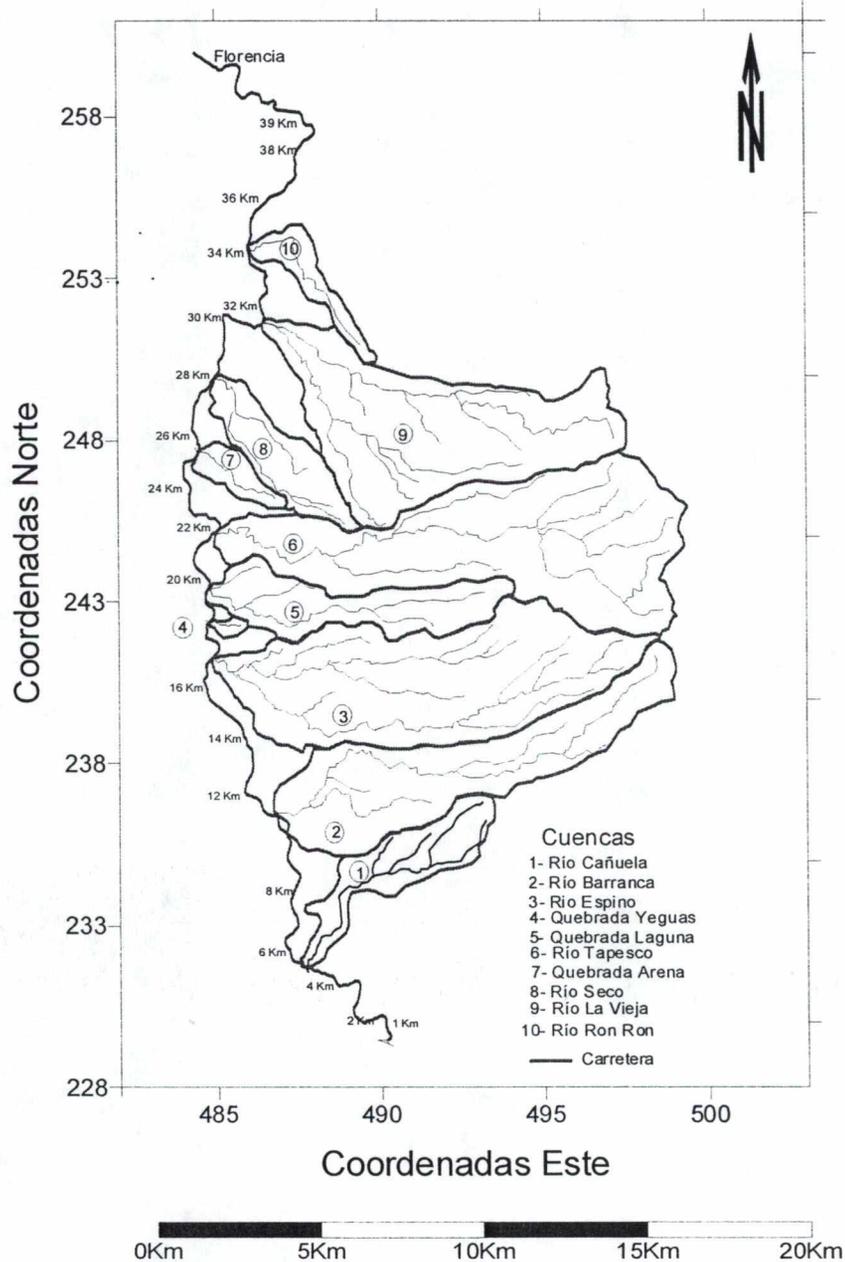




6.5. HIDROLOGÍA

A lo largo del corredor las cuencas de los ríos sobre los que se proyectaron puentes, drenan hacia la vertiente Atlántica y la Pacífica. Las cuencas que drenan a la vertiente Pacífica son la de los ríos Cañuela y Barranca (ver Figura 6.51)

Figura 6.51. Delimitación de las cuencas de los ríos sobre los cuales existen puentes proyectados.





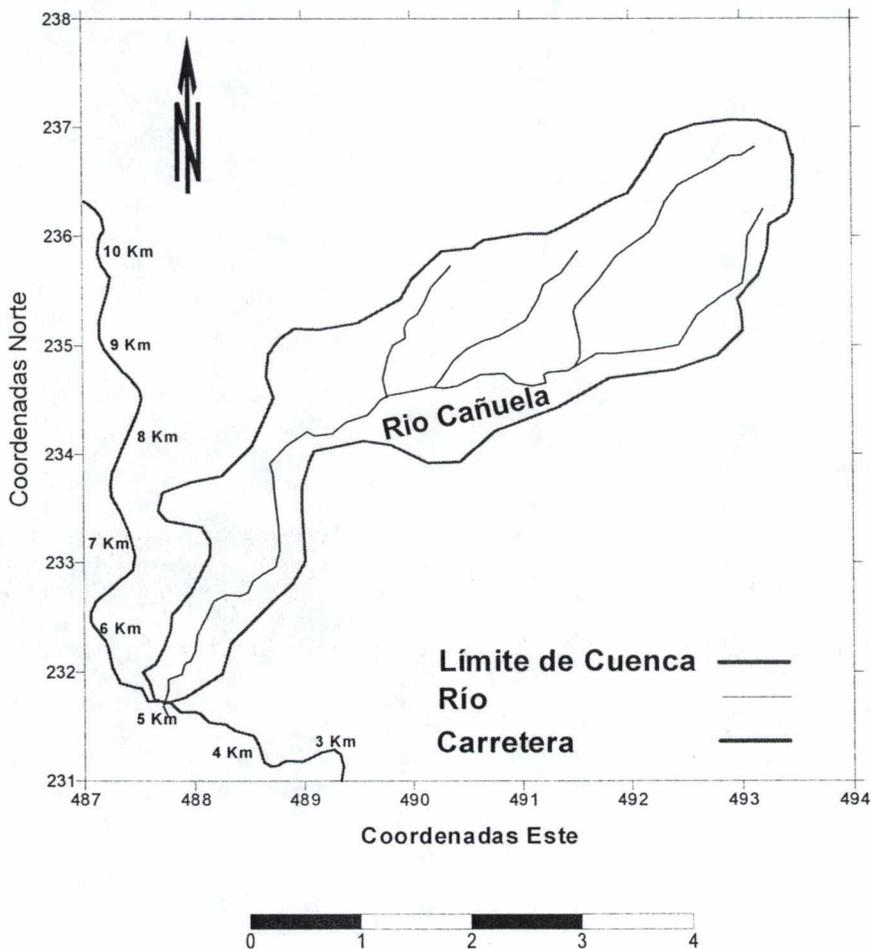
Las cuencas indicadas en la Figura 6.51, se delimitaron tomando como el punto más bajo de cada cuenca las coordenadas geográficas de los sitios de los puentes.

6.5.1. AGUAS SUPERFICIALES

- CUENCA DEL RÍO CAÑUELA

El puente sobre el río Cañuela se encuentra ubicado en las coordenadas 487,6 Este y 231,75 Norte. La delimitación de la cuenca respectiva, aguas arribas del puente, se observa en la siguiente figura (Figura 6.52).

Figura 6.52. Delimitación de la cuenca del río Cañuela.



Fuente: Hoja Cartográfica Naranjo, del IGN, escala 1:5000



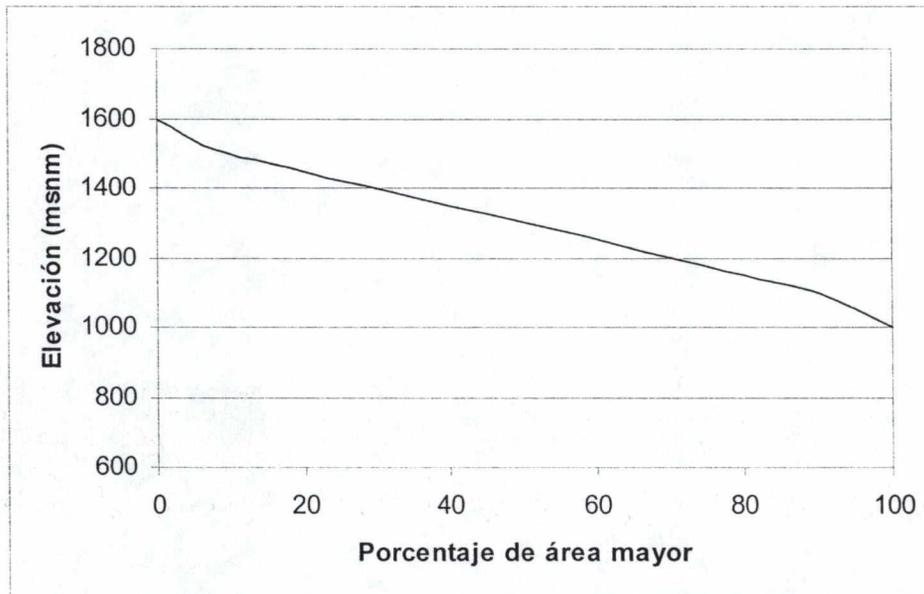
El área de la cuenca del río Cañuela es de unos 9,4 Km², con un perímetro de unos 20,0 Km y el cauce principal con una longitud de unos 8,9 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 2000 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 1620 msnm.

El índice de compacidad de 1,8, lo que indica que se trata de una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es de un 7%, lo que se considera una pendiente relativamente alta.

El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %. Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 75,5 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.53.

Figura 6.53. Curva hipsométrica de la cuenca del río Cañuela



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002.

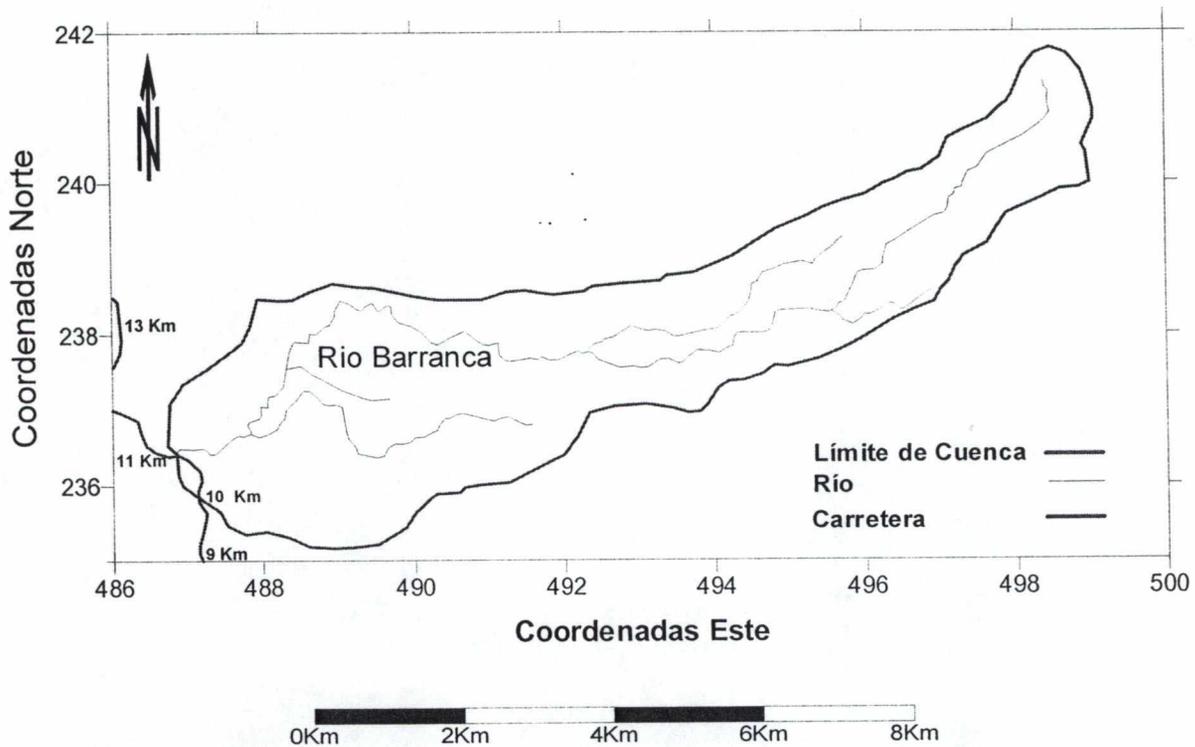
La cuenca del río Cañuela, es una subcuenca del río Grande de Tárcoles, N° 24, según clasificación del ICE, la cual drena hacia la vertiente del Pacífico.



