

RIESGOS SÍSMICOS Y DE TSUNAMIS EN LA COSTA SUR OESTE DEL PERÚ

La costa sur del Perú y el norte de Chile, se caracterizan por que en la zona de subducción ocurren sismos de gran magnitud; del orden 8 ó más. Estos eventos han causado severos daños por vibraciones sísmicas y por inundaciones de tsunamis en las costas bajas, como el ya citado terremoto de 1868, que destruyó la faja costera y parte de la sierra de los departamentos de Tacna, Moquegua y Arequipa. Arica fue arrasada por tsunamis y el barco de guerra norteamericano Wateree, anclado frente a sus costas, quedó varado 300 m. tierra adentro.



RELIEVE FÍSICO DE LA REGIÓN ESTUDIADA

POSIBLES EFECTOS DE UN TERREMOTO DE GRAN MAGNITUD EN CENTROS POBLADOS REPRESENTATIVOS DE LA REGIÓN ESTUDIADA

Los sucesos de 1868 pueden repetirse porque hace más de 100 años que no han ocurrido sismos de grado significativo en el área mencionada, y se piensa que se ha ido acumulando una gran cantidad de energía que podría liberarse en un evento de gran magnitud. Considerando estas presunciones, se estudió el posible impacto de un evento de esas características en la franja costera y parte de la sierra de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, y de tsunamis en sus costas.

El objetivo de los estudios efectuados ha sido determinar los posibles efectos sísmicos en ciudades importantes como Arequipa, Moquegua y Tacna, y en poblaciones representativas de la sierra y de la costa.

Es alto el riesgo en caso de sismos de gran magnitud por el elevado porcentaje de construcciones de adobe que existen en la región estudiada. En las zonas antiguas de Moquegua y Tacna este tipo de construcciones pueden sufrir daños severos en caso que ocurra el sismo de la hipótesis.

Estos resultados se obtuvieron dividiendo los centros poblados en sectores según las características de suelo, geología y topografía, asignándole a cada uno de ellos las intensidades más probables; luego se

determinaron las características de las edificaciones y su estado de conservación, para llegar por fin al número de viviendas que sufrirían daños leves, moderados, severos, destrucción parcial y colapso.

En el Dpto. de Arequipa la vulnerabilidad de las viviendas de adobe es mucho mayor en poblaciones típicas de la sierra como en Pampacolca y Chuquibamba (Ver Fig. en la pág. 14) que en poblaciones típicas de la costa como Chala y Matarani. Las poblaciones ubicadas en las alturas están construidas sobre suelos blandos de compacidad intermedia; y han sido afectadas por sismos anteriores con epicentro en el continente, como el que ocurrió en 1979.

Un caso ejemplar es el de Mejía, un balneario para la clase media y alta de Arequipa. Allí se unen 2 factores favorables: suelo compacto y seco o roca, y construcciones modernas y sismorresistentes en su gran mayoría. Esto da como resultado que el mayor número de viviendas sufrirían sólo daños leves o moderados; y unos pocos, daños severos en los 3 sectores en que se dividió la ciudad para su estudio; tal como se observa en la figura de la pag. 14.

En la ciudad de Arequipa los mayores daños se producirían en su zona antigua donde predominan construcciones de sillar ya debilitadas por sismos anteriores y en las zonas donde por la cercanía de la napa freática a la superficie, se esperan altas intensidades sísmicas. En cambio, los daños serían menores en los nuevos barrios residenciales donde predominan las construcciones de albañilería reforzadas con columnas y vigas de concreto armado, así como también en las construcciones efectuadas sobre roca, que en Arequipa aflora en varios lugares. En algunos de esos lugares, se han observado construcciones de sillar construidas en la década de los años 20, que no han sufrido daños durante los varios sismos que han afectado Arequipa desde entonces, a pesar de su baja resistencia sísmica.



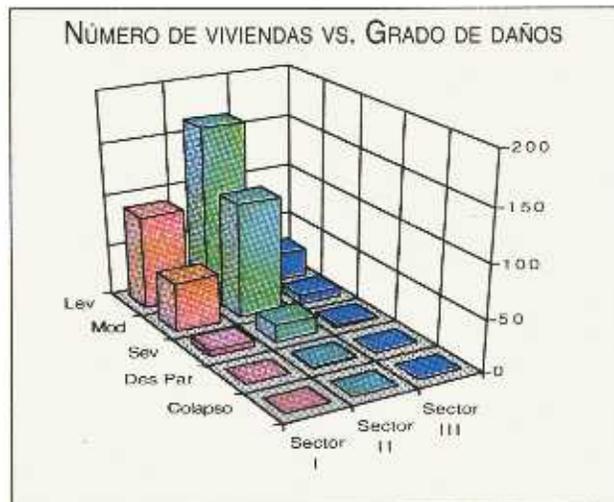
CONSTRUCCIONES DE ADOBE DEBILITADAS POR PASADOS SISMOS Y LA HUMEDAD DEL SUELO, QUE INCREMENTA LAS INTENSIDADES SÍSMICAS; LO QUE HACE DE ELLAS ELEMENTOS DE ALTO RIESGO. EN LA FOTO, UNA ALTA PARED DE ADOBE, SEPARADA DE LOS OTROS MUROS POR GRIETAS, AMENAZA A LOS TRANSEÚNTES QUE PASAN AL LADO DE ELLA.

COMPARACIÓN DE DAÑOS SÍSMICOS ESPERADOS EN UNA POBLACIÓN TÍPICA DE LA SERRANÍA DE AREQUIPA (PAMPACOLCA) Y UNA EN LA COSTA CON BUEN NIVEL SOCIO-ECONÓMICO Y BUEN SUELO (MEJÍA)

PAMPACOLCA



CIUDAD DE MEJÍA



INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA

14

Con la finalidad de estudiar y vigilar la zona de subducción, posible zona de silencio sísmico ubicada en el S-O del Perú, e investigar los eventos intraplaca de dicha región, en especial la prolongación de la falla de San Agustín hacia el sur de Arequipa, el PMDP adquirió 3 sismógrafos semiportátiles Modelo PS/2, AM-2, SS-1 de KINEMÉTRICS. Agregados a los instrumentos que la UNSA tiene instalados, se conformó la red del S-O del Perú.

