracruz
9	Distrito Federal	20	Oaxaca	31	Yucatán
10	Durango	21	Puebla	32	Zacatecas
11	Guanajuato	22	Querétaro		



**Primera línea frente al mar (PRIMERA\_LINEA\_MAR)****Dato obligatorio**

Formato: número entero [1: primera línea; 2: fuera de primera línea]



Se deberá especificar si el edificio se encuentra ubicado cerca o no de mar. Esto es indispensable para calcular pérdidas por viento, marea de tormenta, maremoto e inundación. Se adoptó la convención incluida en el endoso de hidrometeorológicos de AMIS de preguntar solo si el inmueble se encuentra a menos de 500 metros de la línea de rompimiento de las olas en marea alta.

Durante el primer año de operación del sistema este dato se podrá asignar a partir del uso del inmueble (ver Catálogo 3-2) de la siguiente forma: Si el código postal pertenece a un municipio costero y el uso corresponde a

vivienda de lujo (2 y 4), hotel (7), tienda departamental, centro comercial, comercio, tienda en general (10 y 16), restaurante, bar, salón de baile y centro nocturno (11 y 17) se indicará que el inmueble se encuentra en *primera línea* frente al mar; para los usos restantes y códigos postales en municipios que no sean costeros se podrá indicar que el inmueble se encuentra *fuera de primera línea*.

**Primera línea frente a lago, laguna o río (PRIMERA\_LINEA\_LAGO)****Dato opcional**

Formato: número entero [1: primera línea; 2: fuera de primera línea]

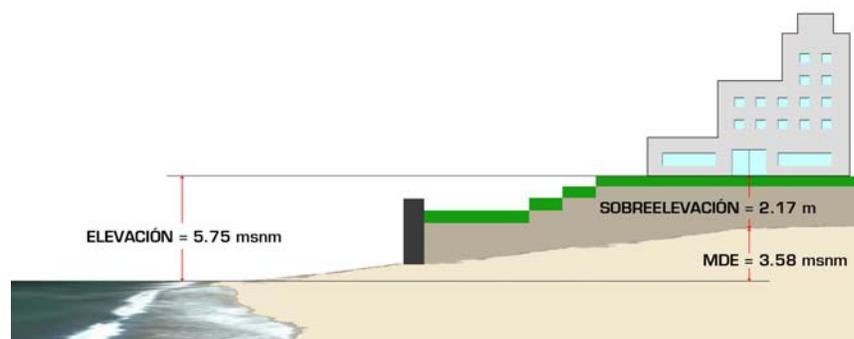
Se deberá especificar si el edificio se encuentra ubicado cerca o no de algún cuerpo de agua. Esto es indispensable para calcular pérdidas por inundación. Se adoptó la convención incluida en el endoso de hidrometeorológicos de AMIS de preguntar sólo si el inmueble se encuentra a menos de 250 metros de un lago o laguna.

Si se desconoce esta información deberá dejarse vacío el campo y el sistema asignará *fuera de primera línea* independientemente del uso.

**Sobreelevación de desplante de la planta baja****(SOBREELEVACION\_DESPLANTE)****Dato opcional**

Formato: metros [-10 a 10]

La diferencia de elevaciones (sobreelevación) en metros del nivel de piso terminado de la planta baja del inmueble, sin incluir sótanos, con respecto al nivel medio del terreno circundante (que en el sistema está dado por el modelo digital de elevación del terreno, MDE, a partir de los datos de localización).



**Figura 3-3** Ejemplo de sobreelevación de desplante del nivel de piso terminado de la planta baja en relación al modelo digital de elevación del terreno (MDE). En este ejemplo se debe indicar una *sobreelevación* de 2.17 m.

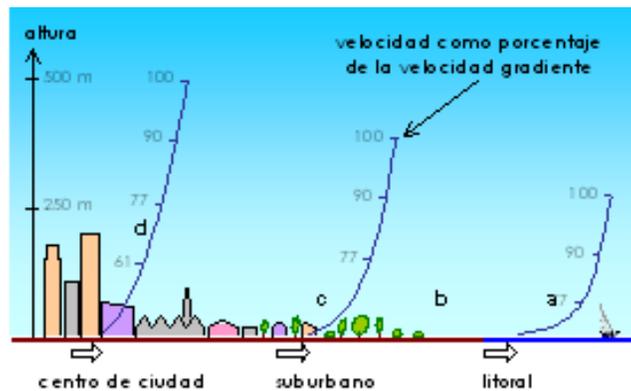
Cuando no se ingrese este dato y el inmueble se encuentre en primera línea, el sistema asignará una *sobreelevación de desplante* de 2.0 metros para el uso de hotel (uso 7), 1.5 metros para departamento de lujo (uso 4) y 1.0 metro para los usos vivienda de lujo, restaurante, bar, salón de baile y centro nocturno (usos 2, 11 y 17); para inmuebles fuera de primera línea se considerará una sobreelevación de 0.1 metros independientemente del uso.

### Rugosidad del terreno (RUGOSIDAD)

#### *Dato opcional*

*Formato: número entero [1 a 4]*

El movimiento de las masas de aire se ve restringido por la fricción con la superficie del terreno, lo cual origina que la velocidad sea prácticamente nula en contacto con el mismo y crezca con la altura hasta alcanzar la velocidad del flujo no perturbado (llamada velocidad gradiente). La rapidez con que la velocidad crece con la altura depende de la rugosidad de la superficie del terreno (Figura 3-3a). Para un terreno muy liso, como en campo abierto con vegetación muy baja, el viento mantiene velocidad muy alta aún cerca de la superficie, mientras que en el centro de grandes ciudades con edificaciones altas la velocidad disminuye rápidamente desde una altura de varias decenas de metros hasta la superficie del terreno.



**Figura 3-3a** Variación de la velocidad del viento con la altura sobre terrenos de diferentes características.



1. Campo abierto plano

2. Árboles o construcciones dispersas



3. Arbolado, lomeríos, barrio residencial

4. Muy accidentada, centro de ciudad

**Figura 3-3b** Ejemplos de diferentes terrenos para los cuales hay que indicar distintas rugosidades.

Se deberán especificar las características predominantes del terreno circundante al sitio en que se desplanta el inmueble asegurado, de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. *Campo abierto plano.* Franjas costeras planas, campos aéreos, pastizales y tierras de cultivo, donde el viento encuentra muy poca restricción a su paso.
2. *Arboles aislados o construcciones dispersas.* Campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones.
3. *Arbolado intenso, lomeríos, barrio residencial.* Areas urbanas, suburbanas y de bosques; en estas zonas el viento encuentra una importante obstrucción a su paso.
4. *Muy accidentada, centro de ciudad.* Terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas, el cual se asocia con el centro de grandes ciudades y complejos industriales; en estas zonas el viento encuentra una gran obstrucción a su paso, lo cual provoca la generación de vórtices o remolinos al pasar el viento entre construcciones de diferente forma y altura.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará de forma aproximada una rugosidad del terreno de acuerdo a la ubicación del inmueble en primera línea o si se localiza dentro de una ciudad.

### **3.4 DATOS DE LA ESTRUCTURA**

El siguiente grupo de datos permitirá al sistema determinar la vulnerabilidad de la estructura asegurada. El sistema calcula el riesgo para tres tipos de edificaciones: naves industriales, edificaciones y otros, pero cada una de estas pudo haber sido construida con distintos tipos estructurales y tener características particulares que arrojarán un riesgo también distinto.

El primer grupo de datos sirven para conocer el tipo estructural ya que aportan información para definir los rasgos más importantes de la estructura y de sus contenidos. El segundo grupo de datos permitirá al sistema identificar materiales vulnerables en elementos de recubrimiento, identificar la presencia de obras de protección contra el embate de la marea y oleaje. A continuación se describen estos datos.

#### **Uso del inmueble (USO\_INMUEBLE)**

##### ***Dato obligatorio***

*Formato: número entero [1 al 33]*

Se debe seleccionar el uso principal del edificio de acuerdo al Catálogo 3-2. Si en el catálogo no se encuentra la opción exacta, se deberá seleccionar la que de acuerdo al criterio del usuario se aproxime más al uso de la estructura. La importancia de indicar el uso se debe a que el diseño de las estructuras está en función del mismo, y el sistema toma en cuenta estas consideraciones. El uso del edificio es importante también porque define el tipo de contenidos y su vulnerabilidad.

Es común que una misma póliza contenga varios inmuebles con varios usos por lo que se recomienda introducir cada uno de ellos, con sus respectivos valores, para que el cálculo de las pérdidas sea más preciso.

**Catálogo 3-2** Uso del inmueble

Uso del inmueble	Tipo		
<b>1</b> Casa habitación <b>2</b> Casa habitación (lujo) <b>3</b> Departamento <b>4</b> Departamento (lujo) <b>5</b> Vivienda (crédito hipotecario)* <b>6</b> Oficina <b>7</b> Hotel <b>8</b> Escuela <b>9</b> Hospital, clínica, sanatorio	Edificio		
<b>10</b> Tienda departamental, centro comercial, comercio y tienda en general <b>11</b> Restaurante, Bar, Salón de Baile, Centro nocturno <b>12</b> Bodega con contenidos no vulnerables al agua (plásticos, vidrio, llantas, entre otros) <b>13</b> Bodega con contenidos mixtos, vulnerables y no al agua <b>14</b> Bodega con contenidos vulnerables al agua (equipo eléctrico, electrónico, alimentos, cemento, papel, entre otros) <b>15</b> Fábrica			
<b>16</b> Tienda departamental, centro comercial, comercio y tienda en general <b>17</b> Restaurante, Bar, Salón de Baile, Centro nocturno <b>18</b> Bodega con contenidos no vulnerables al agua (plásticos, vidrio, llantas, entre otros) <b>19</b> Bodega con contenidos mixtos, vulnerables y no al agua <b>20</b> Bodega con contenidos vulnerables al agua (equipo eléctrico, electrónico, alimentos, cemento, papel, entre otros) <b>21</b> Fábrica <b>22</b> Gasolineras		Nave Industrial	
<b>23</b> Antenas y torres de transmisión y recepción <b>24</b> Albercas <b>25</b> Anuncios y rótulos <b>26</b> Caminos, andadores, calles, guarniciones y patios <b>27</b> Tanques o silos <b>28</b> Elementos decorativos de áreas exteriores <b>29</b> Instalaciones y canchas deportivas <b>30</b> Luminarias <b>31</b> Muros de contención de concreto armado, bardas, rejas y mallas perimetrales (incluye puertas y portones) <b>32</b> Palapas y pérgolas <b>33</b> Sistemas de riego incluyendo tuberías			Otros

\* Se distingue vivienda hipotecaria porque en esta no será obligatorio el número de pisos del edificio.

De los usos mostrados en el Catálogo 3-2 se distinguen tres grupos, aquellos en estructuras tipo edificio, tipo industrial y otros. A continuación se describen de manera general los dos primeros (Figura 3-5):

- **Tipo Industrial.** Sistemas estructurales que en general se usan para fábricas, talleres, almacenes, bodegas y plantas de ensamble, entre otras. Algunas edificaciones de uso comercial pueden tener una estructura tipo industrial como casi todas las tiendas de autoservicio formados por estructuras de grandes claros de un solo nivel.
- **Tipo Edificio.** Es el tipo más común. Consta de columnas, trabes, losas y muros rígidamente unidos en todos los niveles.

El sistema no podrá calcular pérdidas de los siguientes usos, ya sea por la complejidad que implica o por la poca frecuencia en que éstos se aseguran:

- **Presas.** Son estructuras tan complejas y tan importantes que hacer un cálculo aproximado es sumamente riesgoso ya que contendrá incertidumbres enormes
- **Carreteras.** Para calcular pérdidas de manera confiable de este tipo de infraestructura se requerirá preguntar muchos datos, lo que haría muy complejo el uso del RH-MEX®.

### Número de pisos (NUM\_PISOS)

*Dato obligatorio*

*Formato: número entero [1 al 57]*

Corresponde al número de pisos que tiene el edificio que se quiere evaluar. El número de pisos se debe contar a partir de la planta baja, sin incluir sótanos. En caso de que el edificio se ubique en una loma y por la pendiente del terreno esté escalonado, el número de pisos debe de contarse a partir del piso más bajo. Cuando existan mezzanines se deben contar éstos como pisos. Algunos ejemplos de estos casos se muestran en la Figura 3-6.

El número de pisos tiene una utilidad primordial en el caso de riesgo por viento, inundación (por marea, oleaje, tsunami o lluvia) y granizo. Con este dato se determina si el edificio que se está analizando es de materiales ligeros o pesados, lo cual es determinante en el cálculo de pérdidas por viento y granizo; en general, construcciones de más de 3 niveles tienen losas de entrepiso pesadas y la estructura es robusta, mientras que construcciones de pocos niveles pueden tener cubiertas muy ligeras, estructuras esbeltas y por lo tanto son más riesgosas ante viento y la caída de granizo. En el caso de inundación el número de pisos permite al sistema determinar el porcentaje de daño a contenidos en función del número de niveles debido a una altura máxima de ola sobre el nivel medio del mar o lluvia máxima acumulada.

