

## CIUDAD Y RIESGOS NATURALES: EFECTOS DEL EVENTO PLUVIOMÉTRICO DE JULIO DEL 2006 EN EL GRAN CONCEPCIÓN

CLAUDIA VIDAL / PROFESORA DE GEOGRAFIA / UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
MAGISTER (C) EN ASENTAMIENTOS HUMANOS Y MEDIO AMBIENTE PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
COORDINADORA LABORATORIO DE ESTUDIOS URBANOS UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO

SCARLET MARTEL / LICENCIADA EN HISTORIA Y CIENCIAS SOCIALES UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN



SECUENCIA CLAUDIA VIDAL EN SU OFICINA DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO  
FOTOGRAFÍAS: HERNAN ASCUI

1

2

3

4

5

## Introducción:

El crecimiento demográfico mundial, la tendencia histórica de la población a concentrarse en las ciudades y la expansión en forma horizontal y desordenada de la planta física de las urbes, sin considerar la capacidad de acogida del territorio, origina la ocupación de áreas poco aptas desde el punto de vista de los riesgos. De igual modo, las ciudades generan drásticas modificaciones en el sistema natural, tales como relleno de quebradas, paleocanales y trabajos de nivelación; eliminación de áreas verdes que ofrecen servicios ambientales y cumplen un importante rol ecológico y recreacional; modificación y disminución de la cobertura vegetal y de la capacidad de infiltración del agua e incremento de la erosión del suelo. Por otro lado, la impermeabilización de los suelos, aumenta la escorrentía superficial y con ello el poder erosivo de las aguas y la pérdida de la capa vegetal. Finalmente, la intervención en cuencas hidrográficas y laderas de cerros. Todo ello contribuye a incrementar los niveles de riesgo natural y potenciar la ocurrencia de desastres naturales, específicamente inundaciones, anegamientos y derrumbes (Larraín, 1992; Larraín y Simpson, 1994; Sanhueza y Vidal, 1996).

Riesgo natural es definido por la ONU (Ayala- Carcedo, 1993), como la probabilidad de ocurrencia en un lugar dado y en un momento determinado, de un fenómeno natural potencialmente peligroso para la comunidad y susceptible de causar daño a las personas y a sus bienes. Específicamente, la O.N.U. lo define como el producto de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza o peligro natural, por la vulnerabilidad en tanto por uno y la exposición. La peligrosidad es entendida como un fenómeno natural, cuya dinámica puede desbordar sus umbrales más frecuentes de intensidad, magnitud y localización, pudiendo ocasionar daños a las personas y a sus bienes. En tanto, la vulnerabilidad es definida como la capacidad de respuesta de las construcciones humanas a la activación de una amenaza. Por último, la exposición, alude a la población medida en número de habitantes o de bienes por unidad de superficie. Cuando un proceso potencialmente peligroso se activa se está en presencia de un desastre o catástrofe natural, entendiéndose por tal, como aquella situación en la que la vida de las personas puede sucumbir masivamente, produciéndose una desorganización social que excede la capacidad de reacción ordinaria de la comunidad social afectada (Ayala- Carcedo et al, 1988).

Los desastres naturales constituyen un serio freno al desarrollo. Desde el punto de vista de pérdidas en vidas humanas se estima que un promedio anual de 250 millones de personas han sido dañadas periódicamente por desastres en las últimas décadas, de las cuales más de 58.000 son víctimas mortales. (Guha-Sapir et al, 2004) En total, en las últimas dos décadas más de 1,5 millones de personas perdieron la vida producto de desastres. (Valdés, 2006) Siendo los mayores impactos en los países más pobres, donde los costos en términos de medios de subsistencia y de reconstrucción de infraestructuras destruidas son más elevados. Así el 11% de la población mundial expuesta a riesgos naturales vive en países con bajo Índice de Desarrollo Humano (IDH), en tanto, que el 54% de las muertes se produce en dichos países. En cambio, en los países con alto IDH albergan el 15% de la población expuesta, pero presentan sólo el 1,8% de víctimas fatales. (PNUD, 2004)

En términos económicos, las catástrofes naturales provocan pérdidas anuales que van desde los 75.500 millones de dólares estadounidenses en los años 60 a 659.900 millones en los 90, alcanzando los 140 billones de dólares en el 2004. (PNUD, 2004) Del total de catástrofes son las asociadas a procesos climáticos las que mayores impactos generan. De tal modo, del total de pérdidas económicas, entre 1980-2005 el 86% tiene relación con eventos meteorológicos y eventos asociados. En cuanto a pérdidas de vidas humanas, para el período 1975-2005, el 51% están vinculadas a riesgos climáticos. (ONU, 2007)



FIGURA 2

El Gran Concepción, ubicado en el margen occidental de la Octava Región, constituye un conjunto urbano recurrentemente afectado por desastres naturales de tipo climáticos. Lo que se explica, por las condiciones naturales de su sitio de emplazamiento como por las modificaciones generadas en su medio ambiente producto de la expansión urbana (Figura 1).

