

GEOMORFOLOGIA DEL CURSO INFERIOR DEL RIO ITATA. VIII REGION DEL BIOBIO¹

FERNANDO A. PEÑA CORTES
Depto. de Ciencias Ambientales y Químicas
Universidad Católica de Temuco
fpena@uctem.cl Casilla 15-D Temuco

MARIA MARDONES FLORES
Depto. de Ciencias de la Tierra
Universidad de Concepción

RESUMEN

Se analizan las características del valle del río Itata, en su curso inferior, mediante el levantamiento detallado de la geomorfología del área, escala 1:50.000, identificando sus restricciones y potencialidades de uso.

ABSTRACT

The characteristics of Itata river valley are analyzed, in its low course, by detailed geomorphology at the raised area at 1:50.000 scale, identifying its restriction and potential user.

INTRODUCCION

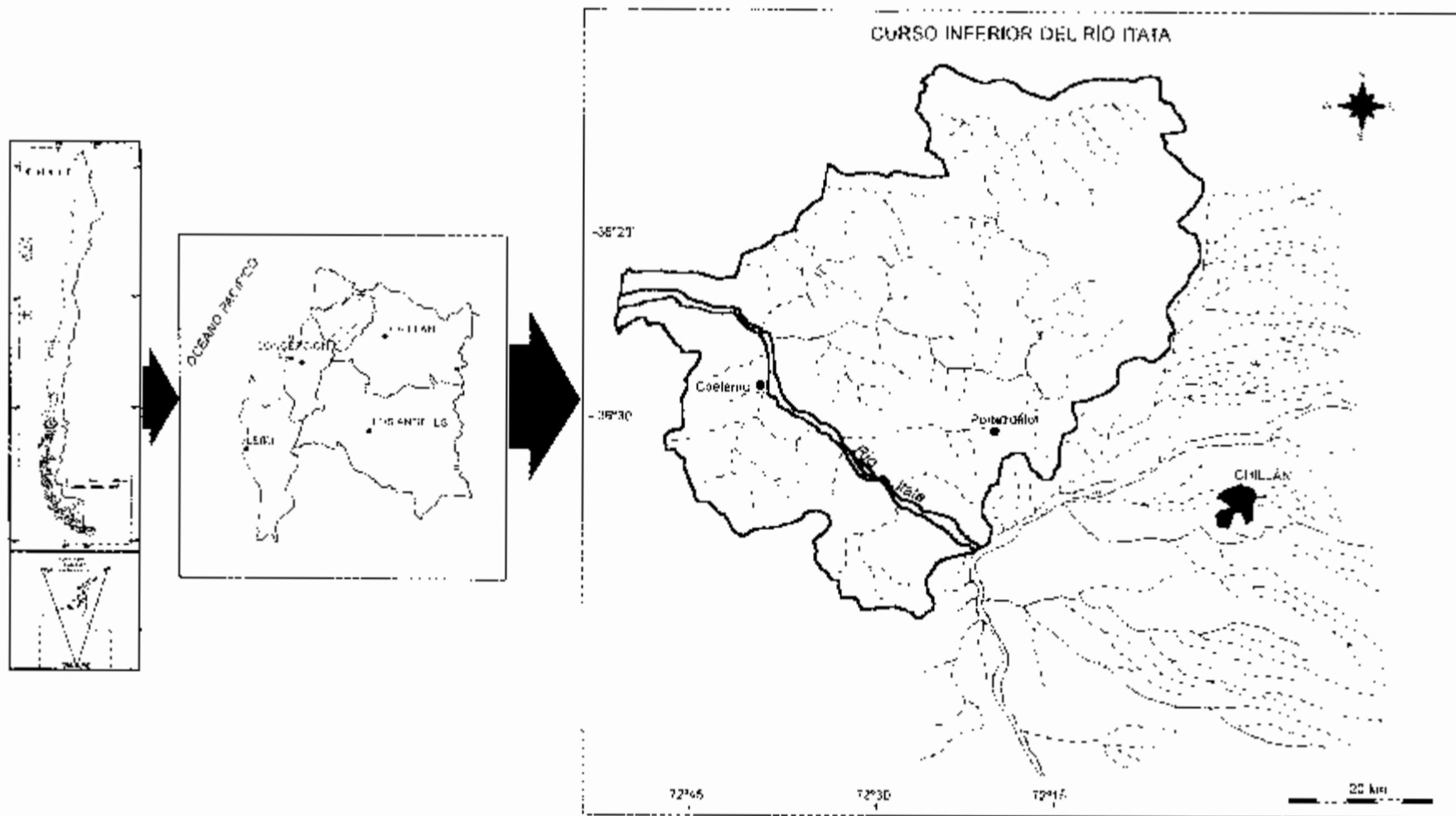
El relieve constituye el sustrato sobre el cual se desarrolla todo tipo de vida. Su forma y composición es el resultado de innumerables procesos ocurridos a través de millones de años, los que han dejado su impronta en el paisaje. En este contexto, el estudio de la geomorfología tiene como objetivo definir las unidades morfológicas del área y sus principales características de morfogénesis, morfometría y sedimentología. La presente investigación se propone analizar las características del relieve mediante el levantamiento detallado de la geomorfología del área, escala 1:50.000, identificando sus restricciones y potencialidades de uso. Para tal efecto se utilizó la metodología propuesta por Tricart (1985), que consiste en la fotointerpretación preliminar del área a escala 1:20.000, del vuelo SAF-FONDEF 1994. Luego se efectuó el levantamiento de terreno, donde se clasificaron los relieves según criterios morfológicos, morfométricos, sedimentológicos, genéticos y de uso del suelo. La erosión hídrica se clasificó de primer a tercer orden, de acuerdo al grado de formación y profundización de cada forma erosiva, según el método de Endlicher (1985). La erosión de primer orden corresponde a la erosión lineal incipiente. La de segundo orden consiste en la formación de la cabecera de la cárcava y la de tercer orden representa la cárcava completa (corredor y cabecera). La densidad de éstas se determinó en una red con