La CNSF ha autorizado que durante un período de transición para los créditos hipotecarios este campo sea optativo. En estos casos, cuando el usuario no indique un número de pisos el sistema asumirá que el bien asegurado tiene un solo piso.



(a) Edificaciones industriales



(b) Edificaciones tipo edificio (vivienda, izquierda, y oficinas, derecha)

Figura 3-5 Ejemplos de diferentes tipos de inmuebles en función de su estructuración.

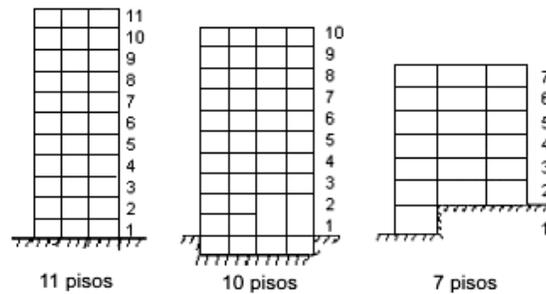


Figura 3-6 Ejemplos de edificios con diferente número de pisos.

Para los usos que corresponden a otros tipos (usos 23 a 33) el sistema considerará *número de pisos* igual a uno.

#### Piso (PISO)

*Dato optativo*

*Formato: número entero [1 al 57]*

Corresponde al piso en que está ubicado el bien asegurado. Esto es relevante en el caso de viviendas y oficinas aseguradas que no abarcan todo el edificio, sobre todo cuando están ubicados en pisos superiores que no son vulnerables a inundación por maremoto, marea de tormenta, lluvia o desbordamiento de ríos. Para el caso de vivienda hipotecaria donde no se indicó el número de pisos del edificio pero si se indica el campo de *piso* el sistema tomará éste como válido para el cálculo de pérdidas. Si no se conoce se deberá dejar este campo vacío.

Cuando no se ingrese este dato, para el uso de departamento (3 y 4) el sistema asignará que el inmueble asegurado se ubica en *primer nivel*, para los usos restantes el inmueble asegurado se considera el *edificio completo*.

#### Tipo de cubierta (TIPO\_CUBIERTA)

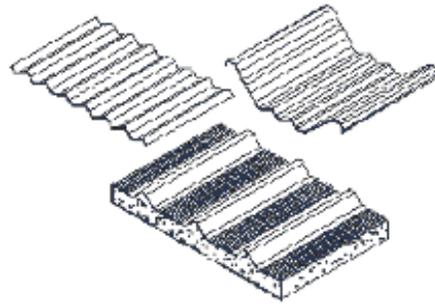
*Dato obligatorio*

*Formato: número entero [1 al 4]*

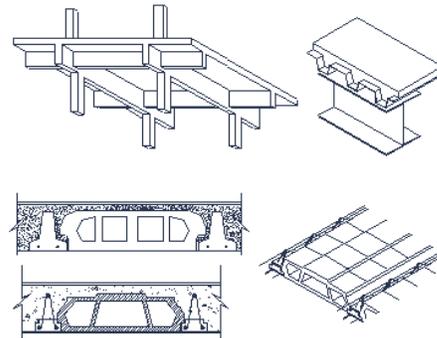
Se deberá especificar el peso del material predominante y el diseño de la cubierta del inmueble. La cubierta se considera ligera si está construida por alguno de los siguientes elementos: lámina metálica, lámina translúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas, entre otros. La cubierta se considera pesada si está construida a base de alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y losacero con capa de compresión de concreto, entre otros. Se deberá indicar una de las siguientes opciones. Si no se conoce se deberá dejar el campo vacío.

1. Cubierta pesada.
2. Cubierta ligera sin diseño estructural o artesanal.
3. Cubierta ligera con diseño genérico.
4. Cubierta ligera con diseño específico (existe memoria de cálculo basada en algún reglamento o código que considere explícitamente las fuerzas y acciones propias del sitio).

Este dato es relevante en riesgos por viento y granizo, ya que el tipo de cubierta establece una marcada diferencia en la vulnerabilidad de las construcciones. Para el caso de edificios este campo se ignorará ya que todos ellos tienen cubierta pesada y para el caso de otros tipos (usos 23 a 33) este campo no se tomará en cuenta.



(a) Cubierta ligera



(b) Cubierta pesada

Figura 3-7 Ejemplos de naves industriales con diferente cubierta.

#### Forma de la cubierta (FORMA\_CUBIERTA)

##### Dato opcional

Formato: número entero [1 al 5]

Se deberá especificar la forma de la cubierta. Los techos horizontales son muy vulnerables ante la acción del viento al presentarse succiones que tratan de desprender la cubierta de sus soportes; los techos inclinados y curvos son menos vulnerables ante la acción del viento. En los techos en forma de sierra se generan vórtices o remolinos que tienden a dañar algunas zonas. La inclinación de las cubiertas es también muy importante ante la acumulación de granizo. Si no se conoce este dato, se deberá dejar el campo vacío. Se deberá indicar:

1. Horizontal
2. Inclinada con pendiente media, si es aproximadamente menor que 30 grados
3. Inclinada con pendiente alta, si es aproximadamente mayor que 30 grados
4. Forma de sierra
5. Forma curva

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará forma *inclinada con pendiente media* para los usos que corresponden a naves industriales (16 al 22) y si el campo de "tipo de cubierta" corresponde a cubierta ligera (2 al 4); en los usos que corresponden a edificio (1 al 15) el sistema asignará forma *horizontal* si en campo de tipo de cubierta corresponde a cubierta pesada (1) y para el caso de otros tipos (usos 23 a 33) este campo no se tomará en cuenta.

**Irregularidad en planta (IRRE\_PLANTA)****Dato opcional**

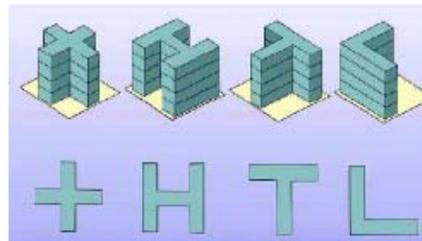
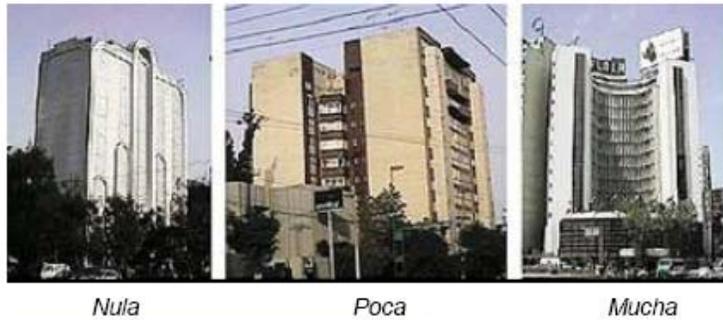
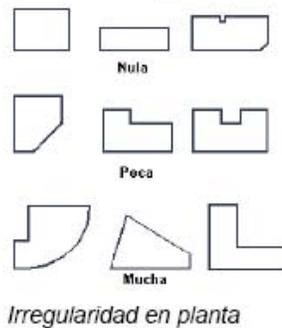
Formato: número entero [1 al 3]

La irregularidad en planta se refiere a una distribución asimétrica de los cuerpos que forman el inmueble. Configuraciones típicas con mucha irregularidad en planta son (Figura 3-8):

- *Edificios asimétricos* por su forma en planta, como triangulares y con frentes curvos, entre otras.
- *Edificios muy alargados en planta*. Se considera que un edificio es alargado (irregular) cuando la relación largo/ancho excede de 2.
- *Edificios con proyección en planta en forma de L, T, H, U o similares*, en los que la proyección de la parte saliente excede el 20% de la dimensión total del edificio.

Ante la acción del viento, en las estructuras con planta irregular se generan vórtices o remolinos que incrementan la velocidad del viento en algunas zonas del inmueble asegurado, aumentando los daños y pérdidas. Se deberá indicar cualquiera de las siguientes opciones o, si no se conoce este dato, dejar el campo vacío:

1. Irregularidad nula
2. Poca irregularidad
3. Mucha irregularidad



**Figura 3-8** Ejemplos de irregularidades en planta

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará *poca irregularidad* en todos los usos a excepción de casa habitación (1) donde el sistema asignará *irregularidad nula*; para el caso de los usos 2, 3, 4 y 7 el sistema asignará *mucha irregularidad* si el inmueble se localiza en primera línea frente al mar y para los usos 23 a 33 este campo no se tomará en cuenta.

**Cerca de postes, anuncios espectaculares o árboles (OBJETOS\_CERCA)****Dato opcional**

Formato: número entero [1, si hay objetos; 2, no hay objetos]

La presencia de postes de luz o teléfono, anuncios espectaculares, árboles u otros objetos de gran tamaño que pueden colapsar por la acción del viento directamente sobre una parte del bien asegurado representan un claro peligro que debe tomarse en cuenta. Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío el campo.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema considerará que **si hay objetos** cerca del inmueble y para los usos 23 a 33 este campo no se tomará en cuenta.

**Objetos en azotea que puedan desprenderse (AZOTEA)****Dato opcional**

*Formato: número entero [1: si tiene objetos; 2: no tiene objetos]*

Los objetos como tejas, antenas parabólicas, anuncios espectaculares, equipo de telecomunicaciones, antenas para radio y equipos de aire acondicionado y ventilación colocados en la azotea del inmueble asegurado, son propensos a desprenderse y caer por la acción de fuertes vientos. Esto además de representar un daño directo puede provocar otros daños en el inmueble. Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema considerará que **si tiene objetos** en azotea a excepción de los usos 1, 3, 5, 8 y 22 en los que se considerará que **no tienen objetos** y para los usos 23 a 33 este campo no se tomará en cuenta.

**Tamaño de cristal en fachadas (TAMAÑO\_CRISTAL)****Dato opcional**

*Formato: número entero [1 a 3]*

Se deberá definir de manera aproximada el tamaño de los cristales expuestos en el inmueble asegurado de acuerdo con el siguiente criterio:

1. Chicos, menores a 0.5 metros cuadrados
2. Medianos, entre 0.5 y 1.5 metros cuadrados
3. Grandes, mayores a 1.5 metros cuadrados

El tamaño del cristal o vidrio se definirá por el área independiente dentro del marco de apoyo de cada uno, el cual funciona como soporte y hacia el cual se transmite la presión ejercida por el viento. Los cristales grandes son más vulnerables que los cristales chicos (si cuentan con igual espesor) ante las fuerzas originadas por viento o el impacto de objetos y granizo. Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará tamaño de cristales *grandes* para los usos 2, 4, 7, 10, 11, 16 y 17; para los usos 6, 8 y 9 considerará cristales *medianos* y para los usos restantes cristales *chicos* con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

**Tipo de ventanas (TIPO\_VENTANAS)****Dato opcional**

*Formato: número entero [1 al 3]*

Se deberá definir la vulnerabilidad de cristales y su protección en las ventanas y ventanales de las fachadas. Los cristales templados presentan una mayor resistencia a la presión del viento o el impacto de granizo debido a las propiedades mecánicas adquiridas en su fabricación. Lo mismo sucede, aunque de manera más obvia, con los tapiales y las cortinas anticiclónicas. Las películas plásticas en cristales proporcionan protección contra el daño que pueden ocasionar objetos arrastrados por el viento como ramas de árbol, tejas y láminas, entre otros, o el daño por el impacto de granizo; lo cual contribuye a reducir el daño al interior del inmueble y contenidos. Se deberá indicar el tipo de vulnerabilidad que más se adapte al inmueble de acuerdo con las siguientes opciones.

1. Baja, ventanas que cuentan con cortina anticiclónica, tapial estructural o películas plásticas, independientemente del espesor de los cristales.
2. Media, ventanas que cuentan con cristales gruesos, cristales templados o tapial simple de madera. Se consideran cristales gruesos aquellos con espesor mayor que 10 mm.
3. Alta, ventanas que cuentan con cristales de poco espesor sin tapiales ni cortinas anticiclónicas. Se consideran cristales de poco espesor aquellos con espesor menor que 10 mm.

Es posible que un mismo inmueble cuente con distintos tipos de ventana, por ejemplo, que en la planta baja existan cortinas anticiclónicas y en el resto solo tapiales o cristales expuestos de cualquier tipo. En este caso se deberá indicar el tipo de ventanas predominante en el inmueble.

Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío el campo. Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará ventanas con mediana vulnerabilidad en todos los usos y para el caso de otros tipos (usos 23 a 33) este campo no se tomará en cuenta.