• CUENCA DEL RÍO BARRANCA

El puente sobre el río Barranca se encuentra ubicado en las coordenadas 486,6 Este y 236,45 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.

Figura 6.54. Delimitación de la subcuenca del río Barranca.



Fuente: Hojas Cartográficas Naranjo y Quesada, IGN, escala 1:5000

El área de la subcuenca del río Barranca es de unos 27,1 Km², con un perímetro de unos 31,0 Km y el cauce principal cuenta con una longitud de unos 15,8 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 2140 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 1110 msnm.

El índice de compacidad de esta cuenca es de 1,7, lo que indica que ésta es una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es de un 6,5%, lo que se considera elevado.

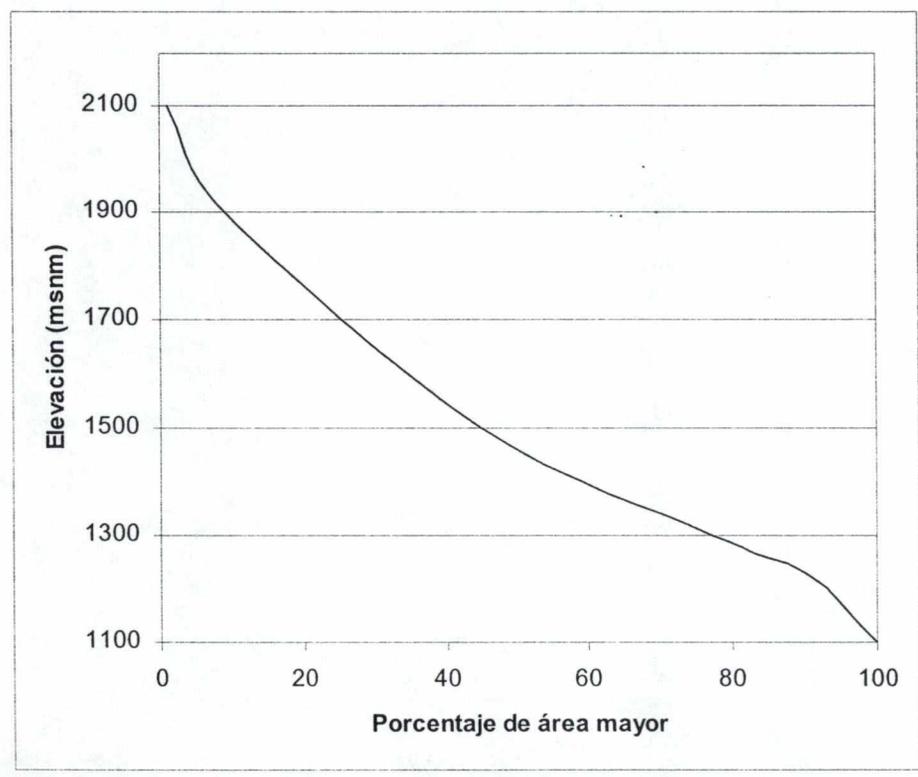
El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.



Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 191,9 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.55.

Figura 6.55. Curva hipsométrica de la cuenca del río Barranca



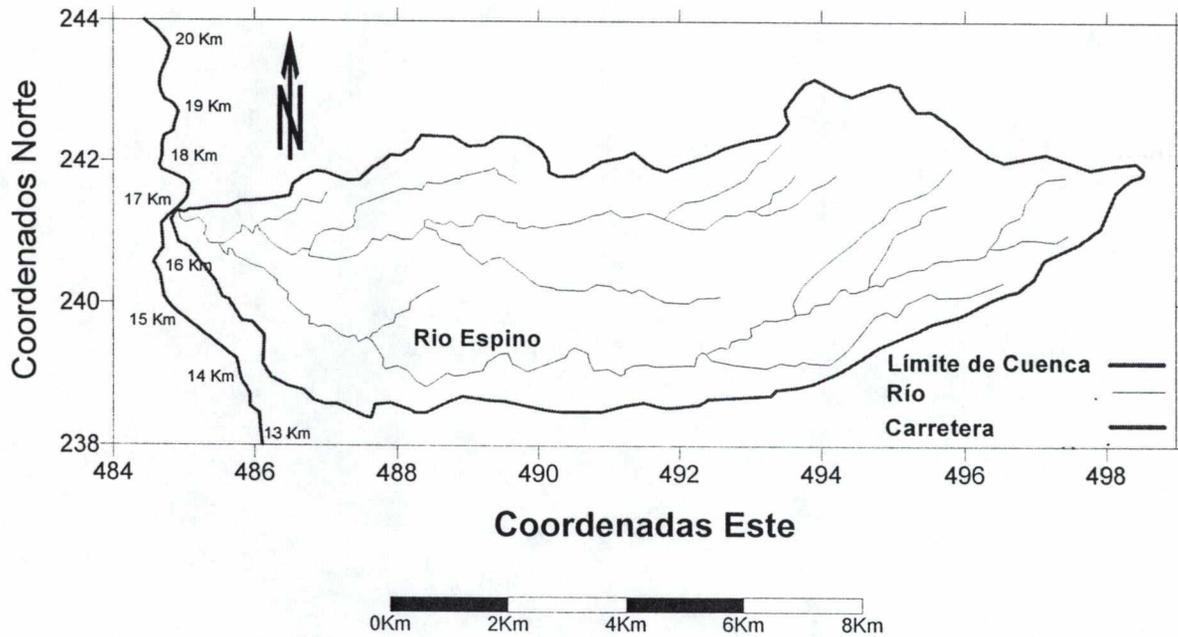
Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002.

La cuenca indicada en la Figura 6.54, es una subcuenca del río Barranca, N° 22 de acuerdo con la clasificación del ICE, la cual drena hacia la vertiente del Pacífico.

• **CUENCA DEL RÍO ESPINO**

El puente sobre el río Espino se encuentra ubicado en las coordenadas 485,0 Este y 241,2 Norte. La siguiente figura (Figura 6.56) muestra la delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente.

Figura 6.56. Delimitación de la cuenca del río Espino.



Fuente: Hojas Cartográficas Naranjo y Quesada, IGN, escala 1:5000

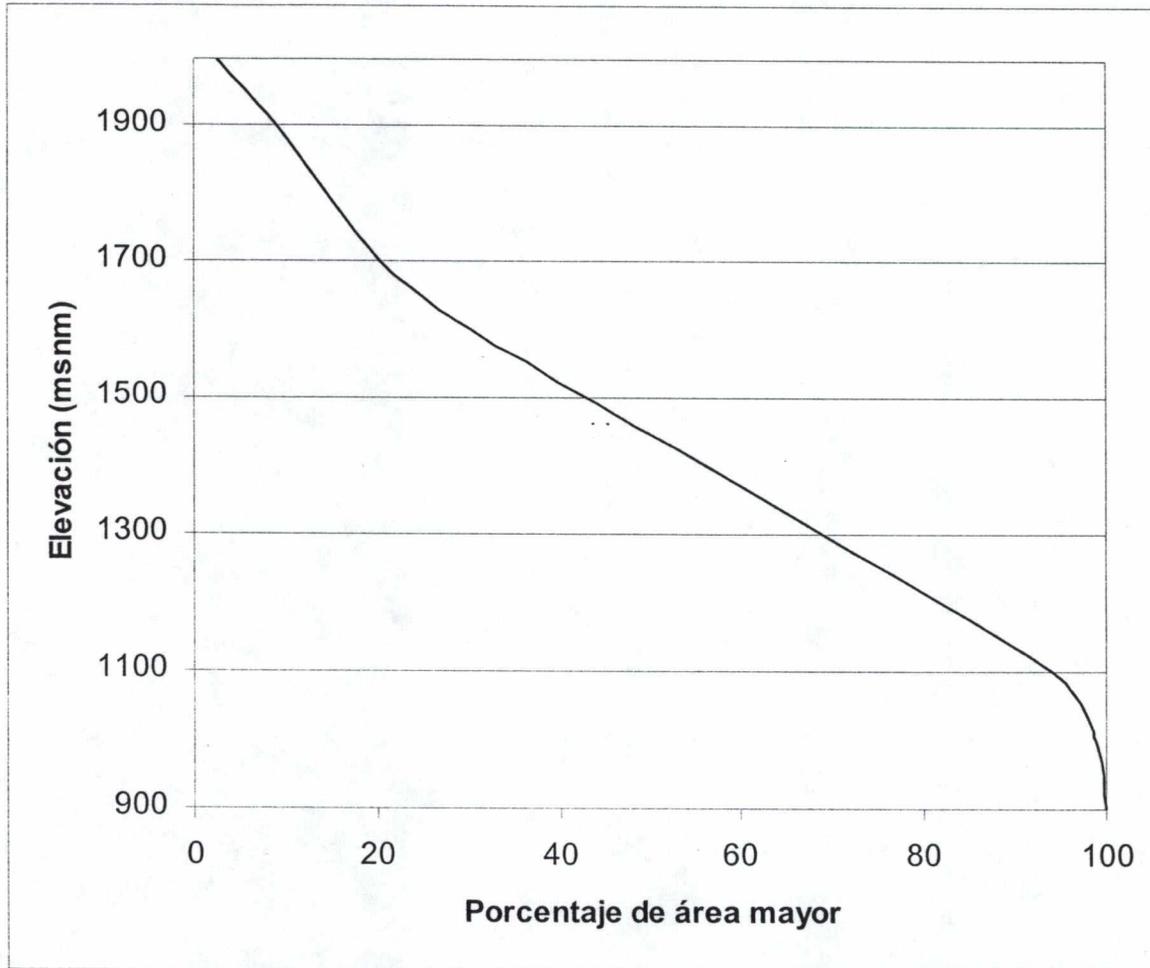
El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 277,1 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.57.

La cuenca del río Espino, es una subcuenca del río San Carlos, N° 14 del ICE, la cual drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.