¹ Estudio desarrollado con el apoyo del Centro EULA-Chile y la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción.

cuadrículas de 1 km² de superficie. En terreno se midió la extensión, ancho y profundidad de las formas de erosión. Los antecedentes se traspasaron a la cartografía 1:50.000.

AREA DE ESTUDIO

El curso inferior del río Itata pertenece a la provincia de Ñuble, VIII Región del Biobío y comprende las comunas de Coelemu, Treguaco, Ninhue, Portezuelo, Quirihue, Ránquil, San Carlos, San Nicolás y parte de la VII Región (extremo sur), situadas entre los 36°10' a 36°43' de latitud sur y 72°54' a 72°10' de longitud oeste (Figura 1). Drena una superficie de 2.015 km², lo que equivale al 17,5% de la superficie total de la cuenca del río Itata.



-Figura 1: Ubicación del área de estudio

El relieve del área se caracteriza por sus suaves lomajes cordilleranos, los que se encuentran fuertemente meteorizados y erosionados (Börgel 1983). Climáticamente, el sector se emplaza en el dominio mediterráneo, distinguiéndose en él la existencia de dos variedades climáticas, una por la influencia oceánica a través del valle del Itata (Devynck 1970, Romero 1985) y otra, por la influencia de la zona cordillerana costera (Devynck 1970). En cuanto a pluviometría, la isoyeta de mayor valor se presenta en el sector litoral de la cuenca con 1.200 mm anuales; sin embargo, ésta desciende paulatinamente hacia el este, registrando 1.000 mm en Buchupureo, 900 mm en las cercanías de Ñipas y al norte de Portezuelo, disminuye a los 800 mm, lo que evidencia que el área correspondiente al secano interior es la que recibe la menor pluviometría. La media anual en la estación de Coelemu alcanza a 952 mm concentrados en un 86 % en los meses invernales. No obstante, este promedio puede sufrir fuertes variaciones interanuales; en los últimos 30 años se registraron los más altos montos anuales de lluvia en 1972 con 1.845 mm y los más bajos, el año 1967 con 362 mm. El promedio de las máximas diarias alcanza a 62,4 mm. En cuanto a las precipitaciones máximas absolutas en 24 horas se evidenciaron valores extremos de 144 mm el día 24 de junio de 1968 y de 117 mm el día 9 de abril de 1980 (base pluviométrica, DGA), lo que indica la importancia de la pluviosidad como agente erosivo.