**Tipo de domos (TIPO\_DOMOS)*****Dato opcional***

*Formato: número entero [1 al 4]*

Se deberá definir la vulnerabilidad de domos y tragaluces. Los cristales templados presentan una mayor resistencia a la presión del viento o el impacto de granizo debido a las propiedades mecánicas adquiridas en su fabricación. Lo mismo sucede, aunque de manera más obvia, con los tapias y las cortinas anticiclónicas. Las películas plásticas en cristales proporcionan protección contra el daño que pueden ocasionar objetos arrastrados por el viento como ramas de árbol, tejas y láminas, entre otros, o el daño por el impacto de granizo; lo cual contribuye a reducir el daño al interior del inmueble y contenidos. Se deberá indicar el tipo de vulnerabilidad que más se adapte al inmueble de acuerdo con las siguientes opciones.

1. Nula, el inmueble no tiene domos.
2. Baja, domos que cuentan con cortina anticiclónica, tapial estructural o películas plásticas, independientemente del espesor de los cristales.
3. Media, domos que cuentan con cristales gruesos, cristales templados o tapial simple de madera. Se considera cristales gruesos aquellos con espesor mayor a 10 mm.
4. Alta, domos que cuentan con cristales de poco espesor o de acrílico, sin tapias ni cortinas anticiclónicas. Se consideran cristales de poco espesor aquellos con espesor menor que 10 mm.

Es posible que un mismo inmueble cuente con distintos tipos de domo. En este caso se deberá indicar el tipo de domo predominante en el inmueble.

Si se desconoce este dato deberá dejarse el campo vacío. Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará vulnerabilidad media en los usos 2, 4, 6, 7, 10, 11, 16 y 17; para los usos restantes considerará vulnerabilidad nula con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

**Soporte de ventanas (SOPORTE\_VENTANA)*****Dato opcional***

*Formato: número entero [1 al 3]*

Se debe definir el tipo de apoyo de cristales en fachadas (ventanas y ventanales) y techos (domos y tragaluces). Aquellos cristales de ventanas, ventanales, domos o tragaluces que no cuentan con marcos de apoyo rígidos como aluminio, acero o madera y en su lugar se colocan apoyos de cristal o pequeños herrajes, resultan muy vulnerables a la presión ejercida por el viento, ya que no representan un apoyo adecuado. Si no se cuenta con el dato se deberá dejar el campo vacío. Se deberá indicar:

1. Soporte sin diseño estructural o artesanal, basado en la experiencia del personal que realiza la instalación de ventanas y que no cuenta con conocimientos técnicos sobre la reglamentación vigente.
2. Soporte con diseño genérico, donde no se toman en cuenta las condiciones locales a que se encontrará expuesto el elemento instalado, como es el caso de ventanas fabricadas en grandes lotes que se venden con elementos de anclaje a separaciones estándar.
3. Soporte con diseño específico, donde existe una memoria de cálculo basada en algún reglamento o código que considere explícitamente las fuerzas y acciones propias del sitio.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará soporte sin diseño estructural o artesanal en los usos 1 al 5 y 8; para el uso 9 considerará soporte con diseño específico; para los usos restantes considerará soporte con diseño genérico con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

**Porcentaje de cristal en fachadas (PORCENTAJE\_CRISTAL\_FACHADAS)****Dato opcional**

Formato: número entero [1 a 3]

Se deberá especificar el porcentaje total aproximado de área expuesta o recubierta con cristal en las fachadas respecto al área total expuesta. Las edificaciones que presentan grandes áreas de cristal presentan mayores daños ante la acción del viento y el impacto de granizo. Existen edificios cien por ciento cubiertos por cristales. El porcentaje mínimo a indicar en este campo es el que resulte de cuantificar solamente el área de las ventanas (Figura 3-9a). Se deberá indicar alguna de las siguientes opciones o dejar el campo vacío si no se conoce este dato.

1. Porcentaje Bajo, menor al 30%.
2. Porcentaje Medio, entre 30 y 60%.
3. Porcentaje Alto, mayor al 60%.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará *porcentaje alto de cristal* en los usos 6, 7 y 22; para los usos 2, 4, 9, 10, 11, 16 y 17 considerará *porcentaje medio*; para los usos restantes considerará *porcentaje bajo* con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

**Porcentaje de domos (PORCENTAJE\_DOMOS)****Dato opcional**

Formato: número entero [1 a 4]

Se deberá especificar el porcentaje total aproximado de área expuesta o recubierta con domos respecto al área total de la azotea del edificio. Las edificaciones que presentan grandes domos presentan mayores daños ante la acción de vientos (Figura 3-9b) y el impacto de granizo. Se deberá indicar alguna de las siguientes opciones o dejar el campo vacío si no se conoce este dato.

1. Porcentaje Nulo, 0%.
2. Porcentaje Bajo, menor al 10%.
3. Porcentaje Medio, entre 10 y 25%.
4. Porcentaje Alto, mayor al 25%.



(a) Vitral en fachada

(b) Domos y tragaluces

**Figura 3-9** Ventanas y vitrales en fachadas, y domos y tragaluces

Cuando no se ingrese este dato, si el campo “tipo de domos” contiene la opción “nula vulnerabilidad” el porcentaje de domos será nulo (1); si el campo “tipo de domos” contiene cualquier otra opción el sistema asignará porcentaje medio de domos en los usos 7, 10, 11, 16 y 17; para los usos restantes considerará porcentaje bajo con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

**Tablarroca, plástico y lámina en fachada (OTROS\_FACHADA)****Dato opcional**

*Formato: número entero [1 a 4]*

Se deberá especificar de manera general la presencia de materiales frágiles como la tablarroca, plástico o lámina en las fachadas, techos y plafones expuestos. Estos materiales ceden fácilmente ante las fuerzas de viento y dejan aberturas que desencadenan otros daños, muchas veces mayores a la falla misma de aquéllos. Se deberá indicar alguna de las siguientes opciones o dejar el campo vacío si no se conoce este dato.

1. No tiene (0% del área expuesta en fachadas y techos).
2. Contiene estos materiales solo en algunas partes (menor al 20% del área expuesta en fachadas y techos).
3. Contiene estos materiales en muchas áreas (entre el 20% y 50% del área expuesta en fachadas y techos).
4. Presencia generalizada (mayor al 50% del área expuesta en fachadas y techos).

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará que no tiene materiales en fachada para los usos 1 al 3, 5 y 8; para los usos 6, 7, 10 y 11 considerará que contiene estos materiales en muchas áreas; para los usos 16 al 22 asignará presencia generalizada de estos materiales; para los usos restantes considerará que contiene estos materiales solo en algunas partes con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

**Tipo de muro de contención (MUROS\_CONTENCION)****Dato opcional**

*Formato: número entero [1 al 4]*

Se deberá indicar el tipo de muro de contención hacia el mar, río o laguna, o dejar el campo vacío si no se conoce este dato:

1. Concreto reforzado con cimentación profunda
2. Concreto reforzado con cimentación superficial
3. Mampostería de piedra o tabique
4. Sin muro

Cuando no se ingrese este dato, si el inmueble se ubica en primera línea frente al mar el sistema considerará muro de concreto reforzado con cimentación superficial para los usos 3, 4 y 6 a 9; si ésta fuera de primera línea asignará sin muro para todos los usos.

**4. DEFINICION DE DATOS PARA POLIZAS COLECTIVAS Y POLIZAS CON CONTRATOS DE REASEGURO A CAPAS**

En esta sección se establecen los datos que identifican las características de las pólizas colectivas y las pólizas con capas. La manera en que se ingresan este tipo de pólizas es utilizando una base con la misma estructura mostrada para los inmuebles independientes, pero vinculando estos inmuebles a una sola póliza colectiva mediante un encabezado que contiene datos de referencia de la misma (fig. 4-1). Este encabezado es también empleado para definir las capas que indican los valores globales y las variables de reaseguro.

Las pólizas colectivas son aquellas que amparan dos o más inmuebles con un límite de responsabilidad único por lo que al menos deben contener una capa que defina este límite o varias capas que definan los esquemas de reaseguro comunes para todos los inmuebles.

Una póliza individual puede tener capas (seguro no proporcional) sólo si ésta comparte un límite máximo de responsabilidad único para todos sus rubros (inmueble, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio), para lo cual se debe definir un encabezado igual al de las pólizas colectivas y de la misma manera los esquemas de capas para definir el reaseguro no proporcional. En resumen, una póliza individual puede tener capas sólo si se modela como una póliza colectiva de un solo registro.

NumeroPoliza	TipoPoliza	FechaInicio	FechaFin	
1-5002050080-3919	2	01/01/2006	31/12/2006	
NUM_REGISTRO	FECHA_INICIO	FECHA_FIN	INM_VALOR_ASEGURABLE	
1	01/01/2007	31/12/2007	4663.3	
2	01/01/2007	31/12/2007	6830.6	
3	01/01/2007	31/12/2007	6832.13	
4	01/01/2007	31/12/2007	7683.07	
5	01/01/2007	31/12/2007	10069.1	
6	01/01/2007	31/12/2007	12496.7	
7	01/01/2007	31/12/2007	13070.45	
8	01/01/2007	31/12/2007	13578.25	
9	01/01/2007	31/12/2007	14368.4	
10	01/01/2007	31/12/2007	14795.95	

**Figura 4-1** Esquema de póliza colectiva

#### Número de póliza como llave primaria (NumeroPoliza)

**Dato obligatorio**

*Formato: caracteres alfanuméricos*

Se refiere a la clave que utilice el usuario para identificar cada póliza colectiva o con capas. Este dato es alfanumérico y al igual que el campo de *Número de póliza* de cada inmueble, definido y comentado en el capítulo 1, este campo no deberá repetirse en otras pólizas colectivas.

Este campo también se emplea para vincular una póliza colectiva o con capas con varios inmuebles independientes, los inmuebles que se ingresan a estas pólizas deben tener exactamente el mismo *Número de póliza* que el utilizado en este campo, incluyendo mayúsculas, minúsculas y caracteres especiales.

#### Tipo de póliza colectiva (TipoPoliza)

**Dato obligatorio**

*Formato: número entero [1 ó 2]*

Este campo identifica el tipo de póliza colectiva con las siguientes opciones:

1. Semi-agrupadas: Comparten el mismo límite máximo de responsabilidad, y tanto el deducible como el coaseguro se toma de cada inmueble
2. Agrupadas: Comparten el mismo límite máximo de responsabilidad, deducible y coaseguro de manera global.

Estas opciones son igualmente aplicables a pólizas independientes que se modelan como colectivas para ingresar esquemas de reaseguro por capas.

#### Fecha de inicio de póliza colectiva (FechaInicio)

#### Fecha de terminación de póliza colectiva (FechaFin)

**Datos obligatorios**

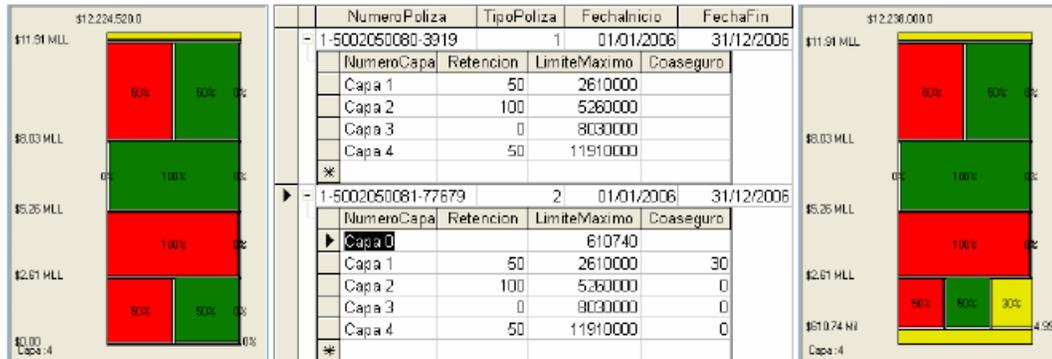
*Formato: dd/mm/aaaa*

Estos datos se refieren a la fecha de inicio y fin de vigencia de la póliza colectiva o con capas y tienen las mismas características que las fechas de vigencia de las pólizas individuales. El sistema, por convención, considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema toma como vigente dicha póliza. También, por convención, el sistema considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de valuación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza el sistema toma como fuera de vigencia dicha póliza. Para el caso de *créditos hipotecarios* que requieran un cálculo del mes completo deberá ponerse como fecha de terminación el primer día del mes siguiente.

Al ingresar una póliza colectiva o con capas los datos de fecha de inicio y fin de cada inmueble (Tabla Uno) no se toman en cuenta ya que sólo se toman de forma global las fechas de vigencia definidas en este campo (tabla dos).

### Definición de Capas

En esta parte se explican los campos necesarios para el ingreso de capas para definir reaseguro no proporcional en pólizas colectivas e independientes. Cada póliza puede tener un número diferente de capas las cuales corresponden a diferentes contratos de reaseguro con varias compañías y con diferentes límites y prioridades, las capas se definen por el número de renglones de la tabla correspondiente. En la figura 4.2 se ilustran dos pólizas con cuatro capas cada una, las capas corresponden a una póliza semi-agrupada (tabla superior) y una agrupada (tabla inferior).