Figura 6.57. Curva hipsométrica de la cuenca del río Espino



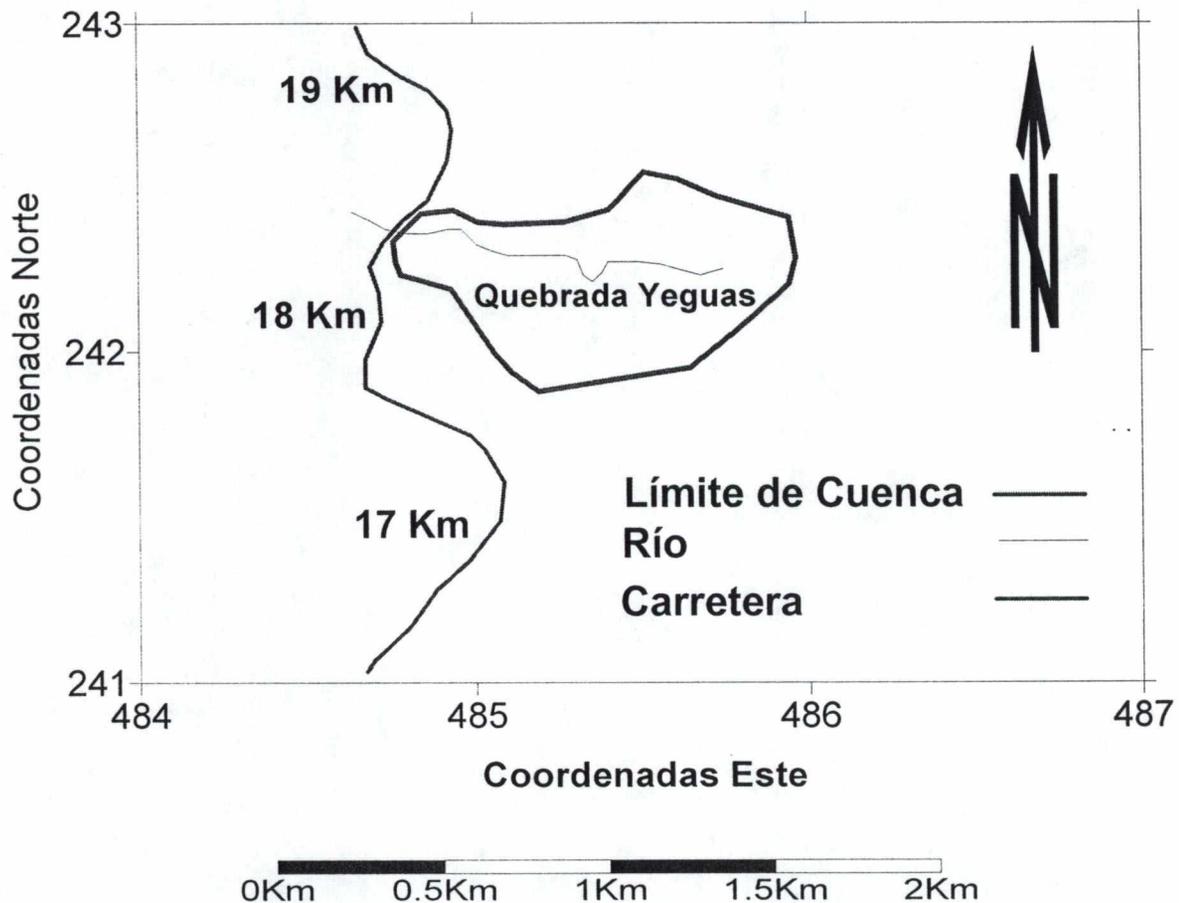
Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002.

- **CUENCA DE LA QUEBRADA YEGUAS**

El puente sobre la quebrada Yeguas se encuentra ubicado en las coordenadas 484,8 Este y 242,4 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.



Figura 6.58. Delimitación de la cuenca de la quebrada Yeguas.



Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000

El área de la cuenca de la quebrada Yeguas es de unos 0,52 Km², con un perímetro de unos 3,4 Km y el cauce principal tiene una longitud aproximada de 1 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 1140 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 960 msnm.

El índice de compacidad para esta cuenca se calcula en un 1,2, lo que indica que se trata de una cuenca más o menos redondeada. La pendiente media del cauce es muy elevada, alcanzando un 17,5%.

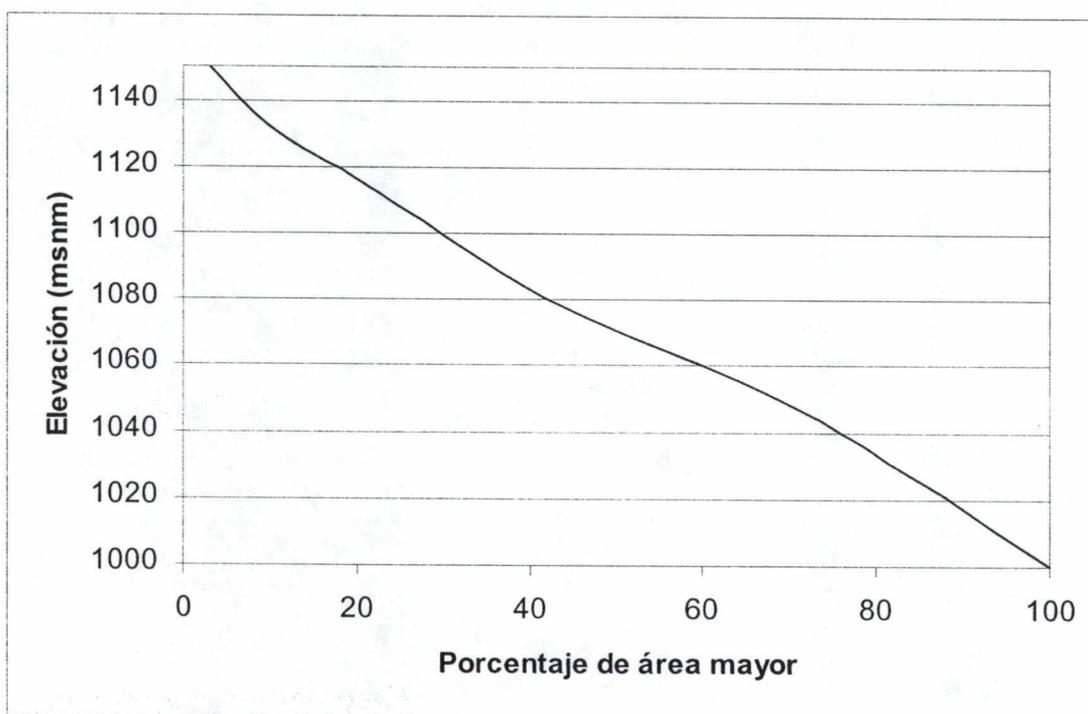
El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de $13,2 \text{ m}^3/\text{seg.}$ (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.59.

La cuenca de la quebrada Yeguas, es una subcuenca del río San Carlos, N° 14 del ICE, que drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.

Figura 6.59. Curva hipsométrica de la cuenca de la quebrada Yeguas

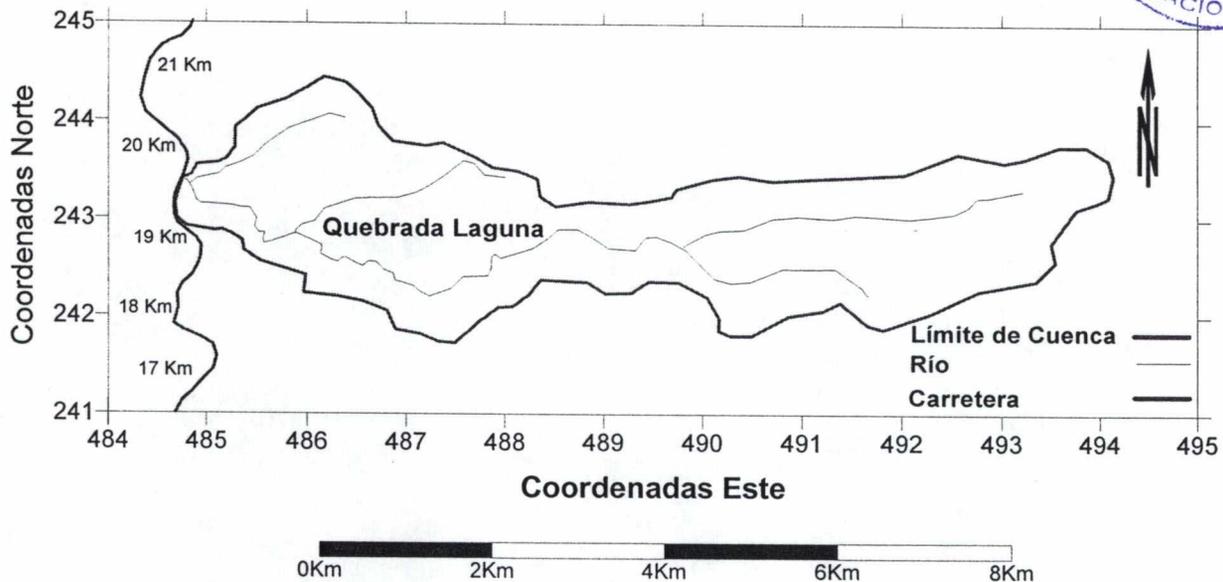


Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002.

- CUENCA DE LA QUEBRADA LAGUNA

El puente sobre la quebrada Laguna se encuentra ubicado en las coordenadas 484,75 Este y 243,4 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.

Figura 6.60. Delimitación de la cuenca de la Quebrada Laguna.



Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000

El área de la cuenca de la quebrada Laguna es de unos 13 Km²; tiene un perímetro de unos 23 Km y el cauce principal cuenta con una longitud de unos 9,5 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal alcanza unos 2080 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 900 msnm.

El índice de compacidad de 1,8, indica que se trata de una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es bastante elevada pues alcanza un 12.4%.

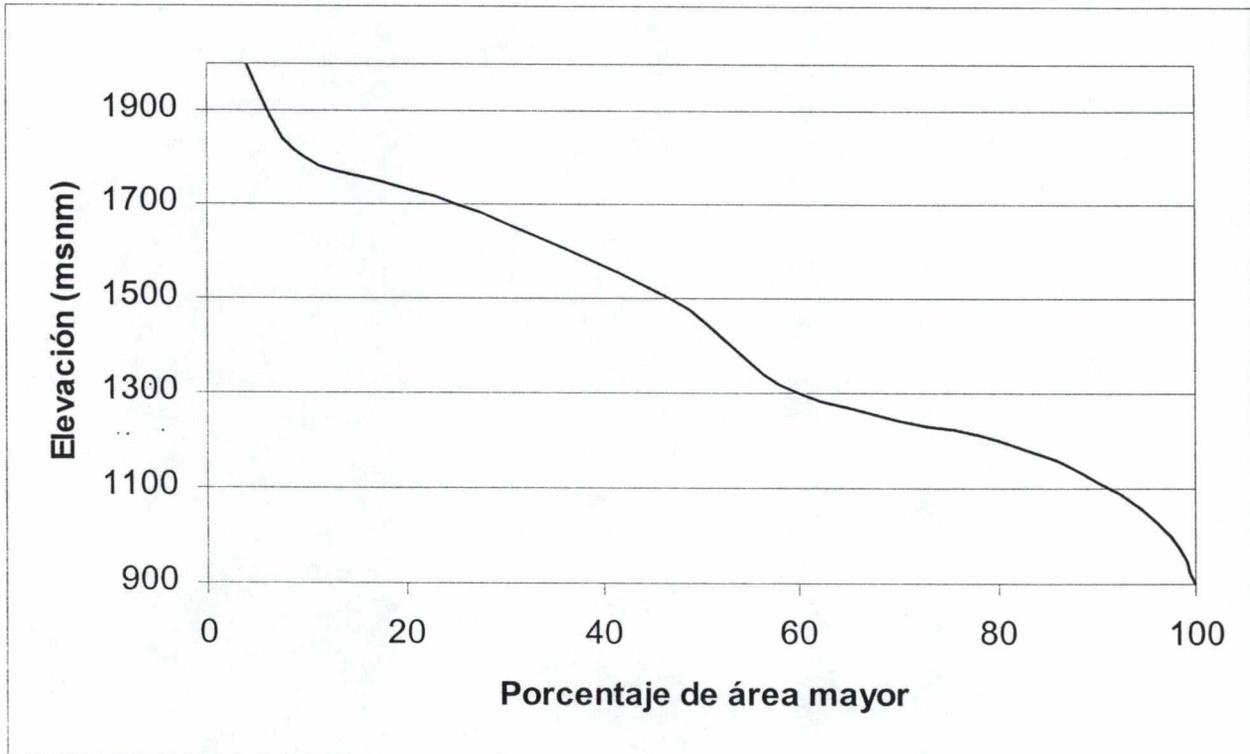
El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 103,7 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.61.