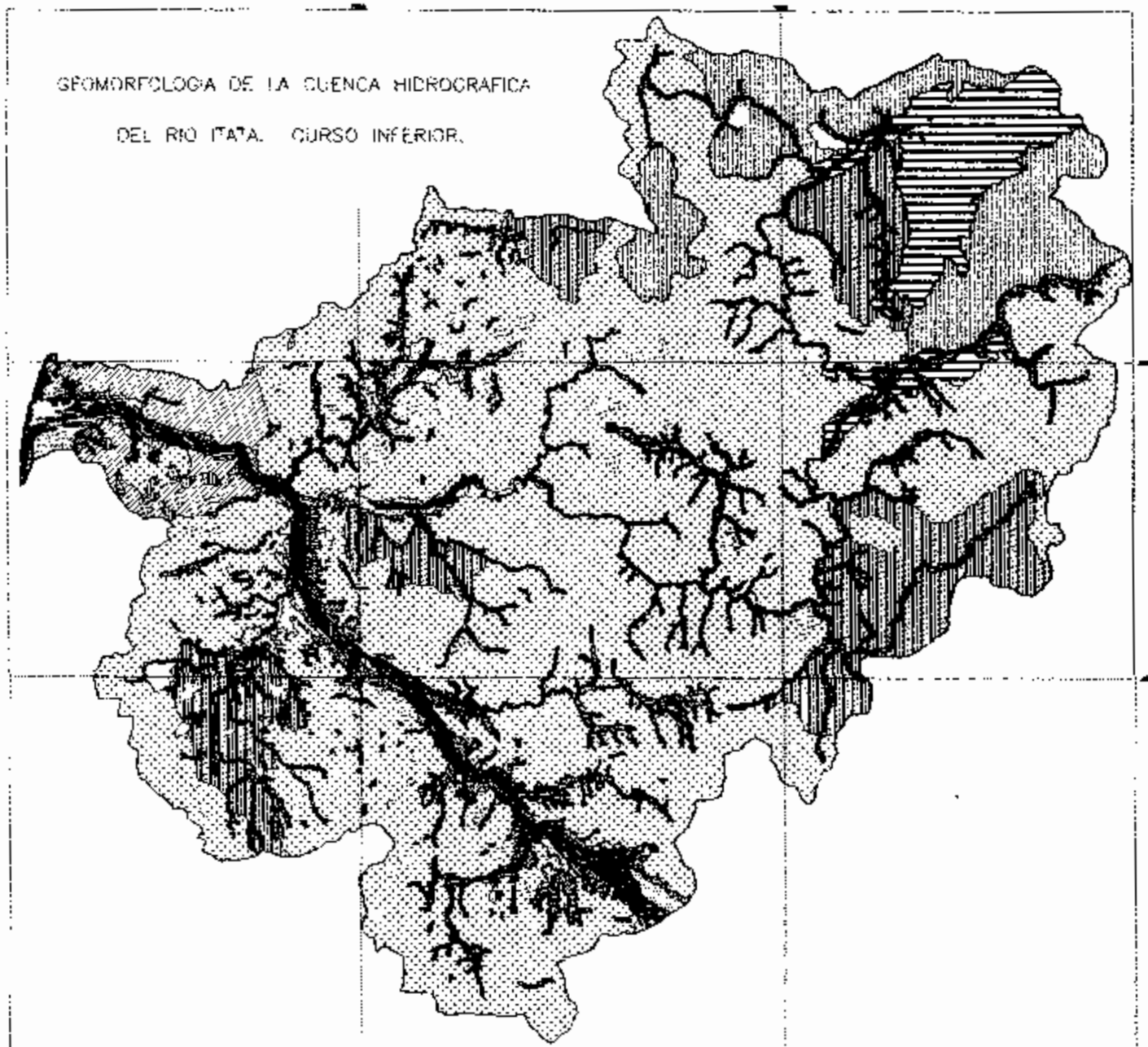
RESULTADOS

Los relieves de erosión marcan la impronta en el paisaje de la cuenca. El 83,3 % del área de estudio, equivalente a 1.651,7 km², está conformada por estos relieves, siendo los mejores representados los cordones en roca granítica del Paleozoico (1.206,5 km²). Le siguen en orden decreciente las plataformas de erosión (208,9 km²) y los cordones en roca sedimentaria del Triásico (147,0 km²). Por su parte, los relieves de acumulación están representados por las terrazas del río Itata y las llanuras aluviales.

RELIEVES DE EROSION

Relieve de cordones de erosión en roca granítica del Paleozoico

En la carta geomorfológica (Figura 2) se observa el dominio de los cordones graníticos en el conjunto del área, cuya superficie alcanza al 59,9 % del total (Tabla 1).



LEYENDA

I RELIEVES DE EROSION

- Cordones de roca sedimentaria del triásico.
- Cordones en roca granítica del paleozoico.
- Cordones en roca metamórfica del paleozoico.
- Plataformas y superficies de erosión en granito y pizarra paleozoicas.
- Plataformas y lavas de chorrón lavas en roca metamórfica paleozoica.
- Granito en trozos de lavas y lavas.

II RELIEVES DE ACUMULACION

- Terraza fluvial superior del río Itata.
- Terraza inferior del río Itata.
- Elapera de inundación del río Itata.
- Tapras y lavas lavas lavas.
- Humedales.
- Depósitos aluviales del río Itata.
- Llanura aluvial y depósitos aluviales lavas.
- Cose de depósitos, cose de depósitos y lavas.
- Plataformas de planicies del Cuaternario. Sedimentos lavas.