**Figura 4-2** Esquema de póliza con capas. A la izquierda se ilustra el esquema de una póliza semi-agrupada la cual se ingresa mediante la tabla superior de la figura central, a la derecha se ejemplifica una póliza agrupada cuyos datos corresponden a la tabla inferior.

#### Descripción del número de capa (NumeroCapa)

##### Dato obligatorio

**Formato:** caracteres alfanuméricos

Se refiere a la clave que utilice el usuario para identificar el número de capa de la póliza. Este dato es alfanumérico y por claridad se recomienda ingresar la palabra "Capa" seguido del número de capa que corresponda.

Generalmente las capas empiezan desde la Capa 1, pero para la definición del deducible en pólizas agrupadas es recomendable iniciar desde la Capa 0 como lo ilustra la figura 4.2.

#### Porcentaje de retención por capa (Retencion)

##### Dato obligatorio

**Formato:** 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la compañía de seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro a capas. En cada capa se debe definir un porcentaje de retención a excepción de la Capa 0 que corresponde al deducible de una póliza agrupada por lo cual este campo puede quedar vacío.

#### Límite de la capa (LimiteMaximo)

##### Dato obligatorio

**Formato:** número [en pesos]

Es el valor máximo del que se hace responsable la reaseguradora en la capa que participa. Para que una capa quede completamente definida se debe conocer tanto el límite como la prioridad, que es la cantidad máxima que la aseguradora decide pagar, por fines prácticos, la prioridad se toma como el límite de la capa anterior y en el caso de la primera capa, la prioridad es igual a cero. Pare el caso de pólizas agrupadas, el límite de la capa número cero (Capa 0) es el deducible de la póliza.

#### Coaseguro de la capa (Coaseguro)

##### Datos obligatorios

**Formato:** 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo para la capa correspondiente.

En caso de pólizas semi-agrupadas no es necesario ingresar este valor ya que por definición estas pólizas toman el coaseguro de cada inmueble. En pólizas agrupadas el coaseguro de la Capa 0 puede quedar vacío ya que como se indicó esta capa corresponde al deducible.

## ANEXO 7.9.1

**BASES TÉCNICAS PARA LA DETERMINACION DE LA PERDIDA MAXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE HURACAN Y/U OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLOGICOS**

Para determinar las Bases técnicas para la determinación de la pérdida máxima probable de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, se requieren conocimientos profesionales, sobre todo en relación con el estudio de los riesgos de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, por lo que la Junta de Gobierno de la Comisión, acordó que se contratara al Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para su asesoría en el desarrollo de sistemas y bases técnicas para adecuar la regulación y supervisión del seguro de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, en virtud de ser la institución que cuenta con los conocimientos mejor calificados en relación con el estudio de la ocurrencia y efectos de huracanes en territorio mexicano. Asimismo, se dejan a reserva los derechos que tenga el citado Instituto sobre parámetros, estadísticas y procedimientos que correspondan a estudios e investigaciones originales realizadas por el mismo.

El presente documento presenta los fundamentos técnicos para la estimación de la Pérdida Máxima Probable asociada a carteras de bienes asegurados contra daños producidos por huracán y otros riesgos hidrometeorológicos.

**1. Peligros hidrometeorológicos en México**

La estimación de las pérdidas asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos se realiza a través de perturbaciones de las trayectorias de los huracanes históricos o de la simulación de eventos para el caso de granizo, inundación, maremoto, lluvia local y viento no huracanado. Estos huracanes perturbados o eventos simulados generan mapas de peligro o amenaza que junto con la evaluación de la vulnerabilidad de cada una de las construcciones de la cartera permite obtener el valor de las pérdidas.

En este capítulo se describen las variables que definen el peligro de cada uno de los fenómenos hidrometeorológicos considerados, así como la forma de generar las perturbaciones y eventos simulados.

**1.1 Marea de Tormenta**

Para determinar la sobre elevación del agua por marea de tormenta,  $\eta$ , se emplea la ecuación simplificada:

$$\eta = \frac{P_a}{100} + \frac{Kw^2x}{g(h-\eta)} \ln\left(\frac{h}{\eta}\right) \quad (1.1)$$

donde  $P_a$  [mb] es el gradiente de presión atmosférica en el punto de evaluación (playa) respecto a la presión normal,  $x$  [m] es la distancia entre la pared del huracán y el sitio de interés (playa),  $w$  es el componente normal de velocidad del viento a la playa en m/s,  $g$  [m/s<sup>2</sup>] es la aceleración de la gravedad,  $h$  [m] es la profundidad del mar en el ojo del huracán (si la profundidad es mayor a 200 m se toma este valor como umbral) y  $K$  es el coeficiente de arrastre del aire dado por:

$$K = \frac{\rho_{aire}}{\rho_{agua}} C_D \quad (1.2)$$

donde  $\rho_{aire}$  y  $\rho_{agua}$  son los pesos específicos relativos del aire y del agua, respectivamente, y  $C_D$  es un coeficiente cuyo valor está entre  $2 \times 10^{-6}$  a  $9 \times 10^{-6}$  (para el caso de huracanes se emplea  $9 \times 10^{-6}$ ).

**1.2 Viento**Viento generado por huracanes

Para determinar la velocidad máxima en el sitio de interés asociada a cada huracán se emplea un modelo paramétrico de viento que depende de la posición del ojo del huracán, de la presión central,  $P_0$  [mb], y del radio ciclostrofico,  $R$  [km]. Los dos primeros parámetros se encuentran en los boletines climatológicos; el radio ciclostrofico se calcula como:

$$R = 0.4785P_0 - 413.01 \quad (1.3)$$

Hasta 1979 en algunos reportes meteorológicos se omitió la presión central. En estos casos se emplearon las siguientes ecuaciones para su cálculo:

$$P_0 = 1019.08 - 0.182V_v - 0.0007175V_v^2 \quad (\text{Océano Atlántico}) \quad (1.4)$$

$$P_0 = 1017.45 - 0.1437V_v - 0.00088V_v^2 \quad (\text{Océano Pacífico}) \quad (1.5)$$

En donde  $V_v$  [km/h] es la velocidad máxima de viento sostenida contenida en los boletines meteorológicos.

El modelo paramétrico calcula, primero, para un huracán en movimiento, la velocidad del viento sostenida promediada cada ocho minutos,  $V_m$  [km/h], en el sitio de interés ubicado a la distancia  $r$  [km] del centro del huracán, evaluada a diez metros sobre el nivel del mar:

$$V_m = 0.886(F_v U_R + 0.5V_F \cos(\theta + \beta)) \quad (1.6)$$

donde  $V_F$  [km/h] es la velocidad de desplazamiento del huracán,  $\theta + \beta$  es el ángulo formado por la dirección de desplazamiento del huracán y el punto de interés a la distancia  $r$ ,  $U_R$  [km/h] es el máximo gradiente de vientos para un huracán en estado estacionario que se calcula como:

$$U_R = 21.8\sqrt{P_N - P_o} - 0.5fR \quad (1.7)$$

donde  $P_N$  es la presión normal (igual a 1013 mb) y  $f$  es el parámetro de la fuerza de Coriolis,

$$f = 2\omega \sin \phi \quad (1.8)$$

donde  $\omega \approx 0.2618 \text{ rad/hr}$  es la velocidad angular de la tierra, y  $\phi$  es la latitud,

$$F_v = Ur/U_R \quad (1.9)$$

es un factor de amortiguamiento o la relación de la velocidad de viento a la distancia  $r$  entre el máximo gradiente de vientos (en la pared del huracán), y se aproxima mediante el siguiente polinomio:

$$\log_{10}(F_v) = aX + bX^2 + cX^3 + dX^4 \quad (1.10)$$

donde

$$X = \log_{10}(r/R) \quad (1.11)$$

y  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  son coeficientes que se obtienen de la Tabla 1.1 y están en función de  $X$  y del número de Coriolis ciclostrófico,

$$Nc = \frac{fR}{U_R} \quad (1.12)$$

Tabla 1.1 Parámetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  para el cálculo de la expresión (1.1)

	$X \leq 0$	$X > 0$	
		$Nc \leq 0.005$	$Nc > 0.005$
$a$	-0.233	$0.033 - 16.1Nc + 161.9Nc^2$	$-0.175 - 0.76Nc + 11.7Nc^2 - 28.1Nc^3 + 17Nc^4$
$b$	-12.91	$-0.43 + 38.9Nc - 316Nc^2$	$0.235 + 2.71Nc - 67.6Nc^2 + 189Nc^3 - 155Nc^4$
$c$	-19.38	$0.113 - 28.6Nc + 71.1Nc^2$	$-0.468 - 9Nc + 87.8Nc^2 - 224Nc^3 + 183Nc^4$
$d$	-8.311	$1.818Nc + 80.6Nc^2$	$0.082 + 3.33Nc - 26Nc^2 + 63.8Nc^3 - 51.4Nc^4$

El modelo descrito previamente nos permite calcular la velocidad de viento a 10 m sobre la superficie del mar y promediada a cada ocho minutos, por lo que es necesario realizar correcciones para estimar la velocidad de viento promediada cada minuto ( $V_c$  [km/h]), tal como se reporta en los boletines meteorológicos. Para ello se utilizan las siguientes expresiones:

$$V_c = 0.0012V_m^2 + 1.1114V_m \quad (\text{Océano Atlántico}) \quad (1.13)$$

$$V_c = 0.002V_m^2 + 0.9953V_m \quad (\text{Océano Pacífico}) \quad (1.14)$$

Con el objetivo de tomar en cuenta la variación de la velocidad de viento en tierra, se calculó una expresión que permite reproducir la velocidad de viento registrada en las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) de la Comisión Nacional del Agua (CNA) (promediada a cada 5 segundos) a partir de la velocidad de viento calculada con el modelo paramétrico. La expresión obtenida es la siguiente:

$$V_v = V_c \exp(-0.0043r) \quad (1.15)$$

Para las trayectorias de los huracanes que ingresan a territorio nacional cuyo ojo se localice en tierra firme por arriba de los 200 metros de elevación del terreno, la velocidad obtenida con la ecuación 1.15 debe corregirse con un factor de atenuación de la velocidad que consideré el efecto de las montañas y cordilleras,  $F_M$ , para ello se debe emplear una expresión empírica que tome en cuenta las características de elevación del terreno.

Para calcular la velocidad de viento para una ubicación tomando en cuenta el efecto de las montañas y cordilleras, de la fricción con la superficie del terreno y la topografía local, se emplea la siguiente expresión

$$V = F_T F_\alpha V_v \quad (1.16)$$

donde  $F_\alpha$  es el factor de montañas y cordilleras,  $F_T$  es el factor de topografía local indicado en la Tabla 1.2 y

$$F_\alpha = F_c F_{rz} \quad (1.17)$$

es el factor que toma en cuenta tanto el tamaño de la construcción, dado por  $F_c$  (que varía de 0.9 a 1.0), como la variación de la velocidad con la altura dada por  $F_{rz}$ :

$$F_{rz} = 1.56 \left( \frac{10}{\delta} \right)^\alpha \quad \text{si } Z \leq 10$$

$$F_{rz} = 1.56 \left( \frac{Z}{\delta} \right)^\alpha \quad \text{si } 10 < Z < \delta$$

$$F_{rz} = 1.56 \quad \text{si } Z \geq \delta \quad (1.18)$$

donde  $Z$  [m] es la altura a la cual se desea determinar la velocidad y  $\alpha$  y  $\delta$  son constantes para los tipos de terreno más representativos de nuestro país contenidos en la Tabla 1.3.

Tabla 1.2 Factor de topografía

Sitio	Topografía	$F_T$
Protegido	Valles cerrados	0.8
Plano	Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores que 5%	1.0
Expuesto	Cimas de promontorios, colinas o montañas, islas, terrenos con pendientes mayores que 5%	1.2

Tabla 1.3 Valores de  $\alpha$  y  $\delta$  para los tipos de terreno más comunes en México

Tipo	Descripción	$\alpha$	$\delta$ (m)
1	<b>Campo abierto plano</b> (terreno abierto, prácticamente plano y sin obstrucciones, tal como franjas costeras planas, zonas de pantanos, campos aéreos, pastizales, tierras de cultivo sin bardas alrededor y superficies nevadas planas)	0.099	245
2	<b>Arboles o construcciones dispersas</b> (campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones tales como bardas, árboles y construcciones dispersas)	0.128	315
3	<b>Arbolado, lomeríos, barrio residencial</b> (terreno cubierto por numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas, por ejemplo áreas urbanas, suburbanas y de bosques; el tamaño de las construcciones corresponde al de casas y viviendas)	0.156	390
4	<b>Muy accidentada, centro de ciudad</b> (terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas como el centro de grandes ciudades y complejos industriales bien desarrollados)	0.170	455

#### Viento generado por otros fenómenos hidrometeorológicos

Siguiendo los mismos criterios que para vientos generados por huracanes, se generan eventos que reproducen los datos de vientos históricos de las estaciones climatológicas. Estos eventos son importantes tanto para reproducir vientos de baja magnitud pero de alta frecuencia en zona de huracanes como para reproducir el campo de viento total en las otras zonas del país.