La cuenca de la quebrada Laguna, es también una subcuenca del río San Carlos, N° 14 del ICE, que drena hacia el río San Juan en la vertiente del Atlántico.

Figura 6.61. Curva hipsométrica de la cuenca de la quebrada Laguna



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002

- CUENCA DEL RÍO TAPESCO

El puente sobre el río Tapesco se encuentra ubicado en las coordenadas 485,0 Este y 245,2 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.

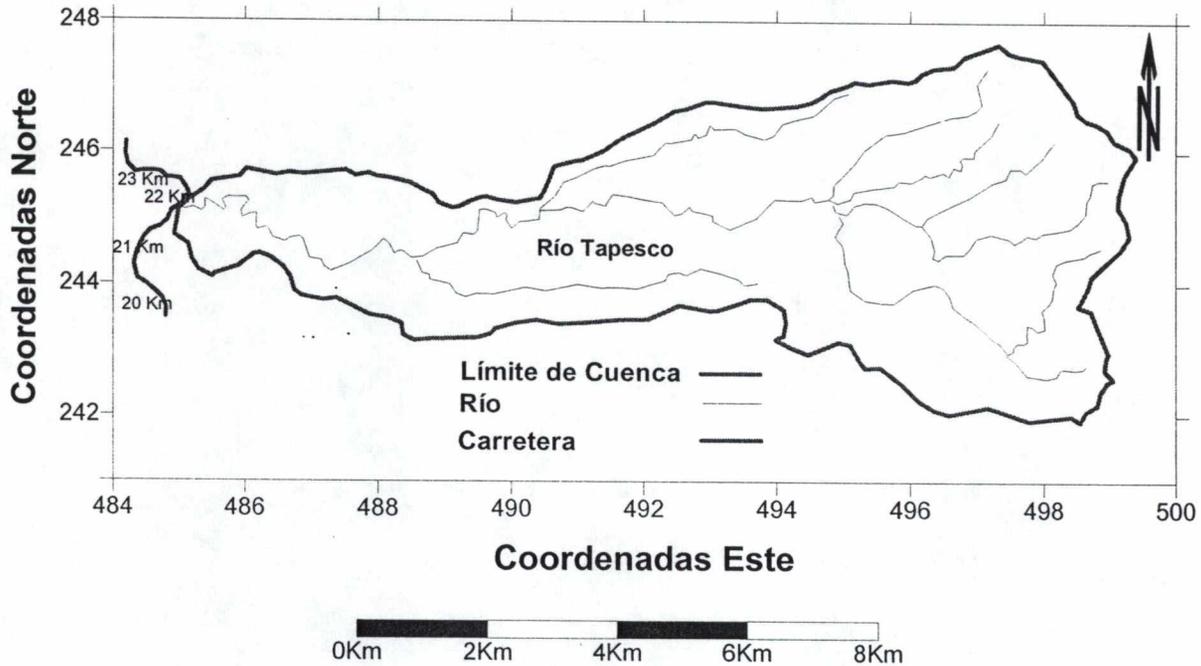
El área de la cuenca del río Tapesco es de unos 43 Km², con un perímetro aproximado de 46 Km y una longitud en su cauce principal de unos 12 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 2220 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 900 msnm.

El índice de compacidad es de 2,0, lo que indica que se trata de una cuenca alargada. La pendiente media del cauce de un 11%, que es alta.



El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Figura 6.62. Delimitación de la cuenca del río Tapesco.



Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 288,1 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.63 .

La cuenca del río Tapesco, es una subcuenca de la cuenca río San Carlos, N° 14 del ICE, la cual drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.

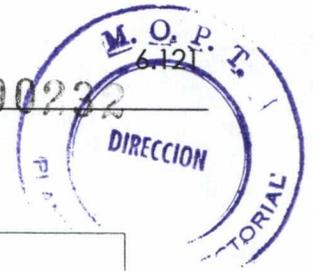
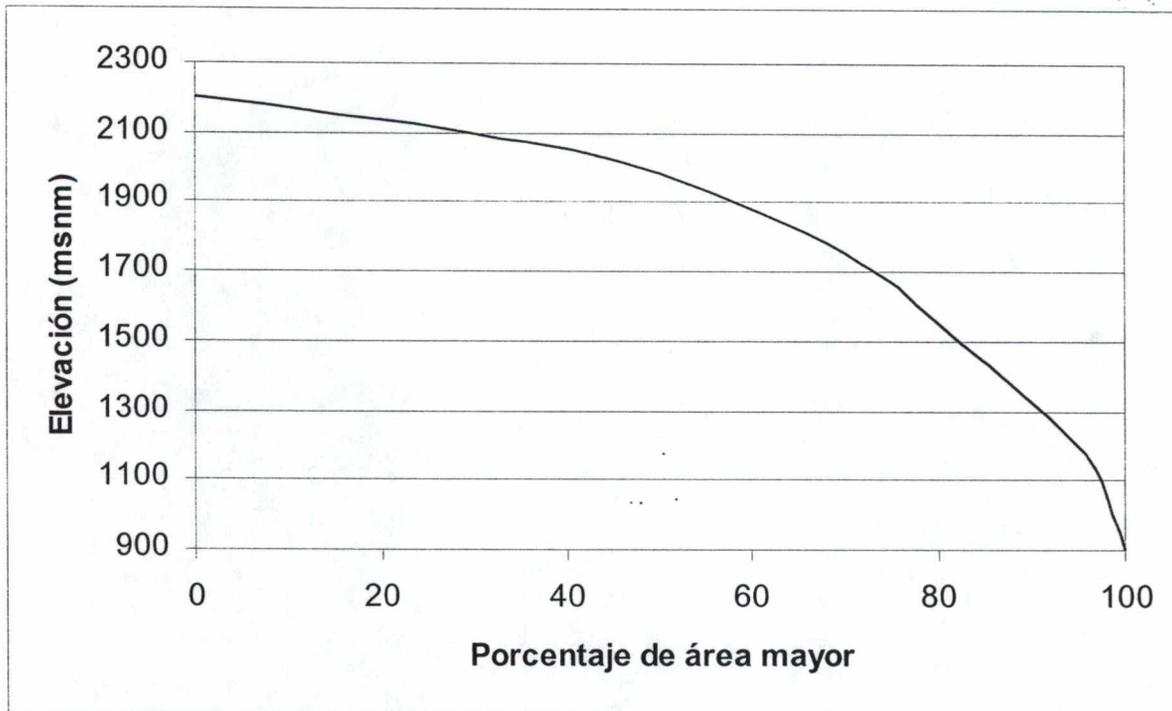


Figura 6.63. Curva hipsométrica de la cuenca del río Tapesco.



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002

• QUEBRADA ARENA

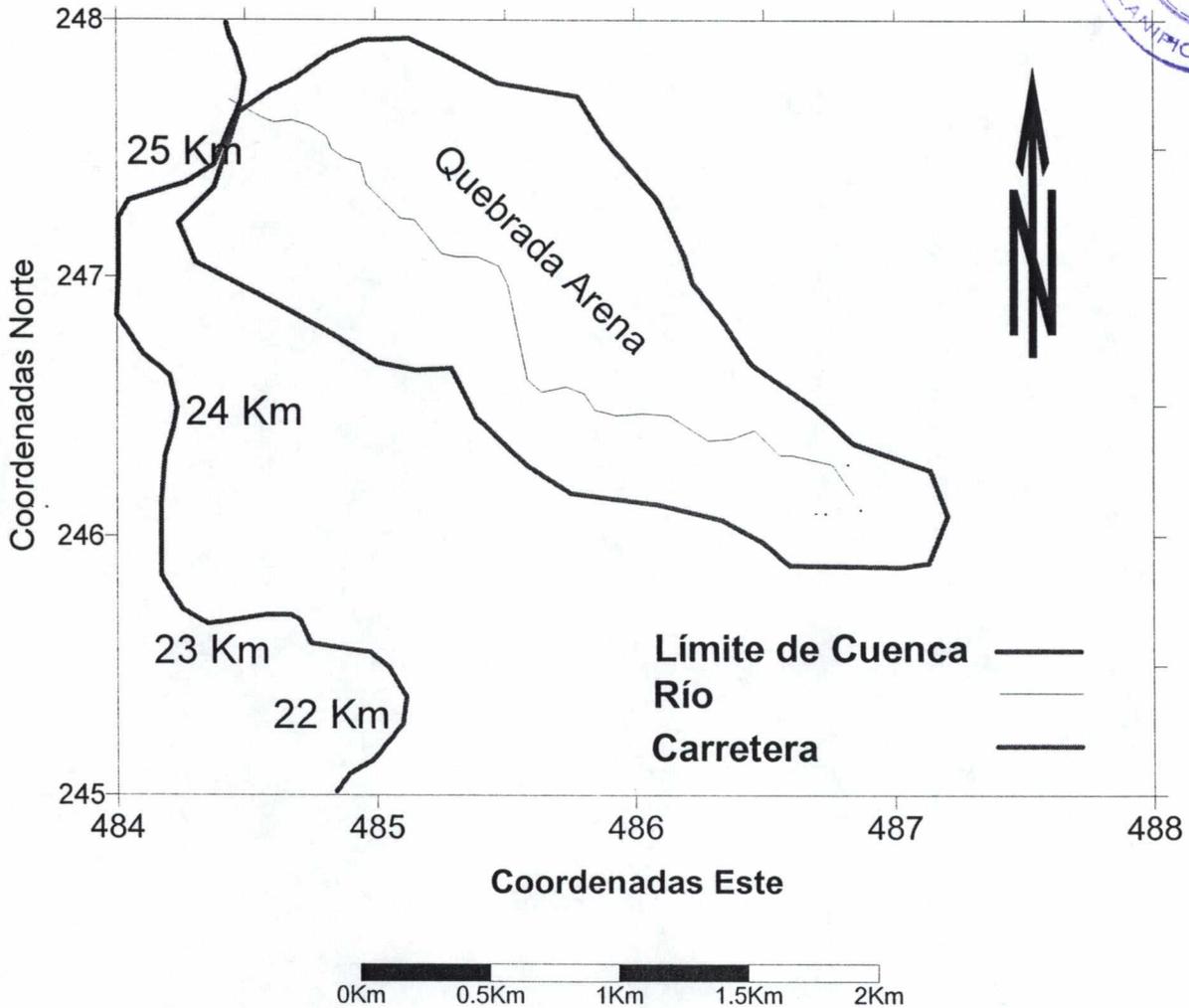
El puente sobre la quebrada Arena se encuentra ubicado en las coordenadas 484,5 Este y 247,65 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se ilustra en la siguiente figura.