Concretamente, en relación a las condiciones naturales y físicas, el 61 % del área de estudio presenta restricciones desde el punto de vista de los riesgos naturales. Se deben destacar las comunas de Talcahuano y San Pedro de la Paz, las cuales presentan expuesta a algún tipo de riesgo un 79,8% y un 59,6%, respectivamente, del total de su superficie comunal. (Rojas et al, 2006)

Las limitantes físicas derivan de las características geomorfológicas y climáticas. Desde el punto de vista morfológico, la tectónica de falla del Plioceno superior ha configurado tres unidades morfoestructurales: al este, la Cordillera de la Costa compuesta por granito Paleozoico, intensamente meteorizado, que se eleva a más de 100 m.s.m a través de un escarpe de falla de dirección NNO-SSE; al oeste, una cadena de plataformas de estructura monoclin y fallada constituida por roca sedimentaria de edad Terciaria y altitud media de 70 m.s.n.m, que enmarca la ciudad de Concepción en dirección SSO-NNE. El borde costero, está enmarcado por dos penínsulas rocosas: Tumbes y Hualpén, estructuradas en rocas metamórficas y graníticas, profundamente meteorizadas y solevantadas por la tectónica a más de 100 m.s.n.m. Entre ambas unidades se emplaza la fosa tectónica de Concepción – Talcahuano, al interior de la cual se modela la llanura fluvial y deltaica del río Biobío, con altitudes que escasamente sobrepasan los 10 m y conformada por depósitos de arenas negras basálticas procedentes del alto valle del Laja. Durante el Holoceno, el río difluyó en el delta modelando paleocanales orientados hacia la bahías de San Vicente, Concepción y hacia el río Andalién. Una constelación de pequeños sistemas lacustres son testimonio de dicha evolución ( Laguna Las Tres Pascualas, Lo Galindo, Lo Méndez). Dado que estos paleocanales presentan fuertes dificultades para el drenaje de aguas lluvias, han sido progresivamente rellenados y colonizados durante el siglo XX. (Mardones & Vidal 2001; Mardones, 2002)

En la actualidad, los ríos Bío-Bío y Andalién fluyen en las márgenes sur y norte de la ciudad de Concepción, construyendo terrazas inferiores y llanuras de inundación. Éstos, junto al estero Nonguén, son los principales responsables de inundaciones en el área estudiada.

De la llanura emerge una cadena de cerros isla con altitudes medias de 70 m, constituidos por roca sedimentaria, de estructura monoclin y fallada. Se trata de relieves montañosos con pendiente topográficas  $> 20^\circ$  constituido por rocas muy alteradas en sus laderas, situación que contribuye a la ocurrencia de procesos de remoción en masa. En tanto, que los humedales y paleocanales son afectados por la presencia de inundaciones y anegamientos. (Mardones, 2002)

Por último, desde el punto de vista climático, Devynck (1970) y Romero (1985) reconocen en el área un clima templado mediterráneo, con una estación invernal lluviosa y una estación estival seca y cálida. De acuerdo, con Mardones & Vidal (2001) la estación Bellavista de la ciudad de Concepción, presenta un promedio anual de 1.222 mm, para un promedio de 30 años, de los cuales más del 70% se concentra en los meses de mayo a agosto, con valores promedios mensuales que varían entre 149 mm y 245 mm.

Las condiciones pluviométricas, que presenta el área estudiada, es decir, concentración en un corto período de tiempo y su alta intensidad diaria, constituye el principal detonante para algunas amenazas naturales de tipo climático, tales como: anegamiento, inundación fluvial y derrumbes.

El Gran Concepción es considerado por su peso demográfico, el segundo conglomerado urbano de Chile. Un acelerado ritmo de crecimiento experimento en las últimas décadas. En el período 1952-2002, su población pasó de 190.613 a 546.856 habitantes.(Censo, 1952, 2002) y para el período 2002-2020, se espera una población estimada de 590.564 (INE, 2006).

En cuanto a la expansión urbana, se estima que en el periodo 1955 - 2000, la ciudad incrementó su superficie en 11.940 hectáreas, de las cuales 8.460 corresponden a áreas expuestas a diferentes tipos de riesgos naturales. (Mardones & Vidal, 2001) De acuerdo a lo planteado por las autoras, el crecimiento futuro de las ciudades del Gran Concepción seguirá la misma tendencia debido, a la falta de suelos urbanizables o con severas restricciones a la urbanización y a las crecientes demandas de suelo urbano para uso residencial, industrial y portuario.

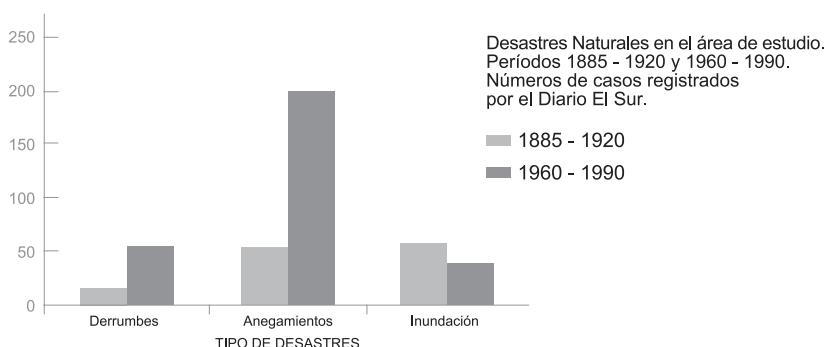
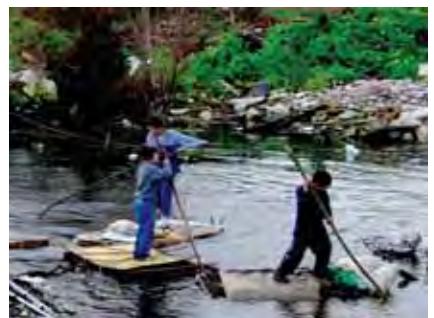
La situación de explosión urbana, unido a su evolución histórica, llevó al conjunto urbano a ensanchar sus límites y a densificar su planta sobre el territorio, alterando con ello el sistema natural. Si bien el sitio del Gran Concepción ha sido sometido permanentemente a lo largo de su historia a elevadas presiones por la actividad humana, es a contar de la década de 1940 que presenta las mayores transformaciones. Las ciudades sufren un crecimiento desproporcionado, su emplazamiento original se torna escaso y nacen nuevos núcleos de gravitación urbana producto de la ocupación espontánea de las tierras. Saturando los buenos sitios de fundación y desbordando hacia áreas con grandes dificultades para su manejo y expuestas a fuertes índices de peligrosidad natural; aumentando con ello la probabilidad de ocurrencia de catástrofes. (Mardones & Vidal, 2001)