Para la vigilancia y monitoreo del volcán Misti se adquirió un sistema consistente en una estación de campo modelo SS-1, AM-2, OM-2, CM-2, accionado con panel solar M 75 y una estación central de registro modelo TR-1, DD-12, MD-2, PP-1 y antena VHU, unidos teleméricamente.

Como se sabe una de las formas más efectivas de vigilar un volcán es mediante sismógrafos. En caso de incremento inusual de su actividad sísmica, se tiene programado instalar por lo menos 4 estaciones alrededor del volcán para ubicar con precisión los sismos originados por la actividad volcánica.

POSIBLES EFECTOS DE TSUNAMIS EN LA COSTA S-O DEL PERÚ

Se estudiaron los posibles efectos de tsunamis a lo largo de 632 Km., a partir de la frontera con Chile hacia el norte. Las localidades estudiadas fueron Boca del Río en Tacna, Ilo en Moquegua; y Mejía, Mollendo, Islay y Chala en Arequipa. Para cada uno de esos lugares se determinaron el mínimo tiempo de llegada de la primera ola, que varió entre 5 minutos para Chala hasta 10 minutos para Mejía.

También se estimaron la altura de ola en la costa o run-up, que fue de 7.10 m. para Boca del Río hasta 10.50 m. en Islay.

En la tabla que sigue se resumen los resultados obtenidos.

Los datos incluidos en la Tabla 1, deben ser utilizados con cautela, pues los fenómenos hidráulicos que ocurren durante la violenta inundación de los tsunamis son altamente no lineales. Es prácticamente imposible modelarlos matemáticamente y resolverlos. Por eso, las fórmulas que se emplean son empíricas y se basan en observaciones de fenómenos

TABLA 1

Localidad Estudiada	Tiempo mínimo estimado de la 1ra. ola en minutos	Altura estimada de ola (run-up) en metros
Boca del Río	6	7.10
Ilo	7	8.50
Mejía	10	8.30
Mollendo	8	8.80
Islay	7	10.50
Chala	5	9.80

que han ocurrido en Japón.

En el caso de las costas del S-O del Perú, el problema se complica aún más, pues los epicentros de los sismos tsunamigénicos se ubican cerca de la costa y muchas veces el área fuente del tsunami abarca zonas de aguas poco profundas o aún continentales. Hasta la fecha no se conoce, cuál es la mínima profundidad del agua requerida para que se produzca una transmisión efectiva de energía elástica del fondo oceánico a la masa de agua. Aparentemente este problema, también ocurre a veces en la costa central de Chile. El sismo de marzo de 1985 con una magnitud del orden 8, y epicentro cerca a la costa, generó un tsunami que llegó a tierra sólo en 5 minutos, pero tuvo poca altura.

El Callao ha sido azotado por tsunamis de origen cercano en 6 oportunidades desde 1535 hasta 1994. Todos ellos han tenido efectos diferentes sobre dicho puerto. Los cálculos de tiempo de arribo de la primera ola, altura de ola y límites de la zona de inundación concuerdan con el terremoto-tsunami del 28 de octubre de 1746, el más destructivo de todos. El Callao, una península alargada y baja, es muy vulnerable a los tsunamis, y en 1746 perecieron 3,800 de sus 4,000 habitantes.

A pesar de las limitaciones indicadas, los datos incluidos en la Tabla 1 constituyen informaciones muy valiosas:

► Para preparar planes de emergencia para evacuar las zonas inundables, y

► Para la mitigación de desastres mediante planes de uso del suelo.

En las localidades estudiadas, se nota una limitada penetración tierra adentro. Esto se debe a que las costas del S-O del Perú son en general altas. Chala es inundada en parte de su zona antigua; en Mollendo e Islay ubicadas en parte alta, no se inunda la parte urbana, sino el área portuaria de Matarani; Mejía se inunda parcialmente en sus partes bajas poco pobladas; Ilo es el puerto más afectado, aunque la penetración máxima es de unos 400 m, y se produciría en la zona donde desemboca un río seco. La población fácilmente puede evacuar la zona de inundación en el tiempo disponible, si se prepara un buen plan; y se efectúan regularmente ensayos de evacuación.

Boca del Río es de suave pendiente, por lo que el tsunami puede penetrar a una distancia apreciable; todavía está poco poblado.

DHA/Geneva, el INDECI e HIDRONAV han publicado recientemente un Manual de Tsunamis que recoge los resultados de estudios efectuados en el país, entre 1981 y 1994, de localidades ubicadas entre Talara, por el norte cerca a Ecuador, hasta Boca del Río, por el sur cerca a Chile.



BOCA DE RÍO, DEL DPTO. DE TACNA, AÚN EN ESTADO INCIPIENTE DE DESARROLLO, TIENE UNA MAGNÍFICA OPORTUNIDAD PARA OCUPAR ORDENADAMENTE SU SUELO, REDUCIENDO GRANDEMENTE EL RIESGO PARA LAS FUTURAS GENERACIONES QUE LA HABITEN.

BANCO NACIONAL DE DATOS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES-BNDPMD

Con el objetivo de lograr un manejo eficiente, de la gran cantidad de datos que sobre desastres naturales existen en el Perú, a los que se están agregando de manera constante y rápida, nuevas informaciones, incluyendo algunas referidas a accidentes tecnológicos, el PMDP incluye entre una de sus tareas, organizar el BNDPMD.