#### 1.3 Lluvia local

Es el peligro causado por exceso de lluvia sin que esté relacionado con el desborde de ríos o embalses; se debe a que el escurrimiento y drenaje locales son incapaces de absorber la lluvia produciéndose inundaciones locales de pequeña magnitud.

#### Lluvia local generada por huracanes

Para determinar la precipitación ocasionada por huracán se emplea la expresión empírica siguiente:

$$P_{10} = FCv \cdot \left[ \frac{122.15}{1 + 523.59 \cdot \text{Exp}(-0.1412 \cdot R)} \right] \quad \text{si } R \leq 37 \text{ km} \quad (1.19)$$

$$P_{10} = FCv \cdot [36.52 - 34.40 \cdot \text{Exp}(-2051.4R^{-1.9193})] \quad \text{si } R > 37 \text{ km}$$

donde  $P_{10}$  [mm] es la precipitación promedio de 10 minutos,  $R$  [km] es la distancia del centro del huracán al punto de interés, los parámetros  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ,  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$ ,  $d_2$ ,  $a_3$  y  $b_3$  son factores de ajuste del modelo y  $FCv$  es el factor de corrección que toma en cuenta la intensidad del huracán mediante la velocidad que se obtiene como:

$$FCv = \frac{a}{[1 + \text{Exp}(b - c \cdot Vv)]^{1/d}} \quad (1.20)$$

donde  $Vv$  [m/s] es la velocidad máxima del viento del huracán y los parámetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  son factores de ajuste los cuales se han obtenido de calibraciones con los registros de lluvia disponibles.

Para la determinación de la lámina de inundación por lluvia local se toman en cuenta de manera aproximada el escurrimiento e infiltración del suelo, la topografía local y el drenaje urbano.

#### 1.4 Maremoto

La historia de la sismicidad en México indica que los sismos con potencial tsunamigénico para la costa occidental tienen magnitud mayor que siete y son los que ocurren en la zona de contacto interplaca localizada entre la costa y la Trinchera Mesoamericana (Figura 1.1).

Para la determinación de las áreas de inundación costera y sus respectivas alturas de ola se emplean modelos de propagación de ondas en aguas someras para los cuales se divide el problema en dos procesos: el de generación y el de propagación y arribo.

##### *Generación*

La condición inicial del tsunami consiste en prescribir una deformación vertical instantánea de la superficie del mar suponiendo que esta es igual a la deformación vertical cosísmica del lecho marino. Para ello se usan modelos de ruptura sísmica, que deben considerar parámetros de rigidez del material en la falla, área de ruptura y dislocación de la falla.



**Figura 1.1** Zonas de sismos tsunamigénicos en México

##### *Propagación y arribo*

Para la altura máxima de ola se empleó el modelo no-lineal de propagación resultado de la aplicación de las ecuaciones de movimiento no-lineales para aguas someras integradas verticalmente (ecuaciones 1.21 y 1.22) y la ecuación de continuidad (ecuación 1.23) sin el término de efecto Coriolis:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{U^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{UV}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gm^2}{D^{7/3}} U \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (1.21)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{UV}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{V^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gm^2}{D^{7/3}} V \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (1.22)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (1.23)$$

donde  $\eta$  representa el desplazamiento vertical de la superficie del agua respecto al nivel en reposo,  $g$  es la aceleración gravitacional,  $D=(\eta+h)$  representa la profundidad instantánea de la columna de agua donde  $h$  es la profundidad media,  $U$  y  $V$  son los gastos en las direcciones longitudinal ( $x$ ) y latitudinal ( $y$ ), respectivamente, y  $m$  es el parámetro de rugosidad de Manning (se considera constante e igual a 0.025).

Para simular adecuadamente la altura del tsunami en la costa y su penetración tierra adentro es necesario incluir los términos no lineales en el conjunto de ecuaciones 1.21 a 1.23. La inclusión de estos términos requiere de una batimetría de alta resolución costera, misma que no está disponible a la fecha para la mayor parte de la costa occidental de México. Por ello, se obtuvo una aproximación de la altura del tsunami en la costa,  $\eta_2$ , a partir de la altura del tsunami calculada para la isóbata de 100, aplicando la ecuación siguiente:

$$\eta_2 = \eta_1 \left( \frac{h_1}{h_2} \right)^{1/4} \quad (1.24)$$

donde  $\eta_1$  es la altura del tsunami aguas adentro sobre la isóbata 100,  $h_1$  es la profundidad aguas adentro y  $h_2$  es la profundidad cerca de la costa.

La solución se obtuvo resolviendo analíticamente la ecuación de onda para una ola que se propaga en una batimetría con pendiente constante. En este caso la ecuación 1.24 queda en función de un factor de amplificación:  $\eta_2 = 2.73 \eta_1$ .

### 1.5 Modelo de Granizo

Se establece como medida de la intensidad de una tormenta de granizo la energía cinética por unidad de área. Esto corresponde a una medida tanto de la velocidad con que cae el granizo como de su tamaño.

Dado que no existe una manera directa de medir la energía cinética muchos estudios han propuesto relaciones de esta medida con otras más fáciles de determinar. Es posible establecer relaciones de la energía cinética con la reflectividad captada durante una tormenta por un radar Doppler. De acuerdo con estos estudios al determinar mapas de reflectividad,  $Z$  [ $\text{mm}^6\text{m}^{-3}$ ], se puede obtener el flujo de energía cinética,  $\dot{E}$ , empleando la siguiente relación empírica:

$$\dot{E}(x, y, t) = 5 \times 10^{-6} \times Z^{0.84} \left( J / m^2 s \right) \quad (1.25)$$

La energía cinética,  $E_k$  [ $\text{Jm}^{-2}$ ], se obtiene integrando la ecuación (1.25):

$$E_k = \int_{t_0}^{t_1} \int_{y_0}^{y_1} \int_{x_0}^{x_1} \dot{E}(x, y, t) dx dy dt \quad (1.26)$$

donde  $t_0$  y  $t_1$  son los instantes de inicio y final de la tormenta, y  $x_0$ ,  $x_1$  y  $y_0$ ,  $y_1$  son los elementos del radar en una resolución de  $0.5 \times 0.5$  km.

La curva de excedencia de intensidad se puede representar de la siguiente manera:

$$\lambda(E) = \begin{cases} \lambda_0 e^{-\frac{E-E_0}{\alpha}} & \text{si } E_0 \leq E < E_U \\ \lambda_0 e^{-\frac{E_U-E_0}{\alpha}} & \text{si } E \geq E_U \end{cases} \quad (1.27)$$

donde  $\lambda_0$  es la tasa de excedencia anual de  $E_0$ , que es la mínima intensidad,  $E_U$  es la intensidad máxima posible, y  $\alpha$  es un parámetro que para el caso de México es  $\alpha=79.5$ .

Las tormentas de granizo usualmente se extienden unos cuantos kilómetros cuadrados, casi siempre menos que la extensión de los municipios que afecta. En ese sentido es necesario considerar una atenuación de la intensidad de las tormentas de granizo en función de la distancia de manera que se pueda determinar un área de influencia. Se aplicó la siguiente función de atenuación de la intensidad

$$E(r) = E_{k0} \cdot \text{Exp}(-kr^h) \quad (1.28)$$

que es una función decreciente con tasa exponencial donde  $E_{k0}$  es la intensidad en el centro de la tormenta (la máxima),  $r$  es la distancia del punto donde nos interesa conocer la intensidad respecto del centro de la tormenta, y  $k$  y  $h$  son parámetros que determinan el perfil de la curva.

### 1.6 Modelo de Inundación

El peligro de inundación por exceso de lluvia se relaciona directamente con la precipitación pluvial en la cuenca donde se ubica el inmueble asegurado y las características de la topografía del terreno circundante. Por lo tanto, el procedimiento utilizado para determinar los escurrimientos a partir de la precipitación que los origina está basado en un modelo de lluvia-escurrimiento; así, la secuencia metodológica del sistema de estimación de riesgo por inundación divide la evaluación del peligro en un análisis hidrológico y en otro hidráulico.

El análisis hidrológico incluye el estudio de la precipitación en la cuenca donde se localiza el inmueble asegurado y su relación con el escurrimiento que habrá de concentrarse en las obras de drenaje o las corrientes naturales. El análisis hidráulico se refiere al comportamiento en el tiempo del caudal obtenido con el análisis hidrológico, al transitar por el drenaje o los cauces fluviales.

Para conocer la cantidad de precipitación en una cuenca dado un escenario de lluvia, se calcula la media aritmética de las alturas de precipitación,  $P_m$ ,

$$P_m = \frac{1}{A} \int_A P(x, y) dA \quad (1.29)$$

donde  $P(x, y)$  es la precipitación por unidad de área y  $A$  es el área de la cuenca analizada.

El volumen de precipitación que sobrepasa la capacidad de la sección de un cauce natural dado un escenario de lluvia, se derramará hacia la llanura circundante al punto de desbordamiento, dando lugar a una inundación que afectará los inmuebles localizados en el sitio. Este volumen de inundación se calcula con la diferencia entre el gasto que escurre hasta un punto analizado en el cauce del río, y el gasto que puede fluir por la sección del cauce natural dadas sus propiedades geométricas.

El gasto que escurre hasta un punto analizado en el cauce del río se calcula de la siguiente manera:

$$Q_p = \frac{2V_{ed}}{t_b} \quad (1.30)$$

donde:  $Q_p$  es el gasto de pico que escurrirá hacia el punto analizado en el cauce del río;  $V_{ed}$  es el volumen de escurrimiento directo en el punto analizado, el cual depende del coeficiente de escurrimiento para el área drenada y el área de la cuenca;  $t_b$  es el tiempo de base para el hidrograma unitario que contiene el gasto pico.

El gasto que puede fluir por la sección de un cauce natural dada su geometría, se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot R_{Río}^{2/3} \cdot A_{Río} \quad (1.31)$$

donde  $n$  es el coeficiente de rugosidad de Manning,  $S$  es la pendiente longitudinal del cauce,  $R_{Río}$  es el radio hidráulico y  $A_{Río}$  es el área de la sección transversal.

La diferencia entre los gastos calculados con las ecuaciones 1.30 y 1.31 corresponde al gasto en exceso que sobrepasa la capacidad de la sección del cauce natural y que ocasionará inundación en el terreno circundante.

Para determinar el área de terreno inundada durante un escenario de lluvia y el tirante de inundación, se emplean ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento y continuidad; en ellas las velocidades corresponden a su valor promedio en la vertical.

Las ecuaciones dinámicas que describen la conservación de cantidad de movimiento son:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{n^2 |u| u}{h^{4/3}} = - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial x} \quad (1.32)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{n^2 |v| v}{h^{4/3}} = - \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial y} \quad (1.33)$$

en donde  $u$  y  $v$  son las componentes de la velocidad en las direcciones  $x$  y  $y$  respectivamente,  $n$  es el coeficiente de rugosidad según la fórmula de Manning,  $h$  es el nivel de la superficie libre del agua con respecto al nivel del terreno natural y  $t$  es el tiempo.

El principio de la conservación de masa (ecuación de continuidad) en dos dimensiones horizontales establece que:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} uh + \frac{\partial}{\partial y} vh = 0 \quad (1.34)$$

El área (en proyección horizontal) de la llanura a inundarse se divide en celdas de forma rectangular de largo  $\Delta x$  y ancho  $\Delta y$ . Para calcular el flujo de agua en una planicie de inundación se debe resolver el sistema de ecuaciones diferenciales formado por las expresiones 1.32, 1.33 y 1.34 considerando condiciones iniciales y de frontera.

### 1.7 Escenarios o eventos

Para poder realizar correctamente los cálculos de las distribuciones de probabilidad de pérdida se debe recurrir al concepto de "evento". Los eventos están constituidos por el paso de huracanes, tormentas y otras amenazas.

#### Simulación de Huracanes para estimar pérdidas

El registro de huracanes que han afectado nuestro país data de finales del siglo XIX. Sin embargo, no es sino hasta mediados del siglo XX que se dispone de registros de sus trayectorias completas y de parámetros indicativos de su severidad, tales como la presión barométrica en el ojo o la velocidad ciclostrofica. En estas condiciones, la base de datos útiles de huracanes es limitada por lo que fue necesario extenderla, mediante la generación (simulación) de huracanes artificiales. Conviene señalar que, en el futuro, la base de datos de huracanes históricos se deberá complementar con los nuevos eventos de cada año a medida que se vayan registrando.