La población rural migrante, atraída por la industria, se asienta sobre unidades físicas vulnerables: modelados dunarios, áreas inundables y anegadizas, relleno vastas extensiones aledañas que corresponden a paleocanales del río Biobío y a riberas bajas tanto de este río como del río Andalién y Estero Nonguén, o bien ocupando y alterando las laderas de los cerros islas (Chepe y la Pólvora) (Mardones, 1978).

En síntesis, la expansión espacial del Gran Concepción ha implicado ocupar históricamente lechos de inundación fluvial, alterar fondos y bordes de cauces fluviales, cambiar la naturaleza, geometría y conectividad de las redes hidrográficas, rellenar humedales y paleocanales, y alterar significativamente la calidad y cantidad de las aguas superficiales y subterráneas. Desde el punto de vista geomorfológico, las principales modificaciones generadas por la expansión urbana han correspondido a rellenos artificiales de sectores inundables y anegadizos tales como humedales, riberas y lechos de río.

Junto a los rellenos artificiales se presentan procesos erosivos tales como extracción de áridos en las riberas de los ríos, incrementando con ello el riesgo de inundación, dado que se desprotegen los bordes de los cauces. Por último, extensas áreas han perdido sus perfiles de equilibrio debido a las alteraciones de las formas, por cortes de caminos y extracción de arcillas, aumentando con ello las pendientes, y la probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa. Finalmente, la urbanización de las cuencas ha significado reemplazar usos agrícolas de los suelos y cubiertas de vegetación, por superficies duras, tales como calles y sitios eriazos, que han modificado las tasas de impermeabilización, aumentando la escorrentía superficial y subterránea.

Los cambios geomorfológicos e hidrográficos generados por la expansión urbana han provocado un aumento en el escurrimiento y por tanto en la capacidad de erosión y transporte de sedimentos, todo lo cual ha terminado por aumentar la frecuencia de ocurrencia y la magnitud de catástrofes en el período más reciente. Estudios efectuados por Alarcón (1995) y Essmann (1997), registran la frecuencia de desastres naturales en el área de estudio desde fines del siglo XIX hasta la segunda mitad del siglo XX. (Gráfico: N°1)



Al comparar los dos periodos se aprecia un incremento en el número de casos registrados en el periodo 1960-1990. Dado que no existen cambios importantes en el sistema físico del emplazamiento de dicho centro urbano, se asume que el incremento de los desastres registrados por el Gráfico 1, se relaciona principalmente con el aumento de la población y su emplazamiento en áreas expuestas a amenazas naturales; con excepción de las inundaciones en Concepción, cuya disminución podría justificarse por el manejo de la ribera Norte del Bío-Bío, a contar de la segunda mitad del siglo XX. De tal modo, las inundaciones fluviales presentes recientemente en el área de estudio, se vinculan predominantemente a crecidas del río Andalién y Estero Nonguén. El último evento pluviométrico se produjo en Julio del 2006 y afectó a toda la zona centro sur del país y provocó procesos de remoción en masas en las laderas de los cerros, anegamientos e inundaciones en vastos sectores. Ello generó importantes daños en el área estudiada dejando un saldo de 13.180 personas damnificadas y 835 albergadas, 12.541 viviendas dañadas y 92 destruidas. Dichos impactos estarían vinculados con la intensidad de lluvia diaria y con la mala intervención del hombre sobre el sistema natural. En este contexto, el objetivo del presente artículo es identificar, clasificar y zonificar las áreas afectadas por el evento pluviométrico de Julio del 2006. De igual modo, se relaciona y explica su generación, tanto por procesos naturales como por cambios ambientales provocados por la expansión urbana. Finalmente, se describen los efectos en la población.

## **METODOLOGÍA:**

La identificación y zonificación de áreas afectadas por inundación, anegamiento y procesos de remoción en masa se obtuvo mediante trabajos en terreno y entrevistas con asesores urbanos y encargados de emergencia de los municipios involucrados. Luego se comparó con la cartografía de peligrosidad elaborada por Mardones, 1994 et al.

Una vez recopilada la información, se ingresó al SIG ArcView 3.2 y para cada uno de los polígonos se incorporaron los datos en su base respectiva.

Los impactos en la población y los costos del evento, se obtuvieron a partir de estadísticas registradas por la OREMI y el MOP.

## **RESULTADOS :**

### **1. Zonificación áreas afectadas por inundación, anegamiento y procesos de remoción en masa.**

El evento pluviométrico del 2006 se asocia a un sistema frontal de gran intensidad que afectó a toda la zona centro sur entre el 10 y el 13 de julio, generando daño sobre las personas y sus bienes en las Regiones V, Metropolitana, VI, VII, IX y X, concentrándose los mayores impactos en la VIII Región.

Específicamente, el día martes 11 y miércoles 12 de julio, el temporal alcanzó su mayor magnitud en la VIII Región, particularmente en las zonas altas, registrándose en ambos días lluvias que totalizaron alrededor de 400 milímetros, siendo lo regular en 48 horas durante el invierno, una precipitación no superior a los 100 milímetros.