Por la manera como se utilizarán los datos, el Banco tiene dos "cuentas": la de desastres naturales y la de los accidentes tecnológicos. La primera es esencial para la concepción, diseño y construcción de obras de ingeniería que deben ser protegidas de eventos naturales extremos, es de utilidad para investigadores que necesitan informaciones a las que puedan acceder de manera rápida, y para funcionarios de Defensa Civil que necesitan preparar planes de emergencia.

16

En cambio, los accidentes tecnológicos, que pueden ser causados por numerosas sustancias peligrosas, necesitan de información precisa acerca de cómo combatir incendios, y de qué antídotos deben tomarse si son ingeridas o inhaladas; por mencionar unas pocas aplicaciones. Estas son informaciones urgentes que deben ser proporcionadas inmediatamente, a la hora que sean requeridas.

De acuerdo a estas necesidades se han organizado 2 grupos de trabajo: el primero, integrado por instituciones que producen o utilizan informaciones sobre desastres naturales, como el Instituto Nacional de Defensa Civil -INDECI, el CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería -CISMID.FIC/UNI, el Instituto Geofísico del Perú -IGP, el Instituto de Geología, Minería y Metalurgia -INGEMMET, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra -HIDRONAV, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología -SENAMHI, etc.

El segundo grupo integrado por el Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud -INAPMAS, el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú -CGVBP y la Facultad de Ingeniería Ambiental de la UNI.

Teniendo claros los objetivos por lograr, durante la formulación del proyecto se identificó los equipos de cómputo necesarios que estaban disponibles en las instituciones participantes, y los equipos mínimos adicionales que sería necesario adquirir por cuenta del Programa.

Como eje de la red, para el manejo de datos sobre desastres naturales se designó al Centro de Cómputo del CISMID.FIC/UNI que, entre otros equipos, cuenta con un sistema IBM 9370, que dispone en un

procesador IBM 9375, tres unidades de disco IBM 9333, cada uno con capacidad de 2400 MB, impresoras, terminales monocromáticos y terminales gráficos. Además de otros equipos como 2 computadoras para gráficos en colores IBM 5080, equipo de procesamiento de texto con impresoras laser, etc.

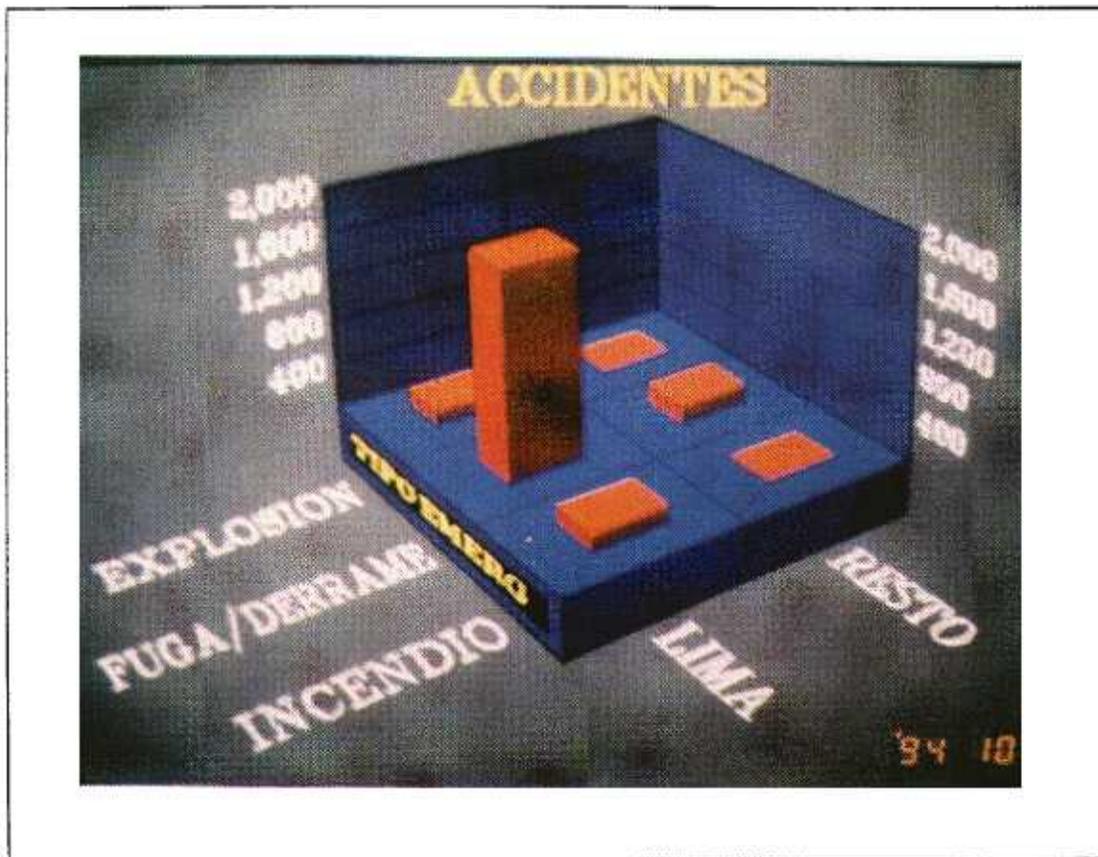
Para completar los equipos con que contaban las instituciones participantes, se decidió: adquirir para INAPMAS una PC para uso exclusivo del manejo de datos sobre accidentes tecnológicos; e incrementar la potencia de uno de los equipos del CGBVP, para almacenar datos sobre sustancias químicas peligrosas que le permitiese atender emergencias las 24 horas del día.

De acuerdo al sistema de cómputo disponible en el CISMID.FIC/UNI arriba indicado y el sistema operativo que utiliza VM/SP (Virtual Machine/System Product), la IBM recomendó como software más adecuado para los fines del Banco, el Sistema STAIRS/CMS (STORAGE AND INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM/CONVERSATIONAL MONITOR SYSTEM).