El área de la cuenca de la quebrada Arena es de unos 2,9 Km², tiene un perímetro de unos 11 Km y su cauce principal tiene una longitud aproximada de 3 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 1.280 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 920 msnm.

El índice de compacidad de la cuenca es de 1,9, lo que indica que aquélla es una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es de un 12%.

El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Figura 6.64. Delimitación de la cuenca de la quebrada Arena



Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000

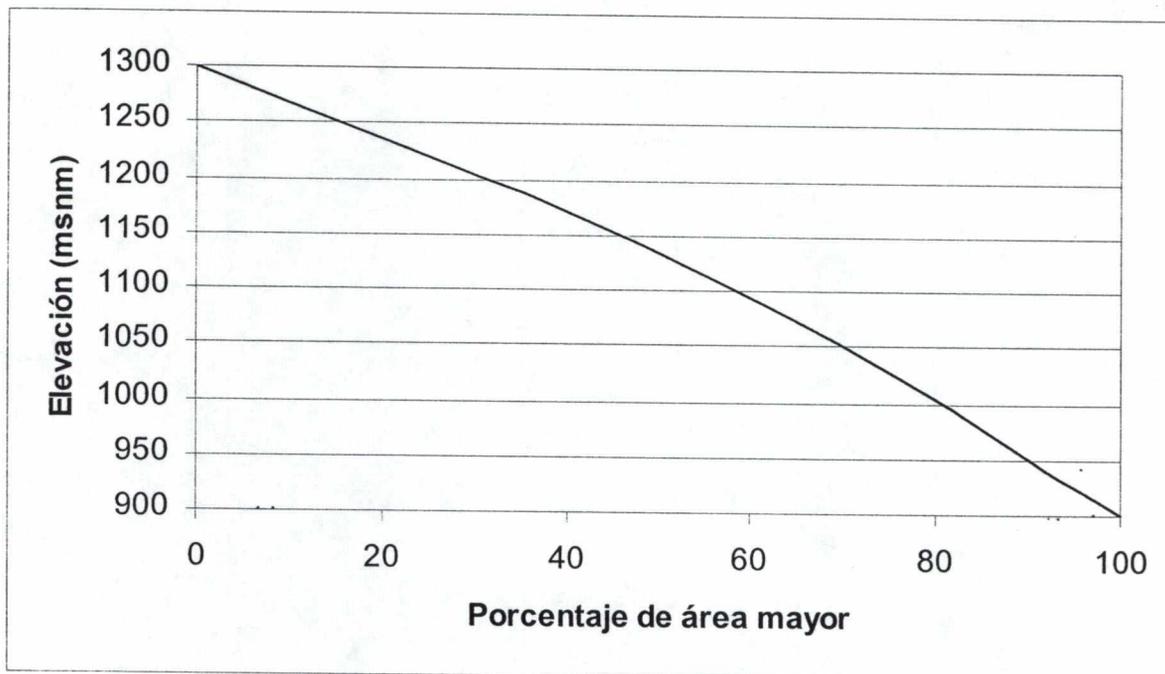
Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 23,1 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.65.

La cuenca de la quebrada Arena es una subcuenca de la cuenca río San Carlos, N° 14 del ICE, la cual drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.



Figura 6.65. Curva hipsométrica de la cuenca de la Quebrada Arena.



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002

• CUENCA DEL RÍO SECO

El puente sobre el río Seco se encuentra ubicado en las coordenadas 485,0 Este y 249,95 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.

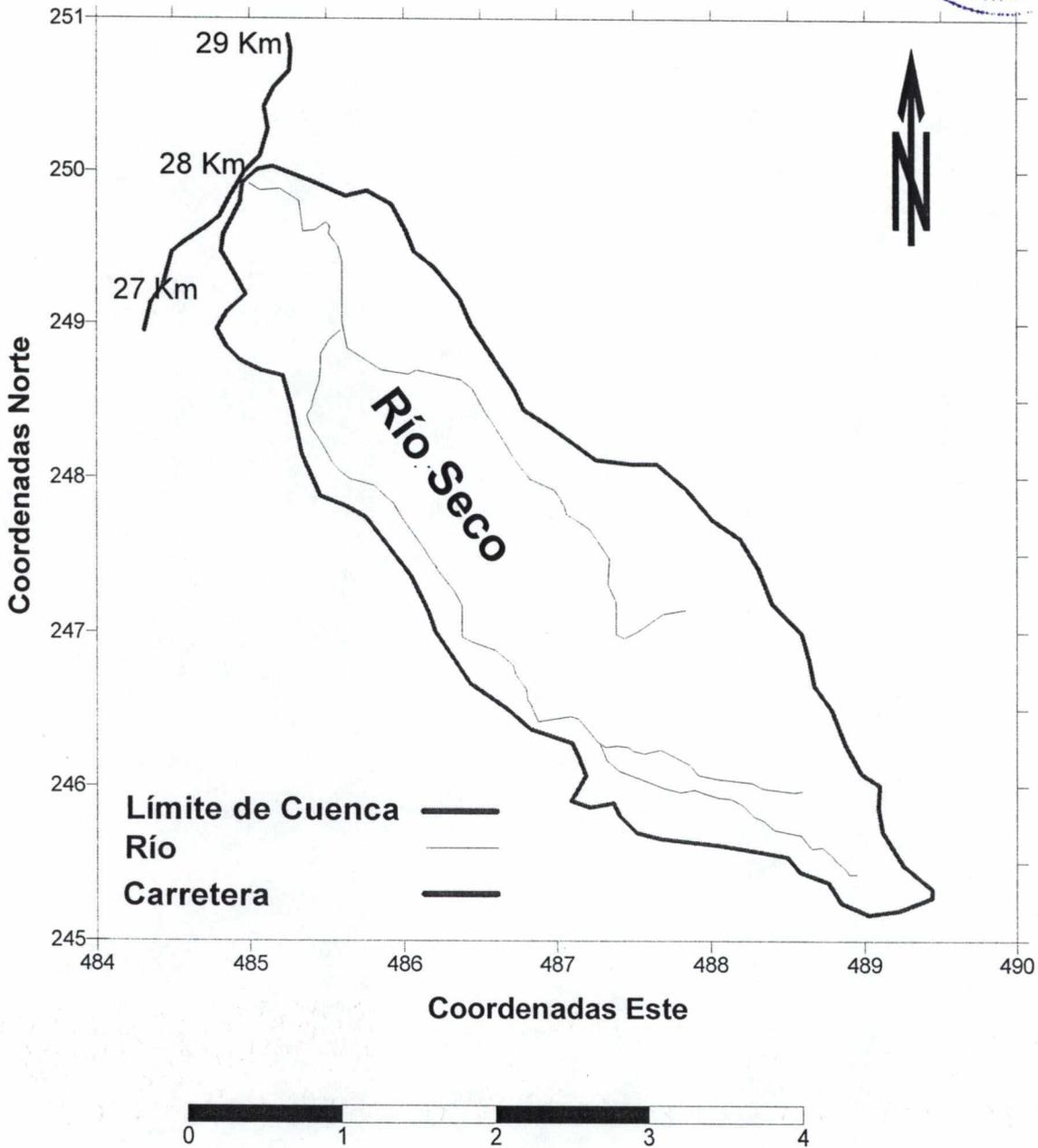
El área de la cuenca del río Seco es de unos 8,5 Km², con un perímetro de unos 19,6 Km y un cauce principal con una longitud de unos 8 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 1480 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 810 msnm.

El índice de compacidad de 1,9, lo que indica que se trata de una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es de un 8,4%, por lo que también se considera alta.

El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.



Figura 6.66. Delimitación de la cuenca del río Seco.

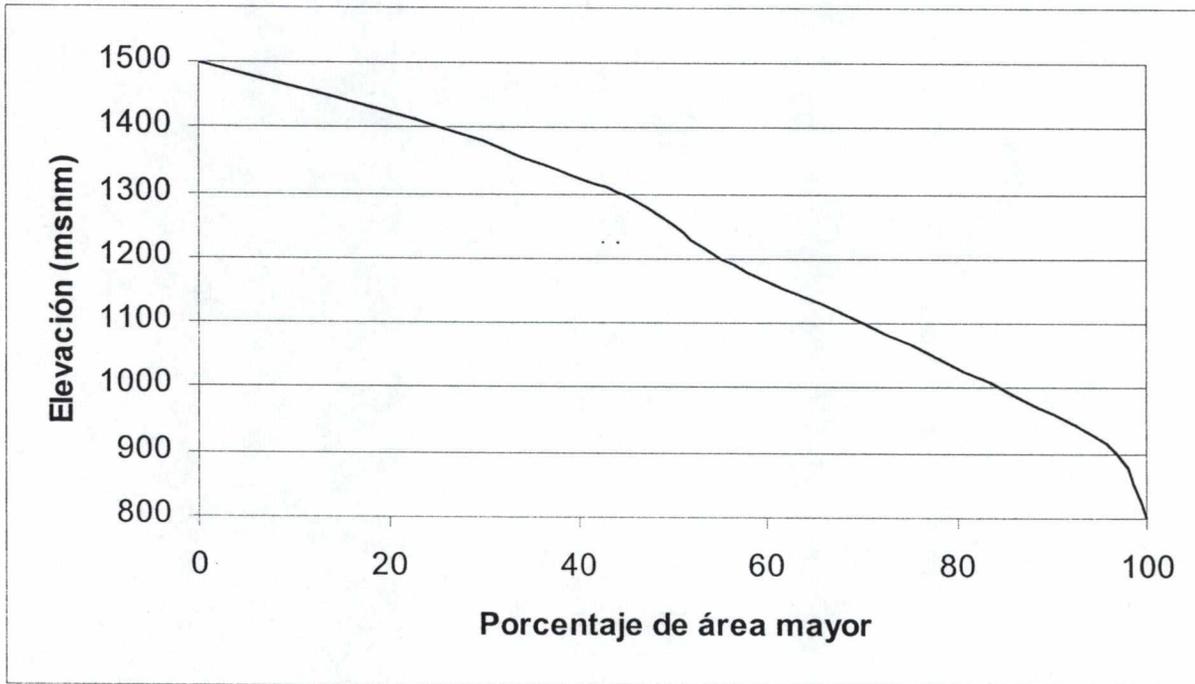


Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 70,5 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.67.

Figura 6.67. Curva hipsométrica de la cuenca del río Seco.



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002

El río Seco, es una subcuenca del río San Carlos, cuenca N° 14 del ICE, la cual drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.

- **CUENCA DEL RÍO LA VIEJA**

El puente sobre el río La Vieja se encuentra ubicado en las coordenadas 486,5 Este y 251,65 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.