En tanto, la estación de Concepción registraba para el 10 de julio, 106.6 mm de agua caída en 24 horas, que corresponde a los mayores montos de precipitación en 24 horas durante todo el evento.

Al término del sistema frontal, Concepción registraba un superávit de 35% totalizando hasta esa fecha 816 mm de agua caída en comparación con los 604 mm como promedio normal a la fecha. (ONEMÍ, 2006). Estos elevados montos de precipitación detonaron anegamientos, inundaciones y procesos de remoción en masa en las regiones afectadas y en especial en nuestra área de estudio. En la comuna de Concepción se desencadenaron tres tipos de procesos: inundaciones<sup>1</sup> vinculadas a los desbordes de los ríos Bío Bío, Andalién, Estero Nonguén y cursos de agua artificiales, anegamientos<sup>2</sup> en sectores deprimidos y procesos de remoción en masa<sup>3</sup> en las laderas de los cerros.

A partir de la cartografía (Fig. 2) se pueden identificar tres grandes zonas afectadas por el evento pluviométrico. La primera de ellas se localiza al sureste de la ciudad, comprendiendo sector Collao, población Huascar, Los Lirios, Valle Nonguén y Palomares. Dichas áreas se vieron afectadas, principalmente, por inundaciones y anegamientos. Las inundaciones fueron provocadas por desbordes del Estero Nonguén y río Andalién. Entre los factores que explican la ocurrencia de inundaciones se distinguen: la topografía y morfometría de pendientes, características geomorfológicas y sedimentológicas del entorno del lecho que sufre la crecida, influencia antrópica en las riberas del río y factores externos, como intensidad de lluvia y estado de la vegetación de la cuenca de drenaje, entre otras.

En cuanto a la topografía se trata de áreas ribereñas cuya altitud es inferior a 8 m.s.n.m, asentadas sobre la llanura de inundación del estero Nonguén y río Andalién.

En relación a las condiciones climáticas, la intensidad diaria de las lluvias locales y a nivel de la cuenca, es uno de los detonantes de las inundaciones. Se estima que en el área de estudio las inundaciones se relacionan principalmente con ciclos de tres días de lluvia consecutiva y umbrales de intensidad semejantes a los calculados para los anegamientos (>140mm en 72 horas), para caudales peak con periodos de retorno de 5 años (Aros et al, 1995).

1 Por inundación fluvial se entiende, la invasión de un territorio por el escurrimiento descontrolado de un flujo fluvial, debido a una crecida. Las aguas desbordan de su cauce habitual, invaden el lecho mayor del río o las llanuras de inundación y terrazas inferiores, paleocauces, etc., lugar donde decantan los aluviones generalmente finos. Presentan dos orígenes: desbordes de cursos naturales (ríos o esteros) y rebalse de cursos artificiales (canales, sistemas de alcantarillado). (Mardones & Vidal, 2001)

2 Anegamiento es la acumulación de un volumen de agua/lluvia sobre la superficie del suelo. Este peligro está en relación directa con la intensidad de lluvia diaria y con la incapacidad del suelo para infiltrar con la debida velocidad el agua de las lluvias. (Mardones & Vidal, 2001)

3 Los procesos de remoción en masa sean Derrumbes o deslizamientos son las manifestaciones morfodinámicas más frecuentes de la inestabilidad de laderas. Los deslizamientos consisten en un descenso en masa de materiales rocosos sobre una ladera, a través de un plano de deslizamiento (plano de falla, estratigráfico, contacto litológico, etc). Los derrumbes, en cambio, se originan por el desplome gravitacional de una masa considerable de material rocoso, que da como resultado una acumulación caótica de rocas en el pie de vertiente (Flageollet, 1989).