Algunas de las instituciones participantes en el Banco de Datos de Desastres Naturales han estado organizando su propio sistema de base de datos usando PCs y otros tipos de Software como MICRO CDS/ISIS 2.3 (donado por la O.M.S.), DBASE III + CLIPER, FOX PRO. Para traducir los datos de dichos sistemas al STAIRS/CMS y permitir rápido intercambio entre ambos sistemas, se han preparado en el CISMID.FIC/UNI algunos programas como el CONVER I que se ejecuta dentro del ambiente CDS/ISIS y permite efectuar lo arriba expresado.

Después de terminar de implementar el programa sobre datos de sustancias químicas peligrosas, éste será remitido al CGBVP para su utilización durante las 24 horas del día, y también al INDECI. INAPMAS mantendrá el programa original, para su mantenimiento, incluyendo la adición de nuevos datos.

Luego de la participación en la Conferencia Mundial para la Reducción de los Desastres Naturales, realizada en Yokohama, Japón, en mayo de 1994, en los estudios se está incluyendo el impacto de los desastres tecnológicos en el medio ambiente.



INCIDENTES TECNOLÓGICOS OCURRIDOS EN LIMA METROPOLITANA Y EN EL RESTO DE LAS PROVINCIAS DEL DPTO. DE LIMA DURANTE 1993. FUENTE CGBVP. PROCESADO EN INAPMAS

PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES EN EL S-O DEL PERÚ

Los resultados de los estudios indican que de ocurrir un terremoto de características similares al que afectó la zona en 1868 los daños causados por las vibraciones sísmicas y los tsunamis serían muy severos.

Con el objetivo de reducir los riesgos a mediano y largo plazo, la estrategia utilizada consiste en aplicar las enseñanzas dejadas por pasados desastres, tratando de revertir la situación actual en los países en vías de desarrollo, donde los desastres causan cada vez más víctimas y los daños materiales son también cada vez mayores.

Los problemas más importantes de seguridad que tiene el S-O del Perú son:

- El crecimiento caótico de las ciudades que, bajo la fuerte presión poblacional, ocupan áreas

marginales altamente peligrosas, o interfieren los procesos naturales, lo que intensifica los efectos negativos de los desastres.

- La existencia de numerosas construcciones de adobe, tanto en las ciudades importantes de la región como en poblaciones pequeñas, sobre todo en la serranía del Dpto. de Arequipa, debilitadas por los efectos de pasados sismos, que constituye un alto riesgo para sus ocupantes.

- La amenaza de tsunamis en algunas localidades ubicadas en zonas costeras bajas.

En respuesta a tales problemas, se efectuaron los estudios de microzonificación de las 2 ciudades más importantes de la región: Arequipa y Tacna. En

1983 se había efectuado la microzonificación de Moquegua, ocasión en que se desarrolló la metodología respectiva a ser aplicada a ciudades medianas entre unos 30.000 a 80.000 habitantes. La idea fundamental es que se estudian los lotes de terrenos disponibles hacia donde se podría expandir la ciudad, y luego se les califica a cada uno de ellos, teniendo en cuenta la amenaza de fenómenos naturales, costo de habitación urbana y de las construcciones de edificaciones y servicios públicos vitales, facilidades de transporte, tenencia y estado legal. De acuerdo a estos criterios se seleccionan los sectores más adecuados. En el caso de Moquegua uno de los sectores se descartó, pues el Instituto Nacional de Cultura, lo declaró intangible, ya que en dicho sector existen ruinas de valor histórico y cultural.

La amenaza sísmica, para las ciudades típicas seleccionadas por el PMDP, quedó determinada por las intensidades esperadas. Esto significa que se ha realizado microzonificación sísmica simplificada que puede ser utilizada para expandir dichos centros poblados hacia los sectores más seguros. Después del sismo de 1979, que afectó especialmente la serranía de Arequipa, se estudiaron los efectos de dicho fenómeno en varias poblaciones pequeñas con menos de 10.000 habitantes. Teniendo en cuenta que prácticamente no se cuenta con vehículos motorizados para servicio de transporte dentro del poblado, las zonas de expansión deben quedar dentro del radio en que los habitantes puedan trasladarse caminando, con lo cual se reduce drásticamente el área por investigar. Esta situación inspiró el desarrollo del método de microzonificación para centros poblados pequeños, y Aplao sirvió de modelo. En este caso se consideran los terrenos que rodean el poblado y un radio de menos de 2 Km.; se les dividió en sectores de características similares y se les calificó por su seguridad física, capacidad portante del suelo, facilidad y costo para instalar servicios públicos y costo de construcción de edificaciones.

Los planos de inundación por tsunamis de los centros poblados y puertos más importantes de los 630 Km. de costa estudiados, permiten hacer crecer dichos poblados de acuerdo a los estudios efectuados. Por ejemplo, se ha determinado que Ilo se está expandiendo hacia la "Pampa Inalámbrica", una zona segura cuya cota sobre los 80 m.s.n.m. está muy por encima de la altura del tsunami en la costa. También ZOFRI-Ilo en la zona franca, es segura contra inundación de tsunamis.

En suma, se cuenta con resultados de estudios de microzonificación completos y detallados, para las 3 ciudades más importantes de la región, así como también se tienen identificadas las zonas más convenientes de expansión urbana de varias poblaciones costeras y del interior.

Se está haciendo grandes esfuerzos para que las autoridades locales, cuyos alcaldes son los jefes de defensa civil de la circunscripción respectiva, desarrollen los planes de uso del suelo tomando como base los estudios de microzonificación efectuados. Esto permite un crecimiento seguro, planificado y en la mayoría de los casos con costos más reducidos, tanto para las habilitaciones urbanas como para la construcción de edificaciones y servicios públicos

vitales, a los que se tendría si no se efectuaran con estudios de microzonificación. Las antiguas y debilitadas edificaciones de tierra constituyen un alto riesgo para sus ocupantes y es difícil encontrar soluciones prácticas para protegerlas adecuadamente debido principalmente a factores económicos, sociales y culturales.