- Llanura fluvial. Cose de depósitos y lavas lavas.
- Campos de lavas.
- Flotas lavas.
- Cordones lavas.
- Cose de lavas lavas y cose de depósitos lavas.
- Relieve lavas.

III DATOS HIDROLOGICOS

- Río.

La morfología de este relieve está asociada a la tectónica de falla, a la textura y estructura de los granitoides, a la erosión diferencial, a las condiciones climáticas mediterráneas que agregan a un largo verano seco un invierno con lluvias torrenciales, y a las técnicas de uso del suelo.

Los cordones graníticos presentan una dirección general de norte a sur, con excepción de aquellos situados al norte del área, los cuales se desarrollan en sentido este-oeste. Tres grandes unidades orográficas se distinguen en este relieve. Dominante es el eje NO-SE que separa el área urbana de Quirihue con la de Ninhue con las siguientes cotas: Coiquén 908 msnm; El Rincón 729 msnm; Guallipén 774 msnm y Ninhue con 694 msnm. El segundo cordón está conformado por el cerro Cayumanque con 764 msnm, en el límite sur de la cuenca. El tercero, se sitúa en el sector próximo a Meipo (entre Coelemu y la desembocadura) con altitudes entre 400 y 500 msnm. El resto del área alcanza valores que oscilan entre los 200 y 300 msnm. Sobre este relieve se emplazan las cuencas de recepción y el drenaje superficial que originan una profusa red dendrítica que constituyen los afluentes principales de los ríos Coelemu y Lonquén.

La morfometría de laderas alcanza valores extremos de 44°. El 48,8 % del área que cubren los cordones se encuentra en el rango de pendiente de 10 a 14,9° y el 82,5 % de las pendientes sobre los 30° se ubica en esta unidad. Esto sumado a la alta meteorización (degradación, alteración y fragmentación de la roca) del granito y la escasa cobertura vegetal, potencia los procesos erosivos en estos espacios.

La morfogénesis actual del área está caracterizada por procesos de erosión elemental y de remoción en masa. En cuanto a los primeros, el espeso manto de maicillo (sobre 20 m de acuerdo a mediciones de profundidad realizadas en las cárcavas), generado por la meteorización (descomposición o degradación) de la roca granítica, junto con pendientes sobre 10°; la escasa cobertura vegetal (menor a 20%) y la intensa pluviometría diaria (50,9 % de los días que llueve precipita más de 10 mm), explican el alto nivel erosivo. En efecto, esta área presenta los máximos niveles de densidad de erosión hídrica, es decir 209.999 m²/km², lo que se traduce en un paisaje modelado por extensas áreas con erosión en manto y profundas y anchas cárcavas (Fotografía 1). Los derrumbes y deslizamientos se manifiestan en pendientes superiores a 19°, específicamente en la ribera norte del río Itata sobre roca granítica (camino que une Treguaco con Boca Norte). Sin embargo, en el desencadenamiento de estos procesos, el hombre juega un rol preponderante al modelar los taludes con un ángulo superior a 30°, para la construcción de caminos.

Relieve de plataforma de erosión en roca granítica del Paleozoico

Vastos sectores de plataforma, ondulados y disectados en sierra, con alturas que no superan los 300 msnm, se presentan sobre los afloramientos de granitoides de textura gruesa, cubriendo un área de 157,2 km² equivalentes al 7,8 % del área total.

En esta unidad se reconocen dos niveles, el inferior con altitudes menores a 200 msnm y el superior con altitudes sobre este valor. El primero se localiza en un eje orientado en sentido SO-NE abarcando los sectores de Tropezón, San Ambrosio y Minas de Leuque. El segundo, se extiende desde Guarilihue hasta Trainamávida y desde Coipín a Curica.

El nivel inferior presenta pendientes que oscilan en promedio entre los 5 y 14,9°, con valores extremos de 19°. En efecto, el 58,5 % de este nivel tiene pendientes entre 5 y 9,9° y un 30,2 % entre 10 y 14,9°. Los principales interfluvios corresponden a los esteros Coelemu y Lonquén y a otros menores como Goropeumo, Robles y Paniagua.

Importante en la morfogénesis de las plataformas es la existencia de cárcavas de gran tamaño, como las medidas en terreno en el sector de Leuque, con dimensiones de 24 m de profundidad y 52,7 m de longitud. Predomina aquí la erosión en segundo y tercer orden, con densidades promedio sobre los 170.000 m²/km² (Fotografía 2).