## SECTORES AFECTADOS POR EVENTO PLUVIOMETRICO DE JULIO DEL 2006 EN EL GRAN CONCEPCIÓN

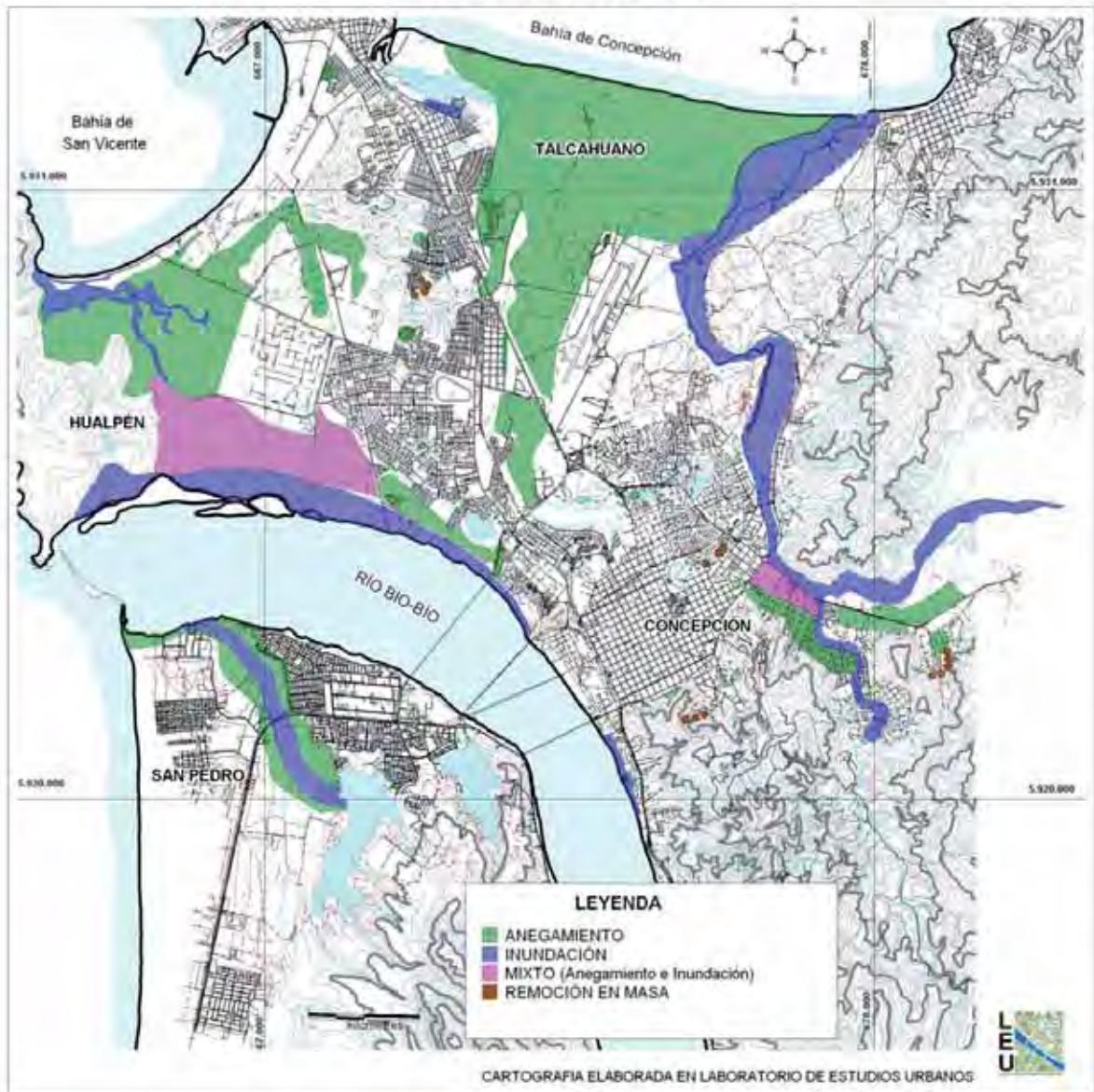


FIGURA 3

Junto a las características naturales del sitio las alteraciones antropicas contribuyen a agudizar el proceso. Entre ellas podemos mencionar: rebalse de cursos artificiales (colectores de aguas lluvias y sistema de alcantarillado), eliminación de cobertura vegetal en la cuenca de drenaje, impermeabilización del suelo y presencia de carreteras que actúan como dique bloqueando el flujo. El rebalse de cursos artificiales se explica por la insuficiencia en la capacidad de los colectores de aguas lluvias, y sistema de alcantarillado ya sea por la estrechez de sus ductos, por tratarse de canalizaciones antiguas que necesitan ser adecuadas a las nuevas demandas, como por falta de mantención y limpieza, lo que facilitó su obstrucción con basuras o ramas. De igual modo, la presencia de canales de drenaje en Avenida Irrázabal y L.M.García., contribuyeron a agudizar las inundaciones tanto porque su capacidad de evacuación no es la adecuada, como porque no se les aplica mantención y limpieza constante. (Foto N°3)

A lo anterior, se une la desprotección de cobertura vegetal de las riberas, así como la deforestación de las laderas del valle alto del Estero Nonguén.

La cobertura vegetal es un factor que regula el régimen hidrológico, sea controlando la infiltración y el escurrimiento superficial de aguas-luvia, sea protegiendo el suelo contra la erosión. La carencia de cobertura incrementa la escorrentía superficial, intensifica la erosión del suelo y los sedimentos erosionados pasan a formar parte del flujo fluvial. Mientras mayor sea la carga sólida de un río, mayor será el riesgo de crecida con el mismo monto de precipitaciones, dado que los sedimentos tienden a elevar el fondo de los lechos y con ello el espejo de agua del curso. En el río Andalién, se ha constatado especialmente en la segunda mitad del s. XX un aumento notable del transporte de sólidos (Jaque, 1996). Este último, asienta su cabecera en una de las comunas más afectadas por erosión en manto y cárcava de nuestro país: la comuna de Florida. A esto se agrega la falta de mantención y limpieza del lecho, lo que contribuyó a aumentar el caudal y a su vez dificultar la desembocadura del flujo del estero Nonguén hacia el río Andalién.

Por último, la impermeabilización por urbanización sobre la terraza de inundación del río Andalién y riberas del estero Nonguén, que dificultó la infiltración aumentando la escorrentía superficial. (Foto N°4)



3 Inundaciones y anegamientos sector Collao.

4 Población Valle Noble localizada en la riberas del río Andalién.





5 Proceso de remoción en masa Sector Palomares.



6 Inundación y anegamientos en Ribera del río Bío Bío comuna de Hualpén.

A lo anterior, se agrega la presencia de la carretera que actuó como dique, bloqueando el flujo del caudal de río Andalién. Junto a las inundaciones, los sectores mencionados se vieron afectados por anegamientos. De acuerdo con Mardones & Vidal (2001), entre los factores de riesgo destacan: las características pluviométricas (intensidades de precipitación diaria superior a 80mm y acumulación de lluvia en 3 días consecutivos superior a 140mm), características físicas del suelo y subsuelo (presencia de sedimentos impermeables y sectores morfológicamente deprimidos con pendientes débiles o nulas). Gran importancia se atribuye también a las intervenciones antrópicas tales como: rellenos artificiales y construcciones que obstruyan el drenaje natural o artificial. En el caso de los sectores estudiados, los anegamientos se agudizaron especialmente por la impermeabilización del suelo debido a la pavimentación, lo que favorecen la acumulación de aguas/lluvia.