Para generar huracanes artificiales, se debe utilizar el método de perturbar las trayectorias de huracanes reales que hayan sido correctamente registrados.

Para simular la trayectoria del huracán artificial se debe precisar la posición del ojo mediante sus coordenadas geográficas de longitud y latitud,  $x_S(t_k)$  y  $y_S(t_k)$ , respectivamente, en cada instante de tiempo  $k$ . El proceso de simulación se debe realizar con la siguiente expresión, aplicable al caso de la longitud, y con un procedimiento similar para el caso de latitud:

$$x_S(t_{k+1}) = x_S(t_k) + \Delta X_{k,k+1} + e \quad (1.35)$$

donde  $x_S(t_{k+1})$  es la longitud en el instante  $k+1$ ,  $x_S(t_k)$  es la longitud en el instante  $k$ ,  $\Delta X_{k,k+1}$  es el

incremento observado entre los instantes  $k$  y  $k+1$  y  $e$  es una variable aleatoria con distribución normal de media cero y desviación estándar  $\sigma = 0.5^\circ$ . Este valor de desviación se obtuvo a partir de todos los huracanes perturbados y de comparar los resultados arrojados por el modelo de viento con los datos de todas las estaciones climatológicas, dado que no hay datos para comparar elevaciones de marea. Con esto asumimos que si los huracanes simulados reproducen adecuadamente las observaciones de viento es de esperarse que sean también adecuados para marea de tormenta.

## 2. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o propensión de los bienes expuestos a ser dañados por el efecto de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad se expresa en términos del valor de reparación del daño causado a un sistema expuesto, normalizado con respecto al costo de la reconstrucción total. En vista de esto, la función de vulnerabilidad toma valores entre cero y uno.

### 2.1 Daño esperado dada la intensidad

#### Viento

La forma general de las funciones de vulnerabilidad utilizadas para obtener el valor esperado de la pérdida por viento,  $\beta$ , dada una intensidad  $V$ , está dada por:

$$E[\beta | V] = 1 - 0.5 \left( \frac{V}{\gamma} \right)^p \quad (2.1)$$

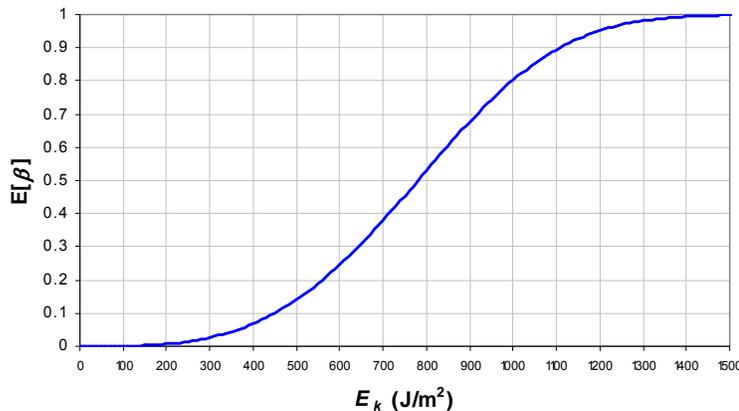
donde  $V$  [km/h] es la velocidad del viento y  $\gamma$  y  $\rho$  son los parámetros que definen la forma de las funciones de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales considerando sus distintas características. El valor de estos parámetros está sujeto a modificaciones y ajustes en la medida en que se conozca mejor el comportamiento de los diferentes sistemas estructurales y sus contenidos ante la acción del viento.

#### Granizo

Se usa la misma forma general de la función de vulnerabilidad que para viento:

$$E[\beta | E_k] = 1 - 0.5 \left( \frac{E_k}{\gamma} \right)^\rho \quad (2.2)$$

donde  $E_k$  representa la energía cinética y  $\gamma$  y  $\rho$  son los parámetros que definen la forma de las funciones de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales. En la Figura 2.1 se presenta un ejemplo de este tipo de funciones para el caso de granizo. Al igual que para viento, estos parámetros deberán modificarse en la medida en que se tenga información y se conozca mejor el comportamiento de los diferentes sistemas estructurales y sus contenidos ante la acción del granizo.



**Figura 2.1** Función de vulnerabilidad tipo para edificios y contenidos

#### Marea de tormenta, lluvia, inundación y maremoto

Para inmuebles de un solo nivel, la expresión que representa el valor esperado de daño por inundación cualquiera que sea la causa es la siguiente función:

$$E(\beta | T) = aT^3 + bT^2 + cT \quad (2.3)$$

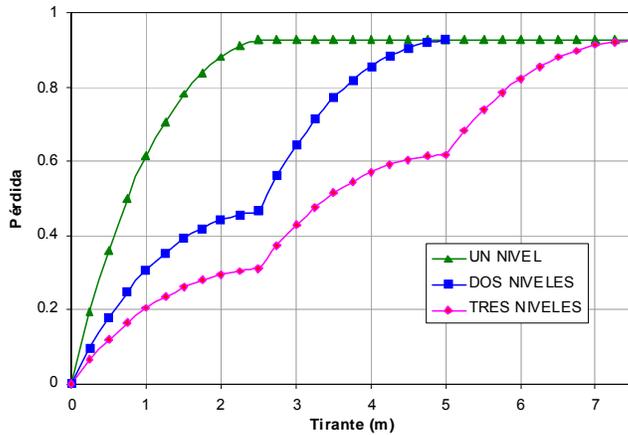
donde  $T$  [m] es el tirante de inundación para el sitio analizado y  $a$ ,  $b$ , y  $c$  son constantes que definen la función para diferentes tipos de usos.

Para inmuebles de varios niveles, se extrapoló la función de daño anterior suponiendo que los valores y la densidad de contenidos se mantendrán constantes con el número de niveles. De esta forma se obtuvo una expresión general para cualquier número de niveles y para cualquier tirante de inundación:

$$E(\beta | T) = \frac{\delta_{N1max}(N_{st} - 1) + \delta_{N1T}}{N_T} \quad (2.4)$$

donde  $\delta_{N1max}$  es el daño calculado usando la ecuación (2.3) para tirante máximo,  $\delta_{N1T}$  es el daño calculado con la misma ecuación para un tirante  $T$  sobre los niveles completamente inundados,  $N_T$  es el número total de niveles y  $N_{st}$  es el nivel donde se encuentra la superficie de inundación del agua.

Con la aplicación de la ecuación (2.4) se obtuvieron las curvas de daño para cualquier número de niveles en función de las curvas obtenidas para un nivel. Al igual que la expresión para un nivel, esta ecuación tiene como límite de aplicación la altura máxima del inmueble y a partir de este valor la pérdida es constante. En la Figura 2.2 se muestra un ejemplo de las funciones para uno, dos y tres niveles de un hotel tipo.



**Figura 2.2** Función de vulnerabilidad ante inundación para un hotel tipo de uno, dos y tres niveles  
**2.2** Densidad de probabilidad del daño en una edificación

Se considera que las relaciones de vulnerabilidad no son deterministas, por lo que se supuso que, dada una intensidad de viento, granizo o cualquier tipo de inundación, el daño bruto  $\beta$  es una variable aleatoria cuyo valor esperado (el valor medio) está dado por las ecuaciones de la sección anterior. La densidad de probabilidades del daño en la estructura se supondrá de tipo Beta, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$p_{\beta}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \quad (2.5)$$

donde  $a$  y  $b$  son parámetros que pueden calcularse a partir de la media y el coeficiente de variación del daño,  $C(\beta)$ , de la siguiente manera:

$$a = \frac{1 - E(\beta) - E(\beta)C^2(\beta)}{C^2(\beta)} \quad (2.6)$$

$$b = a \left[ \frac{1 - E(\beta)}{E(\beta)} \right] \quad (2.7)$$

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta)}{E^2(\beta)} \quad (2.8)$$

donde  $\sigma_{\beta}^2(\beta)$  es la varianza de la pérdida.

Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total, la dispersión es también nula.

Se utilizó para calcular la varianza condicional de la pérdida la siguiente expresión:

$$\sigma_{\beta}^2(\beta) = Q(E(\beta)) r^{-1} (1 - E(\beta)) s^{-1} \quad (2.9)$$

donde

$$Q = \frac{V_{\max}}{D_0 r^{-1} (1 - D_0) s^{-1}} \quad (2.10)$$

$$s = \frac{r-1}{D_0} - r + 2 \quad (2.11)$$

$V_{\max}$ ,  $D_0$  y  $r$  son parámetros que dependen del tipo estructural:  $V_{\max}$  es la varianza máxima y  $D_0$  es el nivel de daño para el que ocurre esta varianza máxima.

Una vez determinados  $E(\beta)$  y  $\sigma^2(\beta)$  queda completamente definida la distribución de probabilidades del daño bruto de una edificación.

### 3. Estimación de pérdidas para fines de seguros

#### 3.1 Conceptos generales

En esta sección se describen los conceptos generales de los procedimientos para evaluar pérdidas netas en carteras de compañías de seguros sometidas a la acción de varios peligros.

El esquema general de cálculo se describe en el siguiente diagrama de flujo. En los incisos siguientes se presentarán los procedimientos para llevar a cabo los cálculos que se indican en el diagrama. El ciclo más externo del diagrama corresponde a cada uno de los peligros considerados; le siguen los escenarios de cada peligro, las pólizas y por último las ubicaciones. Para estas últimas se calculan las funciones de distribución de pérdida (fdp) bruta y neta ( $P_{N1}$ ); en ciclos más externos se obtiene la correspondiente fdp para pólizas colectivas ( $P_{N2}$ ) y para cada escenario ( $P_{NE}$ ), mismas que se utilizan para determinar las pérdidas asociadas a toda la cartera.

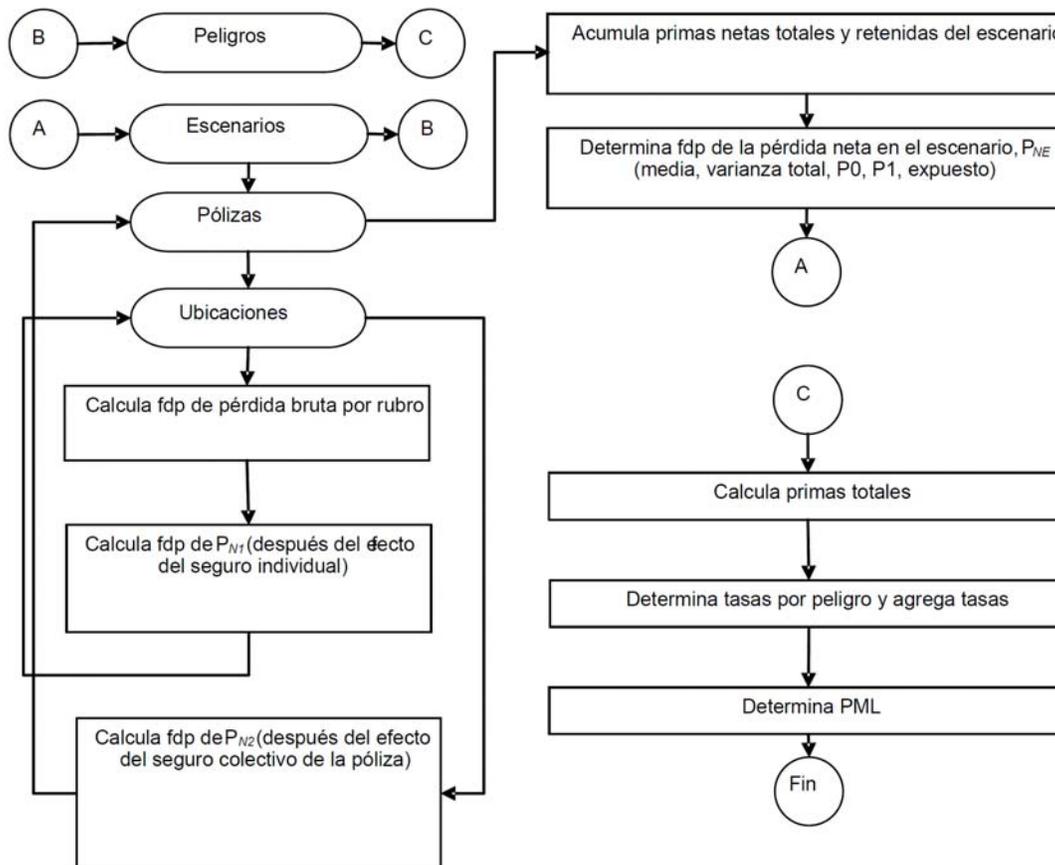


Figura 3.1 Diagrama de flujo general del cálculo de pérdidas ante múltiples fenómenos hidrometeorológicos

Se supone que, como se ha señalado, cada peligro hidrometeorológico se encuentra caracterizado por diversos *escenarios o eventos*, cada uno de ellos con una probabilidad anual de ocurrencia. En general, cada peligro se considera de manera independiente, salvo el caso de huracanes donde se producen tres tipos de pérdidas simultáneas: viento, marea de tormenta e inundación local por lluvia (sin considerar inundación por desborde de ríos, lagunas o presas).