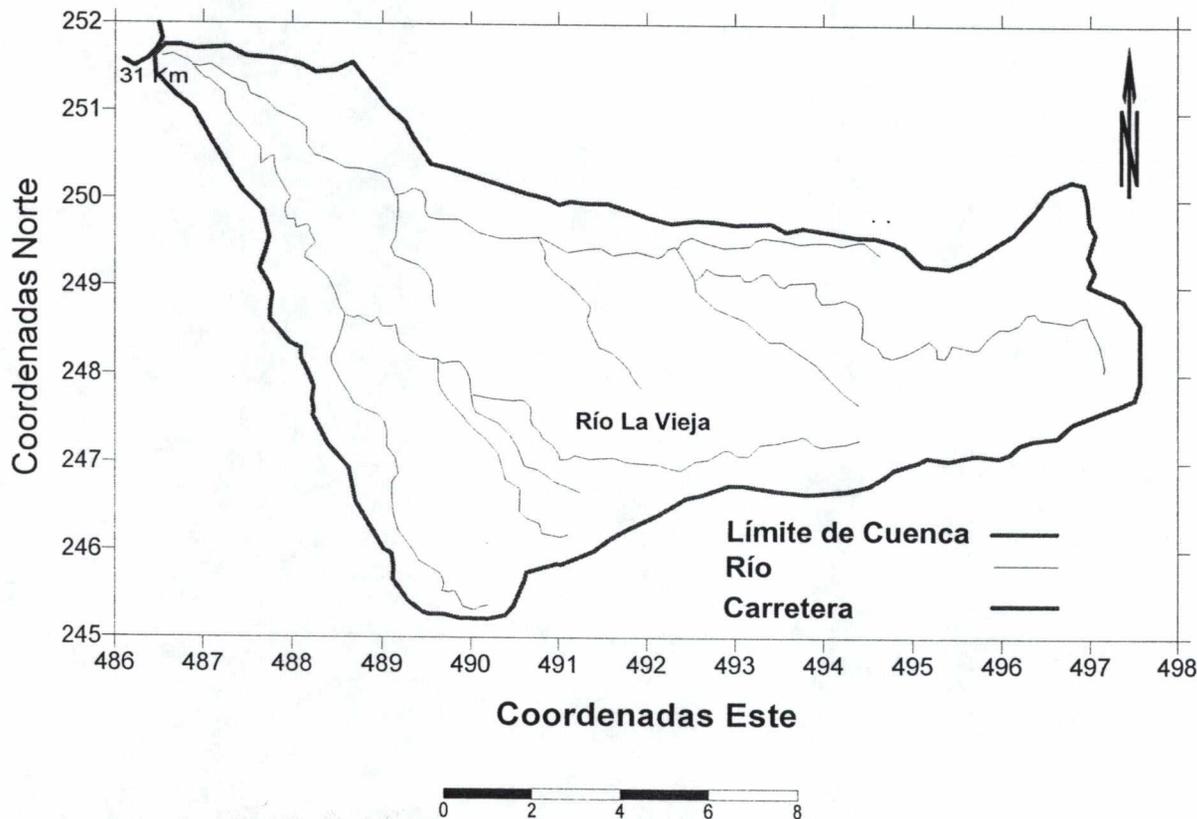
El área de la cuenca del río La Vieja es de unos 33,3 Km², con un perímetro de unos 39,4 Km y un cauce principal con una longitud de unos 14 Km. La elevación de la



cuenca en el punto más alto del río principal es de unos 2267 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 760 msnm.

El índice de compacidad de 1,9, lo que indica que se trata de una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es de un 10,8%.

Figura 6.68. Delimitación de la cuenca del río La Vieja



Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000

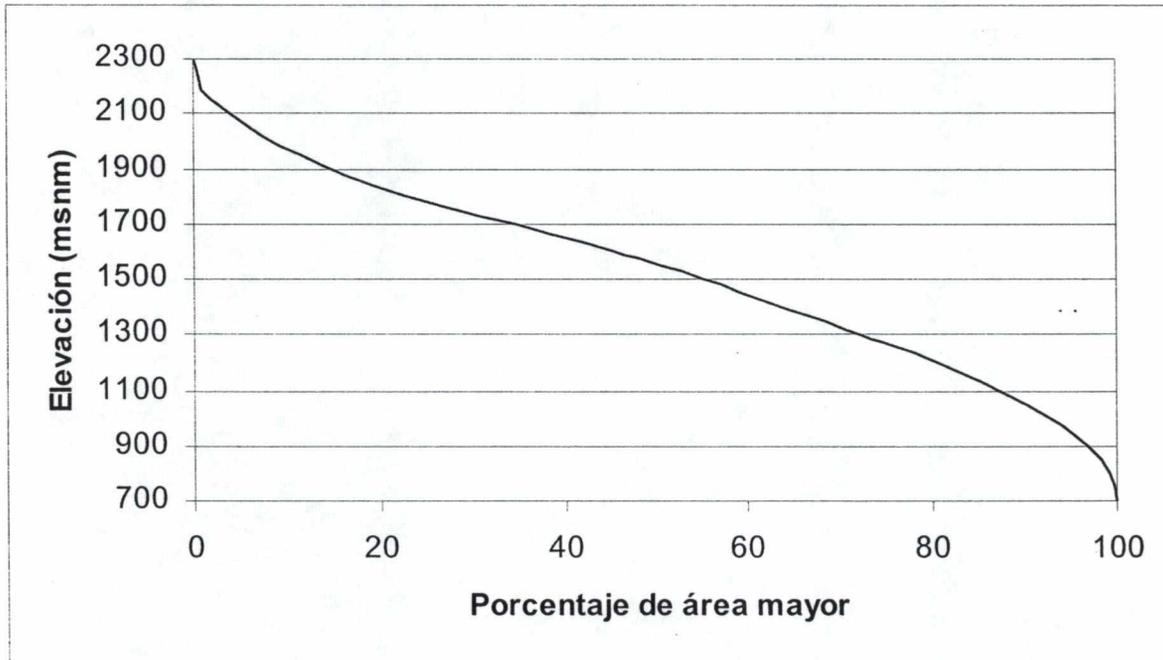
El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 386,6 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

La distribución del área de la cuenca con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.69.

La cuenca del río La Vieja, es una subcuenca de la cuenca río San Carlos, N° 14 del ICE, la cual drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.

Figura 6.69. Curva hipsométrica de la cuenca del río La Vieja



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002

• CUENCA DEL RÍO RON RON

El puente sobre el río Ron Ron se encuentra ubicado en las coordenadas 486,0 Este y 254,0 Norte. La delimitación de la cuenca, aguas arriba del puente, se muestra en la siguiente figura.

El área de la cuenca del río Ron Ron es de unos 3,5 Km², con un perímetro aproximado de unos 16,4 Km y el cauce principal con una longitud de unos 5 Km. La elevación de la cuenca en el punto más alto del río principal es de aproximadamente 1180 msnm. En el sitio del puente la elevación es de unos 660 msnm.

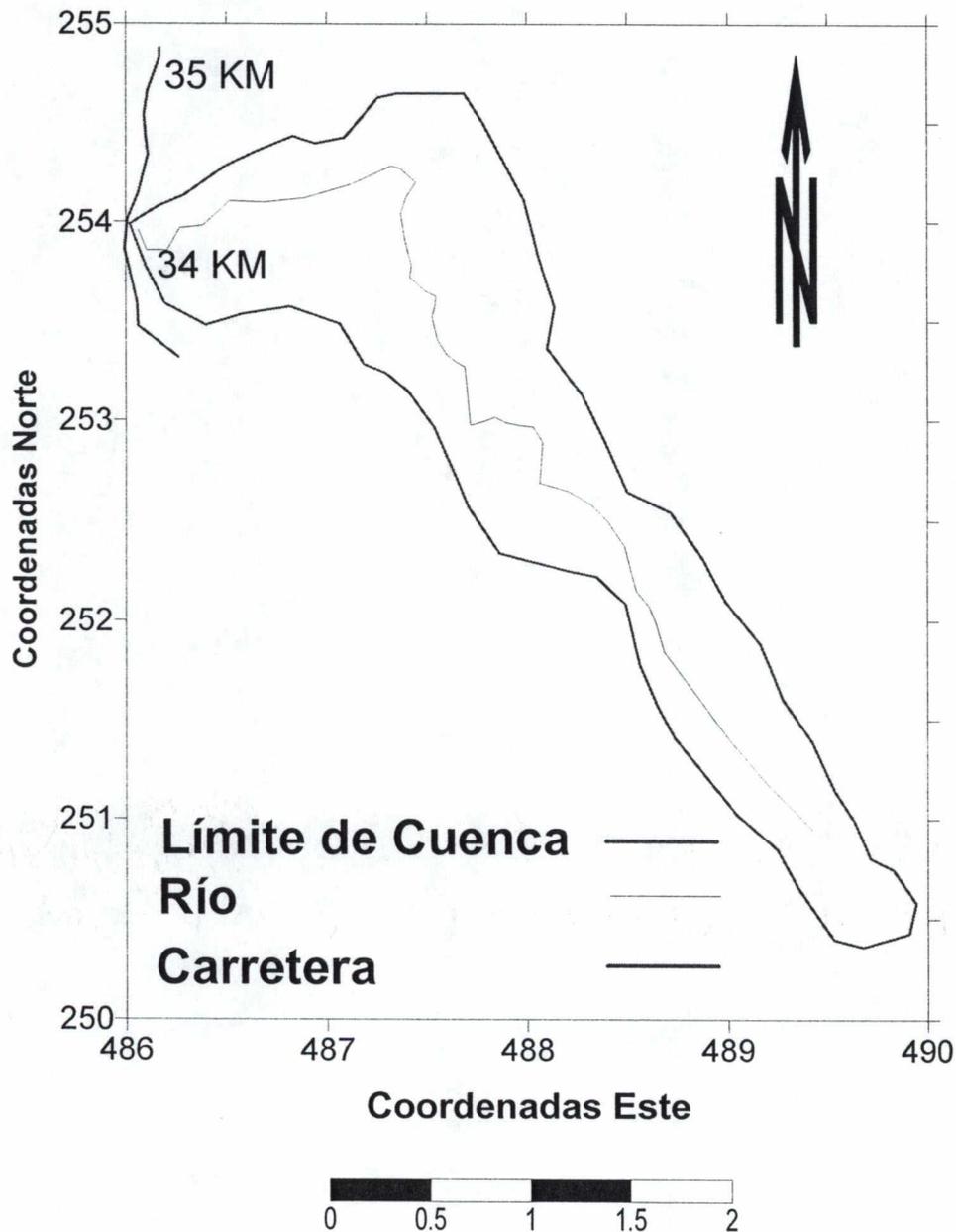
El índice de compacidad es de 2,4, lo que indica que se trata de una cuenca alargada. La pendiente media del cauce es de un 10,4%.



El escurrimiento del agua de lluvia que llega al cauce del río, al ser una cuenca de pendiente alta, con cultivos de pastos y bosque, se estima en un 40 %.

Para un período de retorno de 50 años, se estima que el caudal máximo instantáneo es de 31,8 m³/seg. (Oreamuno y Serrano, 2002).

Figura 6.70. Delimitación de la cuenca del río Ron Ron.