La gravedad del problema hace necesario emprender una vigorosa campaña educativa y de difusión, especialmente en la serranía del Dpto. de Arequipa, donde existe un alto número de viviendas de tierra afectadas por sismos anteriores.

Se ha recomendado que la Secretaría Ejecutiva de la III Región de Defensa Civil, coordine y dirija las acciones que a continuación se indican:

EDIFICACIONES EXISTENTES

Efectuar inspecciones de las viviendas construidas con tierra, y clasificarlas en reparables y las que no sería posible reparar; por ejemplo aquellas cuyas paredes están inclinadas y separadas en las esquinas. En la reparación de construcciones de adobe de un piso, se pueden ejecutar dos pasos muy beneficiosos: suspender el techo con puntales y rebajar la altura de los muros a 2.80 a 3.00 m. como máximo, ya que de 3.50 o más, resultan demasiado altos. Desatar luego, 4 ó 5 hileras superiores de adobe y colocar allí una viga collar de madera, con los elementos dispuestos como una escalera echada, teniendo especial cuidado en la unión de las esquinas. Utilizar suelo cemento para el llenado de la viga. Reponer las 4 ó 5 hileras de adobe, y reinstalar el techo.

NUEVAS VIVIENDAS

Las edificaciones que no puedan ser reparadas, es necesario sustituirlas por nuevas construcciones de adobe, de forma adecuada, con los muros separados menos de 5 mts., ventanas chicas, y refuerzo de viga collar cuyo diseño típico se está divulgando reiteradamente mediante folletos especialmente preparados.

Si el suelo es muy húmedo, no debe construirse edificaciones de adobe. Sobre este tipo de terreno las ondas sísmicas se amplificarían grandemente y las intensidades serían altas.

En la parte baja y media de la cuenca de varios ríos existe caña, que puede ser utilizada como material de construcción. En el folleto respectivo, también se está divulgando el sistema de quincha prefabricada, que es de bajo costo y fácil de construir, lo que la hace adecuada para programas de autoconstrucción. Como en el sistema de construcción se ha incorporado el tarrajeo final en base a arena, cemento y yeso, que forma un solo elemento con la base efectuado con barro y paja, y por su poco peso, el sistema adquiere una alta resistencia sísmica; como lo prueban, los ensayos efectuados a escala natural en el CISMID FIC/UNI.

Las Normas Sismorresistentes vigentes en el Perú, protegen razonablemente bien las edificaciones de concreto armado y las de albañilería reforzada.

PLANES DE EMERGENCIA Y ENSAYOS DE EVACUACIÓN

Los resultados de la evaluación de amenazas naturales y de los riesgos frente a sismos y tsunamis en la región S-O del Perú han sido remitidas a la III Región de Defensa Civil para su aplicación. Además han sido expuestas públicamente en seminarios y conferencias.

El Sistema Nacional de Defensa Civil fija claramente quienes son los responsables de la formulación e implementación de los planes de emergencia.

La respuesta hasta la fecha no ha sido uniforme. Va desde excelente para el puerto de Ilo, donde las instituciones locales organizadas, incluyendo a la Marina de Guerra del Perú, han formulado el plan de evacuación de las zonas inundables por tsunamis y ha realizado ensayos de evacuación; hasta autoridades locales que no han afrontado con la debida seriedad el problema de amenaza a su comunidad y prácticamente no han hecho nada efectivo.

La III Región de Defensa Civil tiene una gran labor que realizar promoviendo la formulación de planes de emergencia y la realización de ensayos de evacuación, tal como se programó desde el inicio, cuando se formuló el PMDP en 1991. Las autoridades nacionales de Defensa Civil, el INDECI, ejecutor de este programa conjuntamente con DHA/Geneva, conoce principalmente su rol y está tomando las previsiones del caso para asistir a las auto-

ridades de la III Región de Defensa Civil en el cumplimiento de su responsabilidad.

Durante los meses de marzo a junio de 1995 el PMDP ha contratado a una experta en planes de emergencia y comunicación social, para que visite las localidades más amenazadas, para difundir los resultados de los estudios al público en general y estudiantes y para que colabore con las autoridades locales a formular e implementar sus planes de emergencia.



INFORMACIÓN PÚBLICA

La difusión de los resultados de los estudios de manera adecuada y oportuna es muy importante para el éxito del programa en su totalidad.

Las autoridades locales pueden beneficiar a la población que se desea proteger, a través del claro conocimiento del diagnóstico o escenario de los desastres, y las recomendaciones respectivas para realizar acciones de mitigación y formulación de planes de emergencia y su implementación.

Al inicio del programa, el INDECI preparó y distribuyó un millar de video-cassettes, sobre los desastres más frecuentes y destructivos que afectan al Perú y acciones de mitigación y de emergencia que es necesario realizar para reducir el impacto de los desastres naturales. Se dió énfasis que esa información llegue al área geográfica que cubre el PMDP.

El PMDP en coordinaciones con el Ministerio de Educación preparó 1,000 folletos sobre sismos,

tsunamis, actividad volcánica y fenómenos hidrometeorológicos adversos y la manera sencilla de reducir sus efectos destructivos. Este material fue utilizado en el entrenamiento de 300 docentes de educación primaria y secundaria. Ellos a su vez, entrenaron a 30,000 colegas para conseguir un efecto multiplicador.