En sector Palomares, a los riesgos anteriores se debe agregar la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Si bien se trata de sectores con una alta peligrosidad natural, son los factores climáticos y la intervención antrópica los que desencadenan el evento. Se estima que en el área metropolitana de Concepción, los derrumbes se intensifican cuando existen más de 100 mm. de lluvia acumulada en 72 horas.(Mardones & Vidal, 2001). Paralelamente, se trata de sectores muy erosionados, con pendientes topográficas fuertes y con mínima cobertura vegetal, lo que se explica principalmente por tratarse de sectores intervenidos para la urbanización y para la extracción de arcillas en los cerros colindantes. (Foto N° 5)

Durante el evento, la presencia de gran cantidad de material arcilloso en las calles impidió la accesibilidad al sector.

En cuanto a los procesos de remoción en masa se deben agregar Cerro La Pólvara y Agüita de la Perdiz, se trata de sectores con fuertes pendientes (>20°), con suelos arcillosos y roca meteorizada en profundidad y escasa cobertura vegetal. (Alarcón, 1995; Mardones, 1978). A ello se agrega que se trata de zonas fuertemente alterados por la intensa urbanización en sus laderas. Al este y noreste de la comuna, la población se vio afectada por el desborde del río Andalién situación que se explica por estar asentado sobre la terraza de inundación, zona clasificada como de alta peligrosidad.

Por último, al oeste de la comuna en sector ribera norte del río Bío Bío, se constato inundación vinculada al desborde del río Bío Bío y anegamientos, los que se explican por tratarse de sectores pantanosos con mal drenaje y topográficamente bajos. Al respecto, se debe indicar que éste sector históricamente ha sido afectado por inundaciones, no obstante gracias al manejo de la ribera orientado a rellenar y a elevar el nivel topográfico de ésta, el riesgo de inundación disminuyo, presentándose sólo en la ribera del río limitada por la carretera que impidió el paso del drenaje.

En la comuna de Hualpén se desencadenaron dos tipos de procesos: inundaciones vinculadas a los desbordes de los ríos Bío Bío y cursos de agua artificiales y anegamientos en sectores deprimidos asociados a paleocanales y marismas. (Foto N°6)

En la comuna se presento inundación fluvial en la ribera norte del río Bío Bío cubriendo una extensa área. Estos sectores están asentados sobre terraza de inundación fluvial y sobre paleocanal del río Bío Bío.

La modificación antrópica de la morfología ribereña contribuyo a disminuir la magnitud del desastre, dado que la construcción de la Costanera permitió por un lado a elevar el nivel topográfico de ésta, disminuyendo el riesgo de inundación fluvial. Y por otro lado, la carretera cumplió la función de dique, obstruyendo el paso del drenaje hacia el interior, evitando con ello la inundación de vastos sectores.

Más al norte la modificación de la morfología de dunas explotadas por empresas areneras incrementó el riesgo de inundación. Antiguamente, retenían el drenaje canalizando las crecidas.

El flujo, continuó hacia el norte ocupando el paleocanal del Bío Bío, para desembocar en la bahía de San Vicente afectando bastos sectores de Caleta Lengua. En dicho asentamiento la presencia de puente contribuyo a obstruir el drenaje impidiendo la salida del flujo hacia el mar. (Foto N°7)

De igual modo, se presentaron anegamientos en vastos sectores, afectando diversas poblaciones entre ellas: Peñuelas y sectores aledaños a Laguna Price y Parque Central. Se trata de terrenos bajos con mal drenaje, localizados sobre antiguos cursos de agua o paleocanales del río Bío Bío. Actualmente, sobre estas antiguas formaciones geológicas se han desarrollado humedales los que cumplen un importante rol ecológico. Estos sectores favorecen los anegamientos, dado que presenta napas freáticas relativamente superficiales y en sus fondos, contienen sedimentos impermeables, que dificultan la infiltración, lo que expone estacionalmente a vastas áreas de la ciudad, al riesgo de anegamiento.

Estas áreas, fueron rellenadas e impermeabilizadas por la urbanización, lo que disminuye la infiltración e incrementa la escorrentía superficial y por ende el riesgo.

Paralelamente, la insuficiencia de sistema de alcantarillado y el rebalse de colectores de aguas lluvias, por falta de mantención y limpieza, contribuyo a incrementar los daños.

En el caso de la comuna de Talcahuano, se produjeron inundaciones vinculadas a los desbordes del río Andalién y cursos de agua artificiales y anegamientos en sectores deprimidos asociados a paleocanales y marismas y procesos de remoción en masa. El mayor desastre en la comuna estuvo vinculado con los anegamientos. Se generaron principalmente, sobre marismas y en paleocanal del río Bío Bío. Cabe destacar la fuerte urbanización a la que han sido sometido, recientemente, el humedal Carriel Sur donde se han desarrollado importantes proyectos inmobiliarios. Situación que durante el eventos pluviométrico del 2006 contribuyo a la acumulación de aguas/lluvia dada la impermeabilización del suelo. (Foto N°8)



7 Evento pluviométrico Julio 2006, sector Caleta Lengua.

8 Anegamientos sobre paleocanal del río Bío Bío.



En el caso de la comuna de San Pedro de la Paz, se produjeron inundaciones vinculadas principalmente al desborde del estero Los Batros y anegamientos en sectores deprimidos asociados al humedal de igual nombre.