La cartera de una compañía de seguros estará, en general, formada por una o más pólizas, y cada póliza por una o más ubicaciones. En la siguiente sección se describen los tipos de póliza considerados, dependiendo de las modalidades de operación del seguro en cada uno de ellos.

### 3.2 Tipos de póliza considerados

Como ya se indicó en el inciso 3.1, los cálculos sobre las pólizas deben realizarse para cada uno de los escenarios de todos los peligros y cada uno de los escenarios del mismo.

#### 3.2.1 Pólizas individuales

Se trata del caso más común y más simple: a cada póliza corresponde una sola ubicación, por lo que el proceso de ajuste de las pérdidas se lleva a cabo individualmente para cada inmueble en cada uno de los cuatro rubros (edificio, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso). El proceso de ajuste de las pérdidas, es decir, el proceso mediante el que se calcula la pérdida neta total para la compañía de seguros asociada a la póliza, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta por rubro para cada ubicación.
- 2) Se determina la pérdida neta por rubro en cada ubicación mediante la aplicación del efecto del deducible, coaseguro, límite de primer riesgo y retención individual correspondientes a cada rubro. Se hace notar que la retención es única, es decir, el porcentaje de retención es igual para todos los rubros.
- 3) Se suman las pérdidas netas para todas las ubicaciones y rubros.

#### 3.2.2 Pólizas colectivas agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que ampara a un grupo de ubicaciones probablemente numeroso y disperso geográficamente. No existen, en este tipo de póliza, deducibles, coaseguros, retenciones o límites de primer riesgo individuales ni por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se suman las pérdidas brutas de todas las ubicaciones y rubros amparadas por la póliza.
- 3) Para determinar la pérdida neta para la compañía de seguros, se aplica sobre esta suma de pérdidas el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluyen sus retenciones y límites.

#### 3.2.3 Pólizas colectivas semi-agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que cubre las pérdidas que resultan en un grupo de ubicaciones después de la aplicación de deducibles y coaseguros individuales y por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se determina la pérdida semi-neta en cada ubicación y rubro mediante la aplicación del efecto de deducible y coaseguro individuales; no existen, para este tipo de póliza, límites de primer riesgo ni retenciones individuales.
- 3) Se suman las pérdidas semi-netas de todas las ubicaciones amparadas por la póliza.
- 4) Sobre esta suma de pérdidas semi-netas se aplica el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluye retenciones y límites.

### 3.3 Cálculo de pérdida bruta de una edificación individual y para un rubro específico

En general, las pérdidas que se presentan durante un escenario hidrometeorológico en una ubicación dependen de las experimentadas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso. Llamaremos  $\beta_E$ ,  $\beta_C$ ,  $\beta_S$  y  $\beta_B$ , a las pérdidas brutas que se presentan en los rubros

respectivos, expresadas como una fracción de los valores asegurados correspondientes. Llamaremos a las pérdidas así expresadas *pérdidas relativas*.

Supondremos que la pérdida bruta en un rubro específico tiene una distribución de probabilidades Beta, cuyos primeros dos momentos estadísticos, el valor esperado  $E(\beta)$  y la desviación estándar  $\sigma(\beta)$ , se pueden calcular con las expresiones que se han indicado en el capítulo referente a vulnerabilidad. Conocidos los dos primeros momentos de la distribución Beta, ésta queda completamente determinada, puesto que sus dos parámetros,  $a$  y  $b$ , se relacionan con los dos primeros momentos de la siguiente manera:

$$a = \frac{1 - E(\beta_E) - E(\beta_E)C^2(\beta_E)}{C^2(\beta_E)} \quad (3.1)$$

$$b = a \left[ \frac{1 - E(\beta_E)}{E(\beta_E)} \right] \quad (3.2)$$

donde  $E(\beta_E)$  es el valor esperado de la pérdida bruta relativa del edificio mientras que el coeficiente de variación  $C(\beta_E)$  se calcula como

$$C(\beta_E) = \frac{\sigma(\beta_E)}{E(\beta_E)} \quad (3.3)$$

donde  $\sigma(\beta_E)$  es la desviación estándar.

Las fórmulas anteriores se dan para el caso de pérdida en edificio, pero son aplicables a los cuatro rubros.

#### 3.4 Cálculo de la pérdida neta en una ubicación individual, para un rubro específico

Como en el inciso anterior, se usará como ejemplo el caso de pérdidas en un rubro, pero las fórmulas son aplicables a los otros tres. Para simplificar la notación, se omitirá el subíndice que corresponde al rubro.

El valor esperado de la pérdida bruta relativa  $\beta$  y su distribución de probabilidad se ven modificados, en general, por la aplicación de deducibles, límites de responsabilidad, retenciones y coaseguros a nivel de ubicación individual y rubro específico.

La pérdida relativa neta para la compañía de seguros, para el rubro correspondiente, guarda la siguiente relación con la pérdida bruta:

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \beta \leq D \\ (\beta - D)R(1 - C) & D < \beta \leq L \\ (L - D)R(1 - C) & \beta > L \end{cases} \quad (3.4)$$

donde

$\beta_N$  = pérdida neta por rubro

$\beta$  = pérdida bruta por rubro

$D$  = deducible del rubro (como fracción de la suma asegurable)

$L$  = límite de responsabilidad del rubro (como fracción de la suma asegurable)

$C$  = coaseguro en el rubro (como fracción de la pérdida)

$R$  = retención de la compañía de seguros (como fracción de la pérdida)

Como la distribución de la pérdida bruta relativa es Beta, el valor esperado de la pérdida neta se puede calcular a partir de la ecuación siguiente:

$$E[\beta_N] = (T_1 - T_2 + T_3)R(1 - C) \quad (3.5)$$

donde:

$$T_1 = \frac{a}{a+b} [F_B(L, a+1, b) - F_B(D, a+1, b)]$$

$$T_2 = D[F_B(L, a, b) - F_B(D, a, b)]$$

$$T_3 = (L - D)[1 - F_B(L, a, b)]$$

siendo  $F_B(x, a, b)$  la función de distribución de la pérdida bruta  $\beta$ , que se ha modelado como una función Beta acumulada con parámetros  $a$  y  $b$ .

De la misma manera se puede calcular la media cuadrática de la pérdida neta:

$$E[\beta_N^2] = (u_1 - u_2 + u_3 + u_4)R^2(1 - C)^2 \quad (3.6)$$

donde:

$$u_1 = \frac{a(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} [F_B(L, a+2, b) - F_B(D, a+2, b)]$$

$$u_2 = 2DT_1$$

$$u_3 = DT_2$$

$$u_4 = (L-D)T_3$$

La varianza de la pérdida relativa neta puede entonces calcularse con:

$$VAR(\beta_N) = E(\beta_N^2) - E^2(\beta_N) \quad (3.7)$$

Aunque las expresiones anteriores son generales, el cálculo de los momentos de  $\beta_N$  puede variar, dependiendo del tipo de póliza del que se trate. Veremos los casos particulares que resultan al tratar con los tres diferentes tipos de póliza.

### 3.4.1 Pólizas Individuales

En este caso, los valores de  $D$ ,  $C$ ,  $L$  y  $R$  usados en las expresiones 3.5 y 3.6 son respectivamente, el deducible, el coaseguro, la retención y el límite de primer riesgo individuales de la ubicación y el rubro correspondiente.

### 3.4.2 Pólizas agrupadas

Aquí, puesto que en este tipo de póliza no hay deducibles, coaseguros, retenciones o límites individuales, deberán emplearse las ecuaciones 3.5 y 3.6 con  $D=0$ ,  $C=0$ ,  $L=1$  y  $R=1$ . En otras palabras, la pérdida neta, a nivel individual, es igual a la pérdida bruta.

### 3.4.3 Pólizas semi-agrupadas

En este caso, puesto que los deducibles y coaseguros sí se aplican a nivel individual, se usarán, para las ecuaciones 3.5 y 3.6 los valores de  $D$  y  $C$  correspondientes, mientras que  $L$  se tomará igual a 1 y  $R$  igual a 0, puesto que no existen límites de primer riesgo ni retenciones individuales, sino sólo colectivos.

### 3.5 Cálculo de pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros ( $P_{N1}$ )

Llamaremos  $P_{N1}$  a la pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros, mostrada en el diagrama de flujo presentado al principio del capítulo 3. La pérdida monetaria neta que se tiene en una ubicación,  $P_{N1}$ , como resultado de la aplicación de las características del seguro individual, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{N1} = \beta_{NE} M_E + \beta_{NC} M_C + \beta_{NS} M_S + \beta_{NB} M_B \quad (3.8)$$

donde  $\beta_{NE}$ ,  $\beta_{NC}$ ,  $\beta_{NS}$  y  $\beta_{NB}$  son las pérdidas netas relativas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, respectivamente, mientras que,  $M_E$ ,  $M_C$ ,  $M_S$  y  $M_B$  son las sumas asegurables correspondientes.

Supondremos que las cuatro pérdidas consideradas están completamente correlacionadas, en el sentido que la incertidumbre sobre ellas es nula dado el valor de cualquier otra. Si dividimos  $P_{N1}$  entre  $M=M_E+M_C+M_S+M_B$ , obtenemos una nueva variable aleatoria, que llamaremos  $\beta_{N1}$ , con dominio entre 0 y 1 y cuya esperanza y desviación estándar están dadas por:

$$E(\beta_{N1}) = \frac{M_E E(\beta_{NE}) + M_C E(\beta_{NC}) + M_S E(\beta_{NS}) + M_B E(\beta_{NB})}{M} \quad (3.9)$$

$$\sigma(\beta_{N1}) = \frac{M_E \sigma(\beta_{NE}) + M_C \sigma(\beta_{NC}) + M_S \sigma(\beta_{NS}) + M_B \sigma(\beta_{NB})}{M} \quad (3.10)$$

La ecuación 3.10 para la desviación estándar resulta de nuestra hipótesis de que las variables aleatorias  $\beta_{NE}$ ,  $\beta_{NC}$ ,  $\beta_{NS}$  y  $\beta_{NB}$  están completamente correlacionadas. En vista de estas definiciones,  $E(P_{N1})=M E(\beta_{N1})$  y  $\sigma(P_{N1})=M \sigma(\beta_{N1})$ .

Se asignará a  $\beta_{N1}$  una densidad de probabilidades mixta dada por la siguiente ecuación:

$$f(\beta_{N1}) = P_0 \delta(\beta_{N1}) + (1 - P_0 - P_1) B(\beta_{N1}; a, b) + P_1 \delta(\beta_{N1} - 1) \quad (3.11)$$

donde:

$P_0$  = Probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a cero, bajo la hipótesis adoptada sobre la correlación entre pérdidas de distintos rubros.

$P_1$  = Probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a la suma expuesta, bajo la misma hipótesis de correlación.

$B()$  = función de densidad de probabilidad de tipo Beta con parámetros  $a$  y  $b$ .

$\delta(x)$  = función Delta de Dirac, que vale 1 cuando el argumento es nulo y cero en cualquier otro caso, mientras que su integral entre 0 e infinito vale también la unidad.

Se hace notar que, bajo cualquier hipótesis de correlación, tratándose de ubicaciones que pertenecen a pólizas agrupadas,  $P_0=0$  y  $P_1=0$ , mientras que para ubicaciones que pertenezcan a pólizas semi-agrupadas,  $P_1=0$ .

### 3.6 Cálculo de pérdida neta en una póliza ( $P_{N2}$ )

En general, la pérdida total en una cartera de ubicaciones agrupadas en una póliza se calcula sumando las pérdidas que se presentan en todas las ubicaciones después de aplicar las condiciones de seguro individual, por rubro, aplicando luego los efectos de las capas de la póliza agrupada.

Este cálculo, entonces, puede dividirse en dos pasos: 1) determinación de la densidad de probabilidades de  $P_S$ , definida como la suma de las pérdidas netas por ubicación para todos los inmuebles que forman la póliza (es decir, la suma de las  $P_{N1}$  de la póliza); y 2) aplicación del esquema de capas a la densidad anterior. En lo que sigue procederemos a explicar estos dos pasos.