El nivel superior presenta similares valores de pendientes que el nivel inferior. Sin embargo, la gran diferencia se genera en el menor grado de morfogénesis que presenta, ya que el área se caracteriza por tener erosión hídrica en primer y segundo orden, mientras que la de tercer orden aparece en forma esporádica. Esto se explica porque la ocupación humana abarcó en forma intensiva los relieves bajos y de mejor accesibilidad, mientras que los altos y más escarpados tuvieron un menor grado de ocupación. Ello queda de manifiesto al presentarse la vegetación nativa sólo en áreas poco accesibles (quebradas y áreas escarpadas).



Fotografía 1. Erosión hídrica en el sector de Quirao (entre Ninhue y Quirihue).

Relieve de cordones de erosión en roca metamórfica del Paleozoico

Esta morfología se presenta en ambas riberas del río Itata, en un sector reducido que abarca desde el estero Rapu (oeste de Treguaco) hasta Boca Norte, es decir, en el margen occidental del área de estudio. Cubren un área de 47,0 km², lo que equivale al 2,3 % de la superficie total.

Morfológicamente, los cordones se presentan en dirección E-O, disectados por escurrimientos superficiales de orden 1 y con importantes cuencas de recepción como la que da origen al estero Buchuncahue. Sus altitudes no superan los 550 msnm en el sector cercano a Meipo. Tienen una orientación de N a S, sus pendientes son regulares y presentan una mayor inclinación que los cordones graníticos, ubicándose el 72,5 % de ellos en el rango de 15 a 19,9°.

Pese a tener una mayor pendiente en promedio que el modelado granítico, su morfogénesis hídrica es notablemente menor. Aquí el nivel de densidad más extremo que se presenta es de 29.999 m²/km², debido a que los relieves estuvieron protegidos primero por el bosque nativo y, luego, por las plantaciones forestales del área. Sin embargo, son los deslizamientos y derrumbes los que se manifiestan con mayor potencia, debido a que el umbral de pendiente juega un rol determinante.



Fotografía 2. Cultivos de trigo en relieves degradados. Comuna de Treguaco.

Relieve de plataforma de erosión en roca metamórfica del Paleozoico

Abarcan sólo 51,7 km², lo que equivale al 2,6 % del porcentaje total. Conforman pequeños retazos sobre los relieves de cordones. La roca se presenta expuesta y se observa fuertemente diaclasada.

Su morfología es ondulada con pendientes entre 5 y 14,9°. En los escarpes de ladera la inclinación supera los 25°. Se emplazan en un solo nivel, sobre los 200 m. La erosión hídrica corresponde a erosión en manto y lineal incipiente y los procesos de remoción en masa se estiman poco significativos.

Relieve de cordones de erosión en roca sedimentaria (lutitas y areniscas) del Triásico

Ubicados en el margen noreste de la cuenca, cubren un área de 147,0 km², equivalentes al 7,3 % del área total. Su disposición es la de una V invertida y orientada hacia el sur, posibilitando la recepción de las aguas lluvias y el origen de los tributarios que dan forma a la principal subcuenca del área de estudio, la hoya hidrográfica del río Lonquén.

Litológicamente corresponden a los Estratos de Pocillas y, morfológicamente, se organizan en cordones orientados de noreste a suroeste y de norte a sur. Sus altitudes varían entre 350 y 470 msnm.

Las pendientes de las laderas se presentan regulares y con valores que, en promedio, oscilan entre los 10 y 14,9°.

La morfogénesis del área es notablemente menor que en los cordones graníticos y metamórficos ya que las densidades máximas de erosión hídrica no superan los 89.999 m²/km². La erosión se caracteriza por ser de primer y segundo orden; la de tercer orden, representada por las cárcavas totalmente formadas (cabecera y corredor) sólo se manifiesta en el sector de Lleque, debido a niveles de pendiente (> 15°) y baja cobertura vegetal (< 50 %).

Plataformas y terrazas de abrasión marina

Constituyen sólo el 0,1% del área total, lo que significa 2,6 km². Están estructuradas en las rocas metamórficas del Paleozoico (Gajardo 1981). Morfológicamente corresponden a niveles aterrizados de abrasión marina, muy disectadas por quebradas que han sido labradas en los esquistos y filitas metamórficas. El contacto de la plataforma con la llanura arenosa interior se produce mediante un escarpe de erosión muy nítido, pero de trazado sinuoso por las numerosas quebradas que accidentan el sector.

En terreno fue posible constatar un solo nivel (50 m). Hacia el este de Boca Norte, anchas y profundas quebradas (sobre 15 m) la disectan dejando pequeños retazos, separados entre sí por escarpes de ladera de 28° de pendiente. Sin embargo, las que se emplazan al sur del Itata tienen pendientes menores a 12° y procesos de erosión en manto y lineal incipiente.