El PMDP, es decir DHA/Geneva e INDECI, con la participación de la Marina de Guerra del Perú, preparó un Manual sobre Tsunamis, donde no solamente se considera un resumen de los conocimientos generales sobre el tema, sino también incluye ejemplos de ensayos de evacuación realizados y las experiencias y enseñanzas que dejaron: Que los simulacros deben ser planificados y difundidos con anticipación de tal manera que todos los participantes tengan conocimiento pleno, no solamente de las acciones que deben ejecutar, sino por qué lo hacen y de qué tiempo efectivo disponen. Los ensayos que se realizan con

jóvenes estudiantes mejoran positivamente si saben que se supervisará y evaluará los simulacros calificando cada centro educativo de acuerdo a su performance.

El Manual recoge además los tiempos de llegada de la primera ola, la altura de ola en la costa, y delimita zonas de inundación de todos los estudios realizados en el Perú entre 1981 y 1994. Estos estudios fueron auspiciados por la ex-UNDRR, JICA, USAID, y se sumaron a los resultados de las investigaciones realizadas dentro del PMDP entre 1992 y 1994.

Se cubrió así desde Talara por el norte, cerca de la frontera con el Ecuador, hasta Boca del Río por el sur, cerca a la frontera con Chile, tomando como punto focal las costas de Lima Metropolitana, el tramo de costa más importante del país. Este Manual está siendo traducido al inglés por DHA/Geneva para su difusión internacional.

Los resultados de las investigaciones realizadas en cada una de las 3 áreas de acción que conforman el PMDP, han sido presentada en sendos seminarios realizados en Arequipa, Tacna-Arica y Lima.

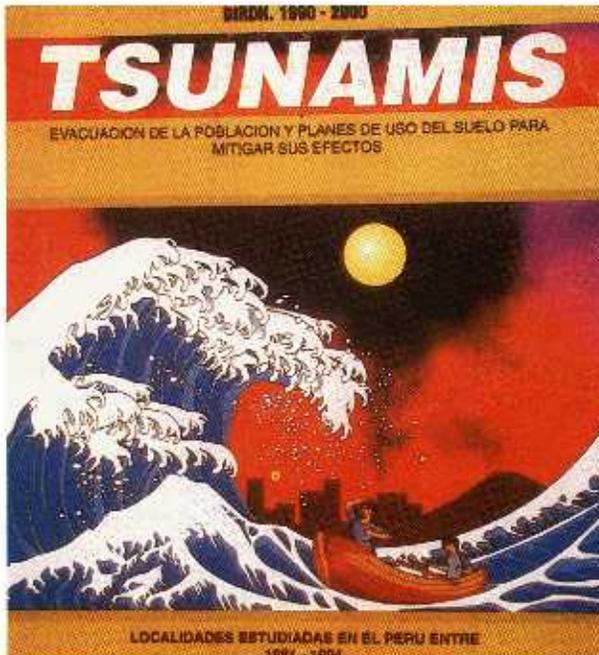
En el seminario binacional Chile-Perú "Riesgos comunes y planificación conjunta Arica-Tacna", participaron destacados expertos internacionales.

Las detalladas investigaciones realizadas para las ciudades más importantes de la región estudiada, que fueron desarrolladas principalmente mediante tesis de grado profesionales y los estudios para localidades específicas, han sido remitidas a las autoridades locales respectivas.

Dada la clara necesidad de tomar acciones de protección del alto riesgo que significa las construcciones de adobe y tapial, se realizó una intensa campaña de difusión de los métodos y técnicas para reforzar las construcciones existentes de adobe y mejorar la resistencia sísmica de las nuevas construcciones de tierra, a fin de que las autoridades y público en general, participe activamente en reducir los riesgos.

Este folleto, es parte de la campaña de Información Pública.

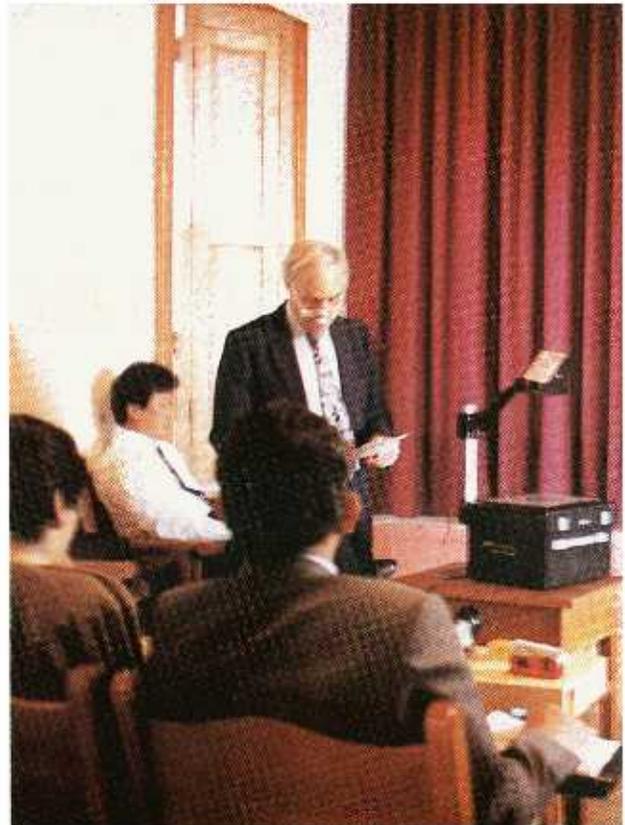
20



CARÁTULA DEL MANUAL SOBRE TSUNAMIS.



EL GRAL. CARLOS TAFUR, JEFE DEL INDECI, ENTREGANDO EL MANUAL SOBRE TSUNAMIS A LAS AUTORIDADES LOCALES DE ILO.



EL DR. JOHN TOMBLIN, JEFE DE LA SECCIÓN MITIGACIÓN DE DESASTRES DE DHA/GINEBRA, DURANTE LA CONFERENCIA QUE DICTÓ EN EL SEMINARIO "PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES EN EL S-O DEL PERÚ" REALIZADO EN AREQUIPA EN NOVIEMBRE DE 1994.