El humedal y estero Los Batros constituyen un ecosistema a través del cual desagua el sistema interconectado de las Lagunas Chica y Grande de San Pedro. A esto se debe agregar la mínima capacidad de infiltración de la cuenca de la Laguna Grande, debido a la pérdida de la cobertura vegetal original, por ende el agua lluvia pasa rápidamente al cuerpo de agua y luego al humedal. Así en los meses de mayor intensidad pluviométrica los sectores de vega no poseen la capacidad de infiltrar el agua lluvia, el nivel freático se eleva y el mayor caudal del Estero Los Batros bloquea todo tipo de escurrimiento lateral. Todo ello genera importantes desbordes y anegamientos en sectores aledaños, especialmente cuando el río Bío Bío va en crecida, lo que dificulta el desagüe del Estero Los Batros. (González, 2005)

A las condiciones naturales se debe agregar las fuertes presiones a las que se ha visto sometido recientemente, con el relleno de sectores del humedal para ser destinados a fines habitacionales. Ello limita la capacidad de escurrimiento de agua incrementando los riesgos.

## 2. Daños en la población

En cuanto a los impactos en la población, este evento de mal tiempo, dejó un número de 62.416 damnificados en todo el país, siendo la VIII Región la más afectada con 21 personas fallecidas, 51.206 damnificados, equivalentes al 82 % del total, de las cuales 3.158 debieron ser ubicados en albergues. A ello, se agregan daños a las viviendas contabilizándose para la VIII Región un total de 600 viviendas destruidas y 2.334 con daño mayor.(ONEMÍ,2006)

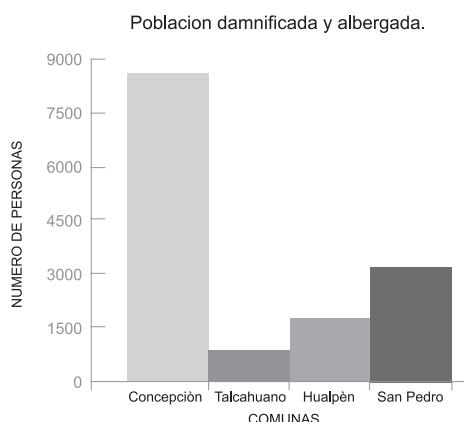
De acuerdo con la ONEMÍ en el área de estudio se registro un total de 13.180 personas damnificadas y 835 albergadas, que corresponde al 26 y 28%, respectivamente, del total regional. De la zona investigada es la comuna de Concepción, la que presenta el mayor N° personas afectadas con 8.000 damnificados y 402 albergados, le siguen la comuna de San Pedro de la Paz con 2.680 damnificados y 416 albergados y finalmente Hualpén, con 1.762 personas afectadas (1.712 damnificados y 7 albergados) y Talcahuano con 795 (788 damnificados y 7 albergados). (Gráfico N°2)

En relación a los impactos en las viviendas se contabilizaron 12.633 viviendas afectadas, en la zona investigada, de cuales el 57% se concentro en la comuna de Concepción. En dicha urbe, 7.126 viviendas presentaron daño menor, 39 daño mayor y 7 fueron destruidas.

Para la comuna de San Pedro, el informe de la ONEMÍ (2006) reporta 3.233 viviendas con daño menor, 536 con daño mayor y 40 destruidas.

Por último, las comunas de Talcahuano y Hualpén, concentran los menores porcentajes de viviendas dañadas en el área de estudio, con un 10 y 3% respecto del total. En el caso de Talcahuano, presento 1.265 viviendas dañadas y 42 destruidas. En tanto, que en Hualpén se registraron 342 viviendas dañadas y 3 destruidas.

De acuerdo a información entregada por la OREMI, los costos del desastre en la VIII Región, por concepto de ayuda a la población <sup>4</sup> fue de \$949.514.000.



## CONCLUSIONES:

Del estudio se concluye que el evento pluviométrico que afectó al Gran Concepción en julio del 2006, fue ambientalmente significativo, ya que junto con generar efectos desastrosos en la población y en la infraestructura, permitió constatar los sectores vulnerables a los riesgos de anegamiento, inundación y procesos de remoción en masa.

El artículo confirma lo indicado por Mardones et al (1994) y Mardones y Vidal (2001) en cuanto a que los umbrales de precipitación superior a 100 mm en 24 hrs son capaces de detonar catástrofes.

De igual forma, se confirman las áreas de peligrosidad definidas previamente por Mardones et al (1994) y Mardones y Vidal (2001) Observándose una mayor extensión en áreas con riesgo de inundación fluvial en las riberas del río Andalién y estero Nonguén, ello se explica principalmente por la expansión urbana en dichos sectores. Igual situación se presenta en relación al riesgo de anegamiento, donde se observa un aumento de áreas expuestas en los sectores localizados sobre el paleocauce del río Bío Bío, en sector autopista camino a Talcahuano.

<sup>4</sup> Entiéndase por ayuda destinada a reparación de viviendas, alimentos y ropa de abrigo.

En cuanto a los factores que contribuyen a generar desastres se concluye, que el sitio de emplazamiento de Gran Concepción presenta una compleja concurrencia de riesgos naturales, dada sus características climáticas, geomorfológicas e hidrográficas. A ella se agregan los factores antrópicos, los que incrementan e intensifican los riesgos como consecuencia de una urbanización que ignora la capacidad de acogida del territorio. Pues en vastos sectores de la ciudad se urbaniza sin considerar las características del soporte físico, en la asignación de usos y la forma como interactúan con el sitio natural en que se hallan instaladas y que ocuparán crecientemente como consecuencia de su expansión futura. (Bartuska, 1998; Mc Harg, 2000)