RELIEVES DE ACUMULACION

Plataforma de Piedemonte

Esta unidad presenta altitudes entre 148 y 166 m. Ha sido construida por los aportes andinos transportados a través del río Ñuble. Está constituida por material de limo y arcilla en el estrato superficial y, bajo los 30 cm, por sedimentos de grava y ripio provenientes de la cordillera andina. Cubren un área de 89,4 km², equivalentes al 4,5 % del área total. Se desarrolla en el extremo NE de la cuenca, donde se emplaza la naciente del río Lonquén. Su morfología se presenta suavemente ondulada y con pendientes que no superan los 15° en sentido norte-sur. El 72 % de esta unidad se encuentra en el rango de pendiente de 5 y 9,9°.

La unidad se presenta constelada de pequeñas lagunas construidas antiguamente por los campesinos para regadío, las que han permanecido y se han consolidado en el paisaje del área. La intervención antrópica en la actualidad es escasa (< 10 hab/km²) (INE 1992), lo que ha permitido la recolonización del espino (*Acacia caven*). La erosión hídrica del suelo es débil (2.499 m²/km²) al igual que la disección de los pequeños cursos fluviales, cuya inscripción no supera los 4 m.

Terrazas fluviales del río Itata

Se distinguen dos niveles de terraza (superior e inferior) y una llanura fluvial (lecho mayor) compuestas por arenas negras fluviovolcánicas. Abarcan una superficie de 41 km², equivalentes al 2,0 % del total del área de estudio.

La terraza superior es la más extensa. Ambas terrazas presentan modelado dunario. La llanura tiene pendientes menores a 2° y severas limitantes por las crecidas periódicas del río Itata. Esta alcanza el mayor desarrollo en el sector de Confluencia, Vegas de Itata y Boca Norte (Fotografía 4), y casi desaparece 5 km antes de desembocar en el mar, en el sector del estero Molligua.

Las arenas que componen la terraza superior del Itata corresponden a material fluviovolcánico. Según Mardones y Jaque (1991) y Amore et al (1992), estos sedimentos se han originado por diversas etapas de represamiento episódico del lago Laja y por las rupturas de barrera que permitieron el transporte del material volcánico desde el volcán Antuco hasta el valle del Itata. Estos depósitos corresponden a defluviaciones ocurridas a fines del Tardiglacial (Mardones y Jaque 1991). La torrencialidad de las

descargas fluviovolcánicas quedan de manifiesto en las numerosas obturaciones laterales que se observan en el valle del Itata. Valles afluentes como los del estero Pirihuín y río Coelemu han sido rellenados hasta 2,5 km valle arriba de su confluencia, por terrazas de arenas negras. La obturación de estos cursos ha originado zonas anegadizas, en los bordes interiores de las terrazas fluviovolcánicas, debido al represamiento ocasionado al drenaje local.

La terraza superior tiene altitudes entre los 18 y 25 msnm y se caracteriza por presentar un importante modelado dunario. Las dunas tienen mayor vigor en las cercanías del Puente Nuevo, que une Coelemu con Treguaco, donde registran 24 m de altitud y pendientes mayores a 18°. Al este, en las zonas de contacto morfológico con los cordones y plataformas graníticas, se presentan procesos incipientes de deflación eólica debido al despeje de la cubierta vegetal (2 km al este de Ránquil) por manejo y uso inadecuado. Por el contrario, al oeste se encuentran bajo la protección de plantaciones de pino, por lo que no observan una morfogénesis activa.



La terraza inferior, ubicada entre los 10 y 14 msnm, se presenta en forma discontinua a lo largo del perfil longitudinal del río Itata. Se observa con nitidez frente a Ránquil, y de ahí reaparece en Coelemu, a 3 km de la desembocadura. Predominan en esta unidad, limos y arenas cuarcíferas.

La llanura de inundación está conformada por el mismo tipo de sedimento de la terraza inferior, presenta altitudes < 10 m y tiene huellas de una activa morfogénesis fluvial y antrópica en sus bordes. Frecuentes anegamientos e inundaciones la afectan, principalmente en los meses de mayor pluviosidad.

Fotografía 3. Valle del Itata en el sector de Meipo. Mes de febrero de 1996.

Se observa el valle del Itata, frente a Meipo (4 km al este de la desembocadura) destaca el ancho de su lecho, el trazado meandriforme del curso de agua en el período de estío y el desarrollo que alcanzan las terrazas.



Fotografía 4. Vista aérea del valle del Itata en su desembocadura. Sector de Vegas de Itata y Boca Norte.