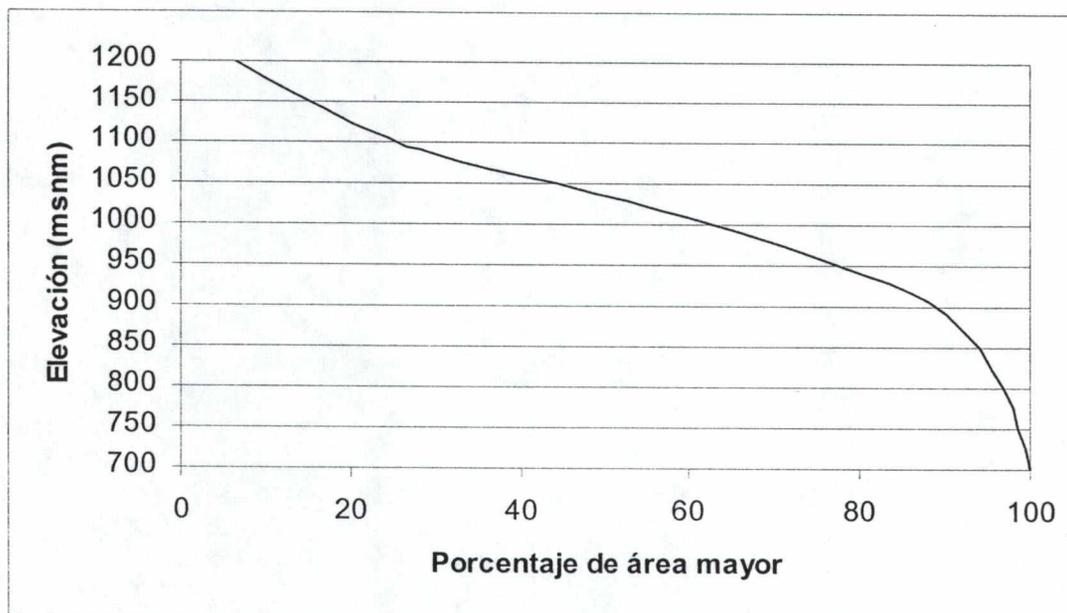
Fuente: Hoja Cartográfica Quesada, del IGN, escala 1:5000



La distribución del área con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, se muestra en la curva hipsométrica en la Figura 6.71.

La cuenca del río Ron Ron, es una subcuenca del río San Carlos, cuenca N° 14 del ICE, la cual drena hacia el río San Juan, vertiente del Atlántico.

Figura 6.71. Curva hipsométrica de la cuenca del río Ron Ron



Fuente: Oreamuno y Serrano, 2002

6.5.1.1. CALIDAD DEL AGUA

Evaluación de los cuerpos de agua que pueden generar un impacto sobre la carretera a San Carlos.

Caracterización

Como se analiza con más detalle en la sección 6.5.1, la carretera a San Carlos que se propone, se localiza en una región atravesada por gran cantidad de ríos y quebradas, pertenecientes a dos grandes cuencas hidrográficas: la del río San Carlos, conformada por los ríos Ron Ron, La Vieja, Seco, Arenas, Tapesco, Laguna, Yeguas y Espino, y la



del río Barranca, la cual está formada por los ríos Barranca y Cañuela. Debido a que el Proyecto se ubica en la parte alta de ambas cuencas, los ríos que la atraviesan tienen características típicas de “ríos de montaña”, ya que éstos en la mayoría de los casos, poseen cauce angosto (10 m en promedio) y lecho rocoso, ubicado en el fondo de profundos canales, con flujo turbulento.

De la totalidad de los ríos que serán atravesados por la carretera, los principales de interés, a efectos del presente informe, son el Espino y el Barranca, ya que de acuerdo con el planeamiento que ha venido realizando el MOPT, son los comprendidos en los primeros sectores que se van a desarrollar. El trazado de la carretera en el sector del río Espino, mantiene una dirección Suroeste-Noreste, por lo tanto mientras el río mantenga la dirección Noroeste, el cruce de la carretera por el canal del río se realiza casi perpendicularmente. Este río se encuentra en una zona dedicada a la producción de leche y en menor cuantía a la producción agrícola de hortalizas.

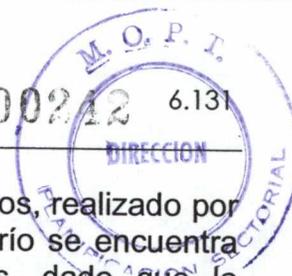
En los alrededores del río Barranca se desarrollan actividades como la producción de café y caña de azúcar. Ambos ríos proveen una diversidad de hábitats para el asentamiento de peces. También, existen zonas de inundación, que son aprovechadas para reproducción y algunas zonas empozadas, así como sitios donde se cultivan tilapias y truchas (Bolaños 2003).

Un indicador del grado de alteración que las actividades humanas han tenido sobre esta área, es la calidad de las aguas superficiales que recorren la zona, ya que los cuerpos de agua pueden ser receptores de la mayor parte de las aguas de escorrentía superficial, que en su recorrido arrastran parte de la contaminación vertida en los suelos; a lo anterior se une la práctica de verter aguas residuales y basura a los cauces de los ríos.

A fin de conocer el estado actual de las cuencas de interés y en particular de la calidad de las aguas en los ríos que serán atravesados por la carretera, tanto Siel – Siel S.A. como consultores previos, realizaron análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de los ríos en cuestión, a la altura de los puntos donde serán ubicados los puentes de la fase I, cuyos resultados se discuten seguidamente. A demás, se realizaron reconocimientos visuales de su condición.

Debido a la inexistencia de una normativa nacional para la clasificación y evaluación de cuerpos de agua superficiales, se utilizó como referencia para la discusión de los resultados, la propuesta del “Reglamento para la Clasificación y la Evaluación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficial”, la cual está basada en el Índice Holandés de Valoración de la Calidad del Agua para cuerpos receptores, y fue elaborada por un grupo multidisciplinario, en conjunto con el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía.

El río Espino tiene apariencia relativamente limpia, excepto por el contenido de lodos y sedimentos. Según el informe de análisis químico, realizado por el laboratorio



AQYLASA el 18 de junio del 2003 y el reporte de análisis microbiológicos, realizado por el laboratorio BIOTROL, el 11 de junio del 2003 (Cuadro 6.36), este río se encuentra contaminado, en especial, por el contenido de coliformes fecales, dado que la concentración registrada supera significativamente al número más probable de coniformes fecales (NMP) recomendado (2000/100mL).

Aunque el agua de este río tiene pH óptimo, la concentración de sólidos suspendidos totales, DQO y DBO presentada en el Cuadro 6.36, es mayor que el valor utilizado como meta de calidad para un cuerpo de agua considerado limpio.

La acumulación de los sedimentos y la disminución del poder autodepurativo de esta agua (señalados por los valores de DQO y DBO obtenidos), puede ser consecuencia de las diversas actividades que se realizan en sus alrededores, como la ganadería.

Cabe mencionar que las muestras de agua fueron tomadas en época en la que el volumen de escorrentía es mayor que en época seca, y por lo tanto, lo que incide en mayores grados de dilución natural probables.

Cuadro 6.36. Resultados de los análisis realizados a una muestra de agua del río Espino.

Parámetro analizado	Muestra 1	Muestra 2	Media	Ref.
pH	7,68±0,05	7,69±0,05	7.68±0.07	6,5-8,5
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	34±3	29±2	32±4	<10
Aceites y grasas (mg/L)	9,0±0,5	<5,0	<7,0±0,5	0
Demanda química de oxígeno, DQO (mg/L)	9,0±0,5	9,0±0,5	9,0±0,5	20
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅ (mg/L)	1,2±0,3	1,4±0,2	1,3±0,4	<5
Hidrocarburos (mg/L)	<5	<5	<5	0
NMP Coliformes totales/100mL	2,3x10 ⁴	2,3x10 ⁴	2,3x10 ⁴	NA
NMP Coliformes fecales/100mL	2,1x10 ³	4.3x10 ³	3,2x10 ³	<20

Fuente: Reporte de análisis químicos N° 18062003, Laboratorio AQYLASA y Resultados de análisis microbiológicos N° 2492, Laboratorio BIOTROL (Anexo 6.2)

En lo referente al río Barranca, los análisis químicos realizados por el laboratorio AQYLASA el 24 de junio del 2003 y los microbiológicos, realizados por el laboratorio BIOTROL, el 17 de junio del 2003 (Anexo 6.2), demuestran que el agua de este río tiene un pH óptimo para cualquier actividad. La concentración de DQO resulta también óptima, la cual no supera a la establecida en el documento de referencia para un cuerpo de agua no contaminado.

Sin embargo, durante el trabajo de campo, la apariencia de este cuerpo de agua evidenciaba lo contrario, ya que el agua lucía turbia, como consecuencia de la alta cantidad de sólidos suspendidos totales; ésta, según se observa en el siguiente Cuadro, supera la concentración esperada para un cuerpo con agua limpia, lo cual puede ser consecuencia de la diversidad de materiales generados por las actividades realizadas



en los alrededores del río, los cuales son transportados por el viento y por la escorrentía, consecuencia de la gran cantidad de precipitación que se suscita en época lluviosa en esta zona; aspecto que se describe con mayor detalle en la sección referente al clima (6.4).

Otro motivo por el cual este cuerpo de agua ha perdido su poder autodepurativo, puede ser por el gran contenido de coliformes fecales, debido probablemente a los núcleos de población ubicados aguas arriba y por las zonas ganaderas localizadas a los alrededores del río. Cabe indicar que ésta es una de las zonas por donde pasará la carretera, que posee mayor concentración de población.

Cuadro 6.37. Resultados de los análisis realizados a una muestra de agua del Río Barranca.

Parámetro analizado	Muestra	Referencia
pH	6,30±0,05	6,5 - 8,5
Sólidos sedimentables (mL/L/hora)	<1	NA
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	246±28	<10
Aceites y grasas (mg/L)	<5	0
Demanda química de oxígeno, DQO (mg/L)	24±1	20
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO5 (mg/L)	1,8±0,1	<5
NMP Coliformes totales	2,0x10 ⁴ /100mL	NA
NMP Coliformes fecales	9,3x10 ² /100mL	<20

Fuente: Reporte de análisis químicos N° 24062003, Laboratorio AQYLASA y Resultados de análisis microbiológicos N° 2593, Laboratorio BIOTROL

6.5.2. HIDROGEOLOGÍA

De acuerdo con la geología de la zona (Figura 6.73), las formaciones de los suelos son de origen volcánico. Estas formaciones, por lo general son bastantes permeables y debido a la alta precipitación y cobertura en bosque en la zona de estudio, estas áreas tienen todas las características de ser zonas de recarga para los acuíferos, principalmente los ubicados al Norte del país, cerca de la frontera con Nicaragua. Además, los acuíferos del área de estudio, por encontrarse en zonas bastante permeables y como veremos adelante, con niveles freáticos bastante altos, varios de ellos son susceptibles a la contaminación.

Dentro del trayecto próximo de 40 Km. de carretera propuesto, se encuentran bastantes formaciones lávicas; generalmente, estas formaciones, conforman acuíferos de alta producción.