#### 3.6.1 Determinación de la densidad de probabilidades de $P_S$

Definimos la variable aleatoria  $\beta_S$  como el cociente de  $P_S$  y  $M_S$ , que es la suma de los valores expuestos de los inmuebles de la póliza, incluyendo todos los rubros. Se supondrá que  $\beta_S$  tiene una densidad de probabilidad similar a la de  $\beta_{N1}$ , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_S) = P_{0s} \delta(\beta_S) + (1 - P_{0s} - P_{1s}) B(\beta_S; a_s, b_s) + P_{1s} \delta(\beta_S - 1) \quad (3.12)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores:  $P_{0s}$ , que es la probabilidad de que  $\beta_S$  sea exactamente igual a 0,  $P_{1s}$ , que es la probabilidad de que la pérdida bruta en cada ubicación haya alcanzado su límite de primer riesgo;  $a_s$  y  $b_s$ . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de  $\beta_S$  calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.12 sean iguales a las siguientes dos cantidades, respectivamente:

$$E(\beta_S) = E(P_S) / M_S \quad (3.13)$$

$$VAR(\beta_S) = VAR(P_S) / M_S^2 \quad (3.14)$$

donde:

$$E(P_S) = \sum_{i=1}^{N_u} M_i E(\beta_{N1i}) \quad (3.15)$$

$$VAR(P_S) = \sum_{i=1}^{N_u} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) + 2 \sum_{i=1}^{N_u} \sum_{j=i+1}^{N_u} M_i M_j \rho_{ij} \sqrt{VAR(\beta_{N1i}) \times VAR(\beta_{N1j})} \quad (3.16)$$

donde:

$\rho_{ij}$  = coeficiente de correlación entre las pérdidas  $i$  y  $j$

$N_u$  = número de ubicaciones en la póliza

$M_i$  = valor asegurable total (todos los rubros) de la ubicación  $i$ .

No es posible, con bases puramente empíricas, establecer valores para los coeficientes de correlación  $\rho_{ij}$ . En principio, este coeficiente debería depender al menos de la separación geográfica entre las dos ubicaciones consideradas. De hacerse así, sin embargo, el cálculo de la varianza sería numéricamente muy largo, sin ventajas apreciables de precisión.

Por estas razones, se adoptará un valor de 0.2, independientemente del tipo estructural y localización de la ubicación. Se adoptó este valor porque, después de simulaciones y análisis de sensibilidad, se observó que el incremento en la varianza de  $P_S$  no era excesivo cuando  $\rho_{ij}=0.2$  y que, por otro lado, el premio que se tenía por el efecto de tener una cartera grande era notable pero no demasiado significativo.

Es importante señalar que, con la hipótesis de  $\rho_{ij}$  constante al que llamaremos ahora  $\rho$ , la expresión 3.16 puede adoptar la siguiente forma:

$$VAR(P_S) = (1 - \rho)V_S + \rho S_S^2 \quad (3.17)$$

donde:

$$V_S = \sum_{i=1}^{N_u} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) \quad (3.18)$$

$$S_S = \sum_{i=1}^{N_u} M_i \sqrt{VAR(\beta_{N1i})} \quad (3.19)$$

Más adelante se verá la utilidad de estas nuevas variables.

Finalmente, se hace notar que tratándose de pólizas agrupadas,  $P_{0s}=0$  y  $P_{1s}=0$  (en otras palabras,  $\beta_s$  tiene distribución Beta), mientras que para pólizas semi-agrupadas,  $P_{1s}=0$ .

### 3.6.2 Aplicación del esquema de capas a la densidad de probabilidad de Ps

El valor esperado de la pérdida neta de una póliza colectiva con múltiples capas se calcula de la siguiente manera:

$$E(\beta_{N2}) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{Cj}) \quad (3.20)$$

donde  $E(\beta_{Cj})$  es el valor esperado de la pérdida neta de la capa  $j$ , que se calcula como si se tratara del valor esperado de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12.

La expresión para el cálculo de la media cuadrática de la pérdida es la siguiente:

$$E(\beta_{N2}^2) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{Cj}^2) + 2 \sum_{k>j} E(\beta_{Cj} \beta_{Ck}) \quad (3.21)$$

donde  $E(\beta_{Cj}^2)$  es la media cuadrática de la pérdida neta de la capa  $j$ , que se calcula como si se tratara de la media cuadrática de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12.

El segundo sumando de la ecuación 3.21 se calcula con la siguiente expresión:

$$\sum_{k>j} E(\beta_{Cj} \beta_{Ck}) = (1 - P_{0s}) \sum_{k>j} (v_{1jk} - v_{2jk} + v_{3jk}) \quad (3.22)$$

donde:

$$v_{1jk} = (L_j - L_{j-1}) \frac{a}{a+b} [F_B(L_k, a+1, b) - F_B(L_{k-1}, a+1, b)] \quad (3.23)$$

$$v_{2jk} = (L_j - L_{j-1}) L_{k-1} [F_B(L_k, a, b) - F_B(L_{k-1}, a, b)] \quad (3.24)$$

$$v_{3jk} = (L_j - L_{j-1})(L_k - L_{k-1}) [1 - F_B(L_k, a, b)] \quad (3.25)$$

Se supondrá que  $\beta_{N2}$  tiene una densidad de probabilidad mixta similar a la de  $\beta_{N1}$ , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_{N2}) = P_{0N2} \delta(\beta_{N2}) + (1 - P_{0N2} - P_{1N2}) B(\beta_{N2}; a_{N2}, b_{N2}) + P_{1N2} \delta(\beta_{N2} - 1) \quad (3.26)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores:  $P_{0N2}$ , que es la probabilidad de que  $\beta_{N2}$  sea exactamente igual a 0;  $P_{1N2}$ , que es la probabilidad de que la pérdida de la póliza haya alcanzado su límite de primer riesgo;  $a_{N2}$  y  $b_{N2}$ . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la media cuadrática de  $\beta_{N2}$  calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.26 sean iguales a las dadas en las ecuaciones 3.20 y 3.21.

Finalmente, la densidad de probabilidades de  $P_{N2}$  puede determinarse fácilmente puesto que  $P_{N2} = Ms\beta_{N2}$

El efecto de la aplicación de las coberturas a nivel de póliza afecta, como se ha visto, al valor esperado y la varianza de la pérdida neta. Estas cantidades no son iguales antes y después de la aplicación de la cobertura de pólizas. Como veremos en el siguiente inciso, para poder calcular la varianza de las pérdidas en toda la cartera es necesario determinar los valores de  $V_s$  y de  $S_s$  (ver ecuaciones 3.18 y 3.19) después de la aplicación del seguro a nivel de póliza, cantidades que denominaremos  $V_{N2}$  y  $S_{N2}$ . Estas variables se determinarán de la siguiente manera:

$$V_{N2} = V_s \cdot F^2 \quad (3.27)$$

$$S_{N2} = S_s \cdot F \quad (3.28)$$

donde  $F^2$  es el cociente entre las varianzas de la pérdida después y antes de la aplicación del seguro, es decir:

$$F^2 = \frac{VAR(P_{N2})}{VAR(P_s)} \quad (3.29)$$

### 3.7 Pérdidas en la cartera formada por diversas pólizas de todo tipo ( $P_{NE}$ )

La pérdida neta total en una cartera durante un evento,  $P_{NE}$  es la suma de las pérdidas en las pólizas que la constituyen. Definiremos a  $\beta_{NE}$  como la pérdida total relativa en la cartera, es decir,

$$\beta_{NE} = \frac{P_{NE}}{\sum_k Ms_k} \quad (3.30)$$

donde la suma del denominador involucra a los montos expuestos para todas las pólizas,  $Ms_k$ ,  $k=1, \dots$ , número de pólizas. Supondremos que la función de densidad de la pérdida relativa total en la cartera es de la forma siguiente:

$$f(\beta_{NE}) = P_{0NE} \delta(\beta_{NE}) + (1 - P_{0NE} - P_{1NE}) B(\beta_{NE}; a_{NE}, b_{NE}) + P_{1NE} \delta(\beta_{NE} - 1) \quad (3.31)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores:  $P_{0NE}$ , que es la probabilidad de que  $\beta_{NE}$  sea exactamente igual a 0 durante el evento;  $P_{1NE}$ , que es la probabilidad de que las pérdidas en todas las pólizas hayan alcanzado su límite máximo;  $a_{NE}$  y  $b_{NE}$ . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de  $\beta_{NE}$  calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.31 sean iguales, respectivamente, a las dadas en las ecuaciones siguientes:

$$E(\beta_{NE}) = \frac{\sum_k Ms_k E(\beta_{N2k})}{\sum_k Ms_k} \quad (3.32)$$

$$VAR(\beta_{NE}) = \frac{(1 - \rho) \sum_k V_{N2k} + \rho (\sum_k S_{N2k})^2}{(\sum_k Ms_k)^2} \quad (3.33)$$

donde el subíndice  $k$  se refiere a los valores correspondientes a la póliza  $k$ .

En este momento tenemos definida la densidad de probabilidades de la pérdida neta de la cartera suponiendo que ocurrió un evento correspondiente a un peligro hidrometeorológico.

### 3.8 Tasa de excedencia de las pérdidas en una cartera

#### 3.8.1 Tasa de excedencia de pérdida para un peligro específico

La tasa de excedencia de una pérdida ante un peligro específico es el número medio de veces al año en que dicha pérdida será igualada o excedida. La tasa de excedencia de un cierto valor de pérdida,  $v_m(p)$ , definida como la frecuencia anual con que ocurren eventos asociados al peligro  $m$  que produzcan una pérdida igual o mayor que  $p$ , se calcula de la siguiente manera:

$$v_m(p) = \sum_l \Pr(P_{N2l} > p) PA_l \quad (3.34)$$

donde la suma se extiende para todos los eventos asociados al peligro  $m$  y la probabilidad de que la pérdida sea superior a  $p$  durante el evento  $l$  se calcula integrando adecuadamente la función de densidad de probabilidades calculada para el  $l$ -ésimo evento, que se presenta en la ecuación 3.31.

### 3.8.2 Tasa de excedencia de pérdidas considerando todos los peligros

Supondremos que los eventos asociados a los diferentes peligros son independientes entre sí y son también independientes los eventos asociados a diferentes peligros. En consecuencia, la tasa de excedencia total de un valor de pérdida  $p$  por efecto de los  $NP$  peligros, es simplemente la suma de las tasas asociadas a cada peligro:

$$v(p) = \sum_m v_m(p) \quad (3.35)$$

## 3.9 Pérdida Máxima Probable

### 3.9.1 Definición

La Pérdida Máxima Probable, también conocida como *PML*, es un estimador del tamaño de la pérdida que se excedería poco frecuentemente en una cartera sometida a la ocurrencia de ciertos eventos, en nuestro caso los hidrometeorológicos.

Para los fines de las presentes bases técnicas se definirá como PML a la pérdida asociada a un periodo de retorno de 1500 años, es decir, aquella que se excederá, en promedio, una vez cada 1500 años. Esto equivale a decir que la PML es la pérdida para la cual se satisface que:

$$v(PML) = \frac{1}{1500} \text{ años}^{-1} \quad (3.36)$$

### 3.9.2 Riesgo tolerable

En el inciso anterior se señaló que la PML es una pérdida que será excedida poco frecuentemente. Qué tan poco frecuentemente se esté dispuesto a aceptar que las pérdidas excedan la PML mide, esencialmente, el riesgo tolerable.

De acuerdo con la definición del inciso anterior, el riesgo tolerable al asociar la PML a un periodo de retorno de 1500 años es, en promedio, una excedencia cada 1500 años. Por tratarse de un proceso de ocurrencias aleatorio, modelado como proceso de Poisson, que en promedio se tenga una excedencia cada 1500 años no significa que la próxima excedencia ocurrirá dentro de 1500 años; el tiempo de ocurrencia es aleatorio y no puede determinarse cuándo ocurrirá el siguiente gran evento.

Sin embargo, aunque no puede saberse el instante de ocurrencia del próximo evento, bajo la hipótesis de ocurrencias Poissonianas, sí es posible determinar la probabilidad de que en los próximos  $Te$  años (el lapso de exposición) ocurra al menos un evento con pérdidas superiores a la PML, es decir, lo que en análisis probabilista se conoce como la "probabilidad de ruina",  $P_R$ .

En general, esta probabilidad puede calcularse de la siguiente manera:

$$P_R = 1 - \exp(-Te/Tr) \quad (3.37)$$

donde  $Tr$  es el periodo de retorno asociado a la PML (1500 años en nuestro caso). Por ejemplo, la probabilidad de que la PML se exceda al menos una vez durante el próximo año,  $P_{R1}$ , vale:

$$P_{R1} = 1 - \exp(-1/1500) \approx \frac{1}{1500} \quad (3.38)$$

de donde se observa que, para periodos de retorno grandes, la probabilidad anual de excedencia es aproximadamente igual al inverso del periodo de retorno de la PML. En la tabla siguiente se presentan valores de la probabilidad de excedencia de la PML que tiene un periodo de retorno de 1500 años, para diversos valores del lapso de exposición:

Tabla 3.1. Probabilidad de que la PML se exceda en los próximos  $Te$  años

Periodo de exposición ( $Te$ , años)			
1	10	20	50
0.1%	0.7%	1.3%	3.3%

Se observa, por ejemplo, que la probabilidad de que la PML sea excedida en los próximos 20 años es 1.3%.

(Continúa en la Octava Sección)