CONCLUSIONES Y LECCIONES APRENDIDAS

En la formulación del proyecto y su implementación se ha seguido la metodología desarrollada por DHA, ex-UNDRP. En primer lugar se definieron claramente los objetivos del proyecto. El Perú tiene vastos y complejos problemas de seguridad que pueden ser causados por fenómenos naturales extremos, por lo que hubo que priorizar el área geográfica y los peligros a considerar.

Se seleccionó como área de estudio, la costa sur del Perú, pues un buen número de sismólogos de varias nacionalidades coinciden en señalar que allí y en el norte de Chile existe una madura zona de silencio sísmico.

En la formulación del proyecto se consideraron los 5 pasos de la metodología para la prevención y mitigación de desastres:

- Evaluación de los principales peligros.
- Determinación de los riesgos que significan tales fenómenos.
- Diseño e implementación de estrategias de prevención y mitigación de desastres.
- Preparación de planes de emergencia.
- Información al público.

Los principales peligros que fueron identificados en el S-O del Perú, son, terremotos, tsunamis y actividad volcánica. Los temas de estudio de las 2 primeras áreas de acción del PMDP responden a esta realidad.

Se estimaron las intensidades sísmicas esperadas en los lugares importantes de interés, las zonas de inundación por tsunamis y el tiempo de llegada de la primera ola y la amenaza del volcán Misti sobre Arequipa.

En la región estudiada están sujetas a mayor riesgo las construcciones de adobe que existen en las principales ciudades y sobre todo en la serranía de Arequipa, debilitadas por sismos intraplaca que han ocurrido en las últimas décadas.

Los mayores riesgos en caso de tsunamis están en el puerto de Ilo, donde en la zona inundable hay un hospital, varios centros educativos, numerosas viviendas y personas; y Boca del Río en Tacna. Mollendo e Islay están en zona alta y parcialmente Chala por lo que la población no sería afectada; sin embargo, las instalaciones portuarias de Matarani, sí pueden serlo. La zona N-E de la ciudad de Arequipa y las quebradas que bajan del volcán Misti están amenazadas por dicho volcán.

Dentro del PMDP, se han efectuado los estudios de microzonificación de Arequipa y Tacna. Anteriormente se había efectuado la de Moquegua. Se tienen pues datos suficientes para hacer crecer las ciudades más importantes de la región de manera segura y ordenada mediante planes de uso del suelo. Los puertos donde se estudiaron los efectos de los tsunamis y las poblaciones donde se estimaron intensidades probables, en la práctica cuentan con resultados de estudios simplificados de microzonificación que pueden ser muy útiles para su expansión. Es urgente reforzar las construcciones de adobe debilitadas por sismos anteriores para incrementar su resistencia sísmica y reemplazar las que están muy deterioradas.

Los planes de emergencia son particularmente efectivos en el caso de tsunamis, pues entre la ocurrencia del terremoto y la llegada de la ola a la costa, hay suficiente tiempo para evacuar a la población de la zona

de inundación, y a este aspecto se ha dado prioridad. Defensa Civil de la III Región está realizando grandes esfuerzos para lograr la participación de las autoridades locales en la formulación de planes de emergencia para cada una de las poblaciones de la región amenazada por el terremoto de la hipótesis.

La información pública es muy importante, pues de ella dependerá que se tome la decisión política de aplicar los resultados de los estudios y planificadores y que las autoridades locales realicen acciones realmente beneficiosas para los pobladores que más lo necesitan. Es por eso que en los 2 primeros años del programa prácticamente se concluyeron todos los estudios, y en el tercer y último año, se dió énfasis a las actividades de información pública. Se remitieron a las autoridades locales los resultados de los estudios tanto para la formulación e implementación de planes de mitigación, así como también para la preparación de planes de emergencia y realización de simulacros de evacuación. Se publicaron folletos y panfletos y se organizaron especialmente seminarios para cada uno de los 3 temas del programa.

Es necesario subrayar que el programa fue enfocado de manera multidisciplinaria y se ha tratado de involucrar de manera directa a los sectores interesados.

El trabajo en equipo ha sido muy importante. Los aportes de las instituciones locales como la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa y de especialistas residentes en la región, ha sido clave para el éxito del programa. El CISMID FIC/UNI transmitió su experiencia a las otras universidades participantes y permitió el uso de sus facilidades.

Dado el apoyo que instituciones de ayuda técnica han brindado al Perú desde hace ya algunas décadas, el programa se ha desarrollado casi enteramente con personal nacional, excepto el estudio de la amenaza volcánica, que fue asesorado por un experto internacional. Se aprovechó la ocasión para reforzar institucionalmente a la UNSA en esta materia. El experto donó con generosidad publicaciones para la biblioteca y próximamente un profesor de la especialidad saldrá becado al exterior.

El estudio ha demostrado que el desarrollo económico y social debe realizarse protegiendo adecuadamente las instalaciones claves para evitar que los desastres naturales retracen el avance de los países en vías de desarrollo.

A pesar que el PMDP concluyó oficialmente en junio de 1995, es necesario que las autoridades nacionales, regionales y locales, no solamente implementen los programas desarrollados, sino que las investigaciones continúen; pues conforme pasa el tiempo la probabilidad de ocurrencia de un sismo destructivo es mayor. Así se evitará la apatía que invade a las autoridades y público en general entre un desastre y otro.

Finalmente, la participación del jefe de Defensa Civil del Perú, quien es a su vez presidente del Comité Nacional para el DIRDN, en la Conferencia Mundial de Reducción de los Desastres Naturales realizada en Yokohama, y la difusión que se está haciendo del impacto económico y social de los desastres naturales, está permitiendo obtener apoyo político del más alto nivel; lo cual es muy importante para la formulación, desarrollo e implementación de programas de prevención y mitigación de desastres.