Llanuras aluviales y valles locales

Los valles modelados por el drenaje local tienen paredes abruptas, perfil en V y en algunos sectores, fondos planos modelados por llanuras aluviales que pueden alcanzar más de 2 km de ancho. Limos y arcillas mezcladas con arenas cuarcíferas producto de la erosión de la roca granítica meteorizada subyacente, conforman dichas llanuras. La pendiente longitudinal de los valles es relativamente fuerte: 1 a 4°, lo que debería asegurar un buen drenaje; sin embargo, éste se encuentra perturbado por la obstrucción efectuada por las terrazas de arenas negras en los sectores de confluencia con el Itata. Esta situación explica la ocurrencia de anegamientos invernales y la presencia de humedales en dichas áreas (fotografía 5).



Fotografía 5. En la imagen se observa la torrencialidad de la descarga erosiva. Grandes bancos de sedimentos (arena cuarcífera) modelan el lecho del río Lonquén, comuna de Ninhue.

Llanura litoral

Araya (1986) señala para el sector una línea litoral en convexidad deltaica del Itata, en retroceso. Observaciones de terreno han permitido definir la llanura litoral como de origen fluviomarino. Se trata de una llanura construida por arenas negras volcánicas y modelada por dunas, flechas y cordones litorales.

El modelado dunario se localiza en el sector de la llanura cercano al litoral y está estructurado por una duna bordera con altitudes que a veces superan los 12 m y por dunas parabólicas y transgresivas. En el margen interno del área de dunas, la llanura presenta extensos humedales, debido a la obturación del drenaje local por parte de aquellas.

Estacionalmente, en la desembocadura del Itata se forma una flecha o barra litoral. Producto de las precipitaciones invernales y del mayor caudal del río Itata, ésta es socavada y cortada por el curso fluvial, durante dicha estación; luego se restaura en el período estival, hasta dejar un canal de aproximadamente 20 m por el cual las aguas llegan al mar. En ocasiones extremas se ha producido el cierre total de la barra en verano, provocando la inundación de las áreas ribereñas. En los últimos veranos (años 1996 y 1997), fue necesario incluso el uso de maquinaria pesada y explosivos para posibilitar que las aguas retomaran el escurrimiento al mar y evitar los daños a las actividades agrícolas en Vegas de Itata y Boca Norte. Este proceso está asociado a la incapacidad del caudal de estío de transportar su carga fluvial y de competir con la actividad acumulativa del mar.

Por último, el cordón litoral, que a veces se confunde con la duna bordera, tiene un nítido desarrollo de N a S y su extensión alcanza a 1 km² en el área de estudio. Su inclinación al océano es entre 8 y 18° (pendiente playa) dando paso a pequeñas formaciones de estrán arenoso. Está compuesto de arena negra media a gruesa y restos de material cuarcífero.

CONCLUSIONES

El estudio ha permitido caracterizar las unidades y procesos geomorfológicos junto con establecer las limitaciones y potencialidades del área. Los aspectos descritos para cada unidad geomorfológica son sistematizados en la tabla II, de acuerdo al proceso morfogenético, pendiente y limitación o potencialidad que presentan.

En el caso de los cordones graníticos y metamórficos, éstos plantean limitantes severas. La profunda meteorización del material, las fuertes pendientes (sobre 30°), la alta pluviosidad invernal y el inadecuado uso dado al suelo ha originado una intensa morfogénesis que se manifiesta en procesos de erosión elemental, tales como, erosión en manto y cárcava, derrumbes y deslizamientos. Por otro lado, en los sectores en que éstos se encuentran estabilizados por la vegetación, debe tenerse en cuenta que una inadecuada tala de los bosques y el matorral que hoy los cubre puede provocar procesos similares a los mencionados anteriormente. Debe entonces, utilizarse esta área con planes de manejo que eviten la activación de una morfogénesis mayor. Situación similar es la de las plataformas en roca granítica y metamórfica, que presentan junto al relieve de cordones los valores más altos de densidad de cárcavas.

La menor densidad de cárcavas se presenta en los cordones elaborados en roca sedimentaria. Contribuyen a esto la pendiente (<15°) y la cobertura vegetal del área.

La plataforma de Piedemonte no presenta limitaciones de uso en la actualidad y constituye una unidad estable.

La terraza superior del Itata está modelada por campos de dunas y la permeabilidad de las arenas dificulta el desarrollo de las actividades agrícolas. Asimismo, deberán conservarse estos espacios dunarios para evitar que queden expuestos a la deflación eólica. En el caso de la terraza inferior, presenta

procesos de anegamiento que limitan su uso. Por su parte, la llanura de inundación se encuentra expuesta a inundaciones producto de las crecidas del río Itata, si bien esto ocurre en forma episódica, constituye una seria limitante para su ocupación.

En el caso de las llanuras aluviales, su composición sedimentológica y su extensión posibilitan en mejor forma la actividad agrícola dentro del conjunto analizado. No ocurre lo mismo con los valles locales, que tienen escaso desarrollo y son sectores altamente inestables.