En síntesis, la expansión espacial del Gran Concepción se ha efectuado sin considerar las características de los sistemas naturales sobre los que se encuentra asentada. Ello ha implicado ocupar históricamente lechos de inundación fluvial, rellenar humedales, marismas, paleocanales, riberas y lechos de río, impermeabilizar vastos sectores aumentando la escorrentía superficial, alteración de laderas y pérdida de sus perfiles de equilibrio debido a las alteraciones de las formas, por cortes de caminos, extracción de arcillas o para localización de viviendas, entre otros. (Vidal & Romero, 2006) En el caso de la ciudad de Concepción, Mardones y Vidal (2001) estimaron que en el periodo 1954-2000, la ciudad se expande 11.940 hectáreas de las cuales el 71% (8.460 hectáreas) corresponden a áreas expuestas a diferentes tipos de amenazas naturales. Para las autoras, el crecimiento futuro de la ciudad continuará esta misma tendencia, puesto que las zonas no expuestas a peligros naturales ya están densamente pobladas, a lo que se agrega las crecientes demandas de suelo urbano para uso residencial.

Finalmente, se plantea la necesidad que en la normativa urbana se incorporen las características locales, dado que la dinámica natural siempre estará presente en el sitio urbano del Gran Concepción y en la medida que se tome conciencia de ello, por parte de la población y las autoridades se contribuirá a la prevención de riesgos.

#### Bibliografía

- Alarcón, Fabiola 1995. "Evaluación de los riesgos naturales en el área metropolitana de Concepción, a través de la información del Diario El Sur", Memoria para optar al título de Licenciado en Educación, Concepción: Universidad de Concepción.
- Aros, V.; Vargas, J. y M. Condemarin 1995. "Rastreo de crecidas en el bajo Bío-Bío. Aplicación a problemas de inundación", Memorias XII Congreso de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. Santiago: Tomo 2, Vol. 1: 257-271.
- Ayala-Carcedo *et al.* 1988. *Riesgos Geológicos*, Madrid; Instituto Geológico y Minero de España.
- Ayala-Carcedo, Francisco 1993. "Estrategias para la reducción de desastres naturales", *Investigación y Ciencia* 200: 6-13.
- Devynck, Jean L. 1970. "Contribución al estudio de la circulación atmosférica en Chile y el clima de la VIII Región", Concepción: Universidad de Concepción.
- Essmann, Cecilia 1997. "Zonificación, análisis y evaluación de los desastres naturales en el área metropolitana de Concepción, entre los años 1985-1920", Memoria para optar al título de profesor de Historia y Geografía, Concepción: Universidad de Concepción.
- Flageollet, J.C. 1989. *Les mouvements de terrain et leur prevention*, París: Editorial Masson.
- Guha- Sapid, D. Hargitt, P. Hoyois, 2004 Thirty Years of Natural Disasters 1974-2003: the Numbers, CRED/UCL Presses.
- González, Loreto, 2005 Planificación ecológica de Humedal Los BATros, orientada a proteger, reparar y desarrollar las funciones ecológicas o ambientales del territorio. Seminario para optar al título de Biólogo. Universidad de Concepción.
- INE , 2006 <http://www.ine.cl>. 7 de abril.
- INE, 1952 Censo de población.
- INE, 2002 Censo de población y vivienda.
- Larraín, Patricio.1992. "El sistema natural en la planificación urbana chilena".En:*Revista Geografía Norte Grande*. N°19. Págs. 58-68.
- Larraín, Patricio y Housley Simpson 1994. *Percepción y Prevención de catástrofes naturales en Chile*, Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Mardones, María, 1978 "El sitio Geomofológico de las ciudades de Concepción y Talcahuano". Instituto de Geografía. Universidad de Concepción. Concepción.Chile.
- Mardones, M. *et al.* 1994. "Zonificación y evaluación de riesgos naturales, en el área metropolitana de Concepción. Informe Final Fondecyt 92-0251
- Mardones, M. y Vidal, C 2001. "La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción". En : *Revista EURE* N°81. Vol. XXVII. Septiembre 2001. Santiago Chile. Pp.97-122.
- Mardones, M. 2002 Evolución morfogenética de la hoya del río Laja y su incidencia en la geomorfología de la Región del BíoBío, Chile. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 47:97-127.
- Mc Harg, 2000 *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona. España.
- Naciones Unidas, 2007 *Disaster Risk Reduction: Global Review Consultation Edition First session*, Geneva, Switzerland 5 - 7 June 2007.
- Rojas *et al*, 2006 *Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción*. Centro EULA. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- Romero, Hugo (1985). "Geografía de los climas", Instituto Geográfico Militar, *Colección Geografía de Chile. Tomo XI*. Santiago: Instituto Geográfico Militar.
- Sanhueza, R. y Vidal, C. 1996: Análisis integrado de Riesgos naturales en la ciudad de Concepción. Memoria para optar al título de Profesor en Historia y Geografía. Universidad de Concepción. Concepción.Chile.
- ONEMI, 2006 Informe del Sistema Frontal del 10 al 13 de Julio de 2006. Departamento de Protección Civil, septiembre de 2006.
- PNUD, 2004 Informe Mundial La reducción de riesgos de desastres U n d e s a f i o para e l d e s a r r o l l o. E.E.U.U.
- Valdés, 2006 La reducción del riesgo de desastres: un llamado a la acción. CIF/OIT. En: [http://www.crid.or.cr/CRID/PDF/local.glob3\\_es.pdf](http://www.crid.or.cr/CRID/PDF/local.glob3_es.pdf)
- Vidal, C. Y Romero, H. 2006 Efectos geomorfológicos e hidrográficos de la expansión urbana del gran concepción y su relación con el incremento de riesgos naturales entre 1955 y 2006. Congreso de Geografía. Universidad de Concepción, Concepción Noviembre 2006.