TESIS DESARROLLADAS E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

La mayor parte de los estudios realizados dentro del marco del PMDP consistieron en tesis de título profesional, desarrolladas en las universidades, contando con la asesoría de los profesores que a continuación se indican:

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN - UNSA

Facultad de Ingeniería Geológica y Geofísica - AREQUIPA

- ▶ "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Arequipa"

Autor : Roberto Ticona Paucara.
Ingeniero Geofísico

Asesores : Ing. Roberto Kosaka. Vicedirector y profesor UNSA
Ing. Melesio Lazo. Decano de la Fac. de Ing. Geológica y Geofísica UNSA.

- ▶ "Peligro Volcánico Potencial del Misti"

Autora : Luisa Macedo Franco.
Ingeniero Geólogo

Asesores : Dr. Minard Hall. Vulcanólogo norteamericano, director del Instituto Geofísico de ESPONA, Quito, Ecuador
Ing. Jesús Chara. Profesor UNSA.

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Facultad de Ingeniería - TACNA

- ▶ "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Tacna"

Autores : Daryle Cotrado Flores. Ingeniero Civil
Yuri Siña Calderón. Ingeniero Civil

Asesores : Ing. Victor Reyes. Profesor Univ. Priv. de Tacna

Ing. Julio Kuroiwa. Profesor
CISMID FIC/UNI

Coordinador: Ing. Luis Vera. Profesor Univ. Nac.
Jorge Basadre - Tacna

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

CISMID. Facultad de Ing. Civil -LIMA

- ▶ "Vulnerabilidad Sísmica de Ciudades Representativas del Dpto. de Arequipa y Recomendaciones Técnicas para la Mitigación de Desastres"

Autor : Guido Rodríguez Zamalloa. Ingeniero Civil

Asesor : Ing. Julio Kuroiwa. Profesor
CISMID FIC/UNI

- ▶ "Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones en los Dptos. de Moquegua y Tacna"

Autor : Luis Fernando Lazares La Rosa.
Ingeniero Civil

Asesor : Ing. Julio Kuroiwa. Profesor
CISMID FIC/UNI

- ▶ "Estudio de los Tsunamis en las Costas de los Dptos. de Arequipa, Moquegua y Tacna"

Autor : Erwin García Zumaeta. Ingeniero Civil

Asesor : Ing. Julio Kuroiwa. Profesor
CISMID FIC/UNI.

Estas tesis fueron presentadas, sustentadas y aprobadas entre marzo y diciembre de 1994.

Las instituciones que han participado en el PMDP están nombradas dentro de los respectivos temas en que colaboraron a desarrollar. El Dpto. de Asuntos Humanitarios de la ONU, con sede en Ginebra, DAH/Ginebra, y el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú -INDECI, agradecen a las instituciones y personas que participaron en cada una de las etapas del programa.



DEFENSA CIVIL

La tragedia más grande sufrida por nuestro país y que conmocionó al mundo entero el 31 de mayo de 1970, ocurrida en el Dpto. de Ancash, dió origen a la creación del Sistema de Defensa Civil el 28 de marzo de 1972, el mismo que en dos oportunidades fue perfeccionado y precisado mediante Decretos Legislativos: el 442, en setiembre de 1987, y 735, en noviembre de 1991.

¿QUÉ ES DEFENSA CIVIL?

El Sistema Nacional de Defensa Civil, es el conjunto de organismos del sector público y no público, que actúan coordinadamente impartiendo normas, doctrinas y recursos orientados a la protección de la población. En caso de la ocurrencia de un desastre, de cualquier índole y origen, acude dando ayuda adecuada,

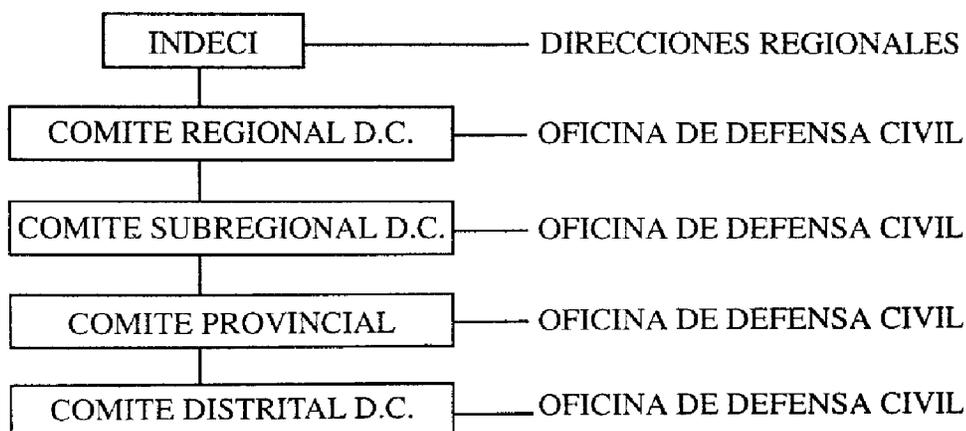
hasta su rehabilitación, desarrollo normal y continuo de sus actividades.

OBJETIVOS:

- Prevenir daños evitándolos o disminuyendo su magnitud.
- Proporcionar ayuda y encauzar a la población para superar las circunstancias del desastre o calamidad.
- Asegurar la rehabilitación de la población afectada.
- Concientizar a la población en el rol de la Defensa Civil y su participación en ella.
- Asegurar además, en cualquier caso, las condiciones que permitan el desenvolvimiento ininterrumpido de las actividades del país.

De esta forma, a través de sus líderes, participa toda la población en la Defensa Civil.

ORGANIZACIÓN:



INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - INDECI
 Esquina Calles 1 y 21, Urb. Córpac, San Isidro, Lima 27 - Perú
 Teléfonos: (511) 4413277 / 4416657 Fax: (511) 441-3349