Tabla I. Unidades geomorfológicas: extensión en km² y % en el área de estudio.

Unidad o proceso morfológico	km ²	%
Cordones en roca sedimentaria del Triásico.	147,0	7,3
Cordones en roca granítica del Paleozoico.	1.206,5	59,9
Cordones en roca metamórfica del Paleozoico.	47,0	2,3
Plataforma y superficies de erosión en granito y pizarras paleozoicas.	208,9	10,4
Plataforma y terrazas de abrasión marina en roca metamórfica paleozoica.	2,6	0,1
Erosión en manto de moderada a severa.	39,7	2,0
Terraza fluvial superior del río Itata.	16,9	0,8
Terraza fluvial inferior del río Itata.	13,3	0,7
Llanura de inundación del río Itata.	10,8	0,5
Terraza y llanuras fluviales locales.	5,0	0,2
Humedales.	2,6	0,1
Llanura aluvial y depósitos aluviales locales.	146,4	7,3
Cono de deyección.	1,5	0,1
Plataforma de Piedemonte del cuaternario. Sedimentos fluviales.	89,1	4,5
Flecha litoral.	0,2	0,0
Lechos fluviales. Crecidas estacionales con escarpes fluviales.	14,9	0,7
Cordones litorales.	1,1	0,1

Tabla II. Unidades geomorfológicas: extensión en km² y % en el área de estudio.

Unidad de relieve	Procesos morfogenéticos actuales	Pendientes dominantes (en °)	Principales limitantes
Cordón granítico	-Erosión en manto -Erosión hídrica (cárcavas)	10 - 14,9 Pendientes máximas > 30	Suelos fuertemente erosionados
Plataforma granítica	-Erosión hídrica	5 - 14,9 Pendientes máximas > 19	Suelos fuertemente erosionados
Cordón metamórfico	-Deslizamientos -Derrumbes	15 - 19,9 Pendientes máximas > 30	Inestabilidad de laderas
Plataforma metamórfica	-Erosión hídrica	10 - 14,9 Pendientes máximas > 20	Suelos moderadamente erosionados
Cordones sedimentarios	-Erosión hídrica moderada	10 - 14,9	Suelos moderadamente erosionados
Terrazas de abrasión marina	-Diseción fluvial -Erosión moderada a fuerte	5 - 9,9	Suelos moderados a fuertemente erosionados
Plataf. de Piedemonte	-Erosión hídrica incipiente	5 - 9,9	Sin limitantes
Llanura litoral	-Deflación eólica	1 - 18	Erosión y fosilización de suelos
Terraza superior Itata	-Deflación eólica	< 5	Fosilización de suelos
Terraza inferior Itata	-Deflación eólica -Anegamiento	< 5	Sobrehidratación de suelos
Llanura de inundación del río Itata	-Inundación -Anegamiento	< 2	Riesgos de anegamiento e inundación
Llanura aluvial	-Anegamiento -Acumulación aluvial	< 4	Riesgos de anegamiento e inundación

BIBLIOGRAFIA

AMORE, C.; MARDONES, M. & MONTANARI, L. (1992) Considerazioni sui depositi di Arenas Negras nel bacino del fiume Biobío (Cile Centrale). Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., Catania, Italia. Vol. 25, 339: 29-39.

ARAYA, J. (1986) Cambios actuales de la línea litoral en Chile Central Sur. Revista Geográfica de Chile Terra Australis 29:23-28.

BORGEL, R. (1983) Geomorfología. Tomo II Colección Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar de Chile.

DEVYNCK, J. (1970) Contribución al estudio de la Circulación Atmosférica en Chile y al clima de la región del Biobío. Universidad de Concepción. 164 p.

DIRECCION GENERAL DE AGUAS (s/año) Base pluviométrica Estación Coelemu VIII Región.

ENDLICHER, W. (1985) Geökologische untersuchungen zur Landschaftsdegradation im Küstenbergland von Concepción (Chile). Geowissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg i. Br. als. Habilitationsschrift vorgelegt. Freiburg im Breisgau. 330 p.

GAJARDO, A. (1981) Mapas Geológicos Preliminares. Hoja Concepción Chillán, escala 1:250.000. Región del Biobío. Instituto de Investigaciones Geológicas.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS CHILE (1992) XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda 1992. Santiago.

MARDONES, M. & JAQUE, E. (1991). Geomorfología del valle del Laja. En Memorias segundo Congreso de Ciencias de la Tierra. IGM.

ROMERO, H. (1985) Geografía de los Climas. Tomo XI Colección Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar de Chile.

TRICART, J. (1985) "Principes et Methodes de la Geomorphologie". Masson et Cie editeurs, París.