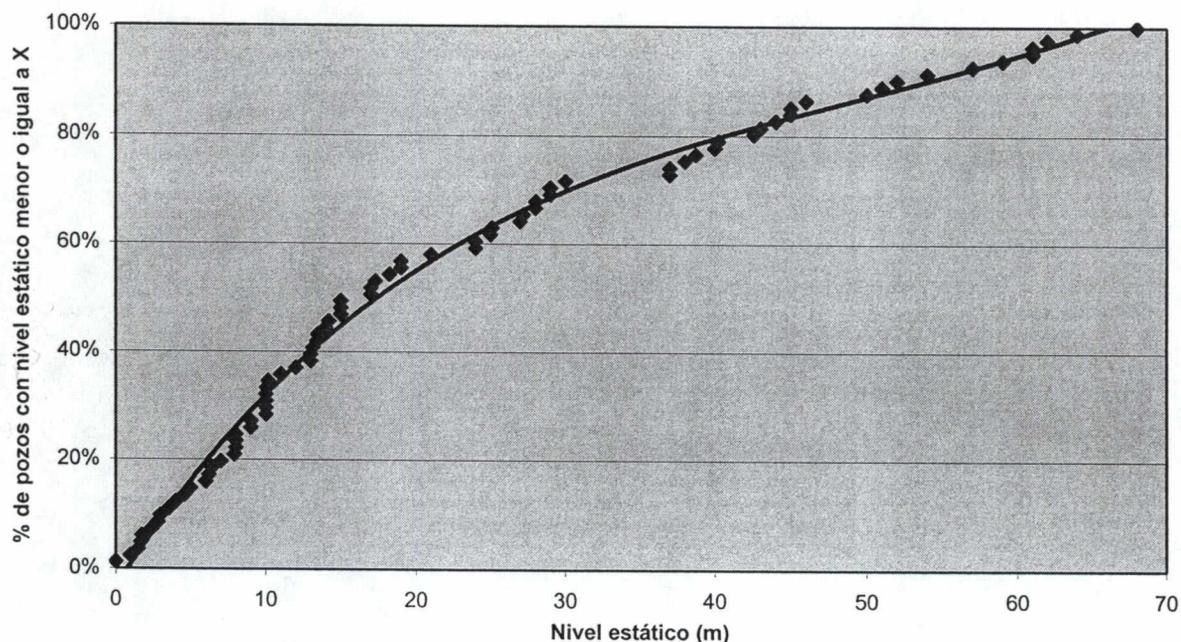
6.5.2.1. NIVELES FREÁTICOS

Para la construcción de isofreáticas, se utilizaron los pozos de la zona que se encuentran en los archivos del SENARA (Anexo 6.2. Análisis químicos y microbiológicos.

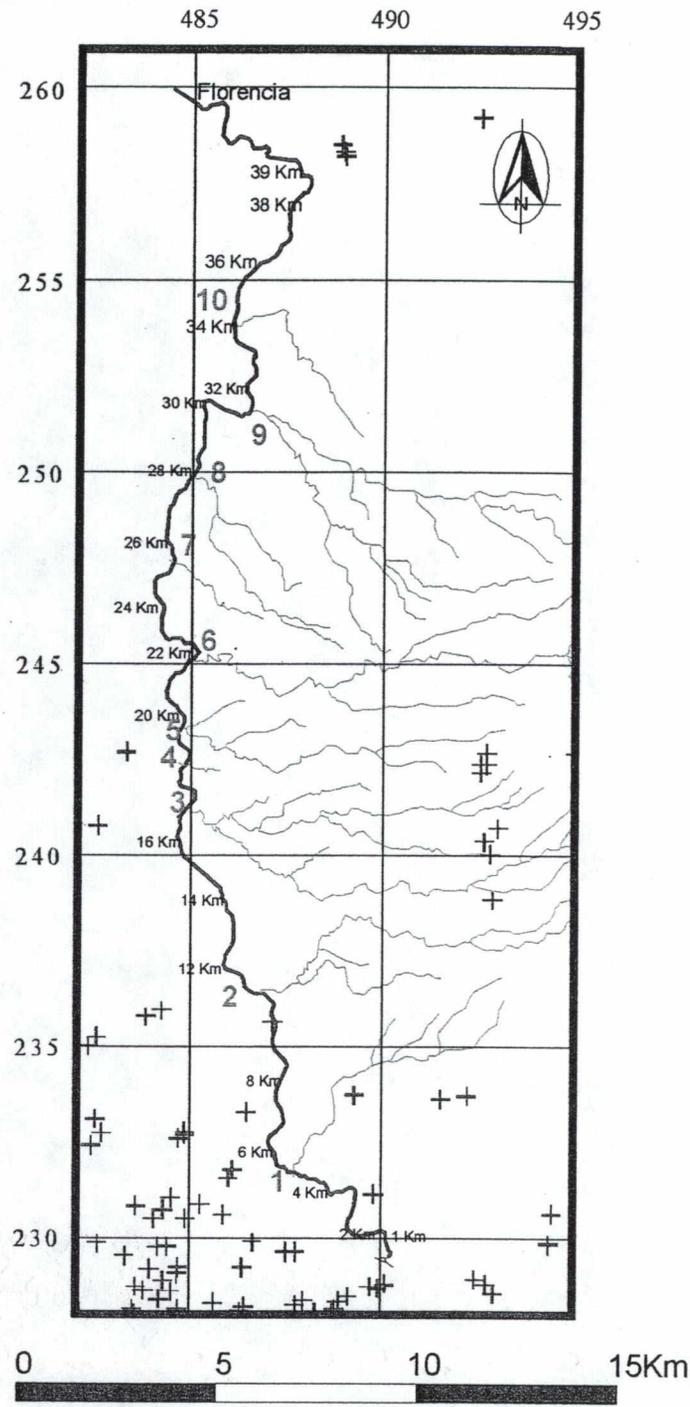
Anexo 6.3). La ubicación de estos pozos se muestra en la Figura 6.73. Como se puede ver en dicha figura, la mayor parte de los pozos se encuentran en parte Sur del área de estudio.

Los niveles estáticos de los pozos mostrados en la (Figura 6.72), se encuentran bastantes someros (poco profundos). Ello hace que los acuíferos sean susceptibles a la contaminación. El 50 % de los pozos ubicados en el área de estudio, tienen una profundidad al nivel estático igual o menor a 15 metros de profundidad y el 100% de ellos, tienen un nivel estático, con una profundidad menor a 68 m (ver Figura 6.72).

Figura 6.72. Porcentaje de pozos que se muestran en el área de estudio con una profundidad de nivel estático igual o menor al indicado en el eje de coordenadas (eje X) de la figura.

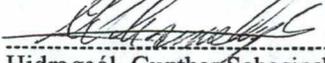


Fuente: Registro de pozos de SENARA, 2003.



Simbología

- 1- Río Cañuela
- 2- Río Barranca
- 3- Río Espino
- 4- Quebrada Yeguas
- 5- Quebrada Lagunas
- 6- Río Tapesco
- 7- Quebrada Arenas
- 8- Río Seco
- 9- Río La Vieja
- 10- Río Ron Ron
- ✓ Carretera
- ✓ Ríos
- + Ubicación de pozo

 Asesores Ambientales	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia	
	Figura N°.73 Mapa de ubicación de los pozos en el área de estudio	
Tomado del registro de pozos de SENARA (2003)		
Elaborado por:  Hidrogeól. Gunther Schosinsky N.		
Escala 1: 200.000		Fecha Abril, 2004



6.5.2.2. ISOFREÁTICAS

Tal como se menciona anteriormente, para la construcción de isofreáticas, se utilizaron los pozos de la zona que se encuentran en los archivos del SENARA (Anexo 6.2. Análisis químicos y microbiológicos.

Anexo 6.3). La ubicación de estos pozos se muestra en la Figura 6.73.

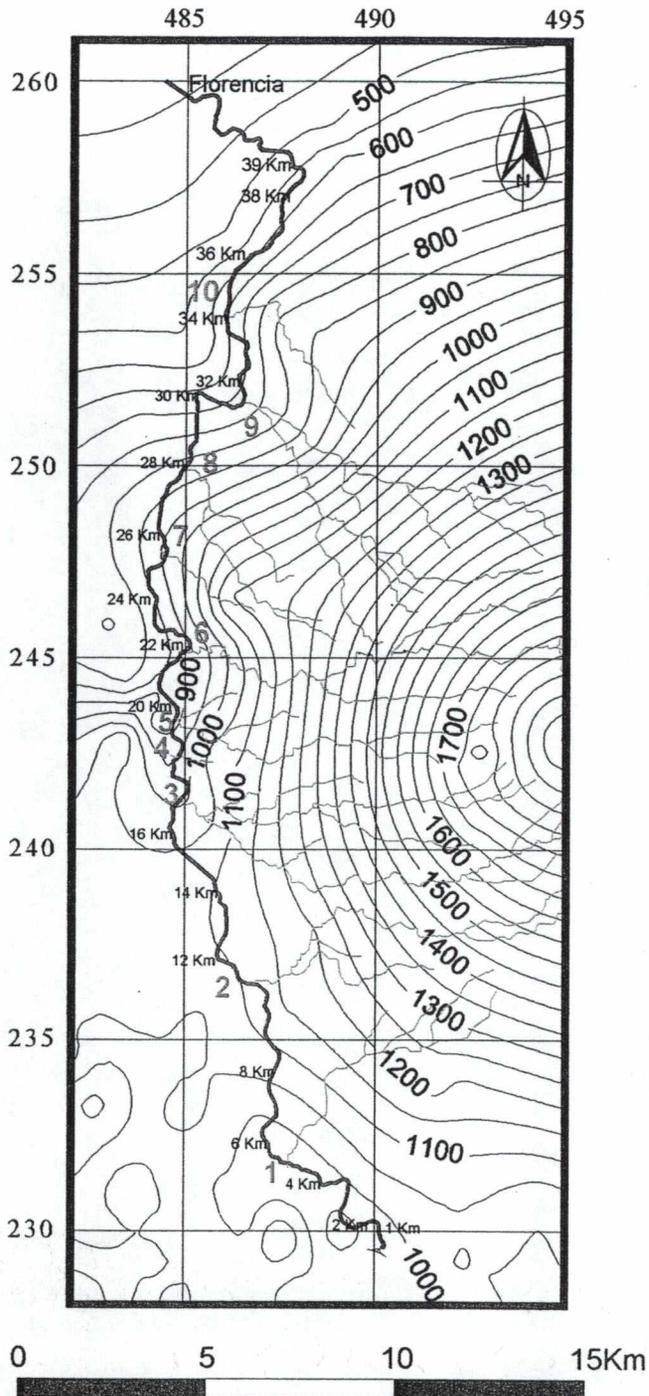
Las isofreáticas (ver Figura 6.74), indican que en términos generales, existe concordancia entre la dirección de los drenajes superficiales principales y la dirección de las líneas de flujo subterráneo, donde es posible inferir las interacciones entre las aguas superficiales y las subterráneas. Esto significa que en el sitio en que la carretera pasa sobre los ríos, estos pueden ser influentes (que entregan agua a los acuíferos) o efluentes (que reciben agua de los acuíferos), como se indica a continuación:

- **RÍOS INFLUENTES**

Río Barranca, quebrada Yeguas, quebrada Laguna, quebrada Arena, río Seco y río Ron Ron.

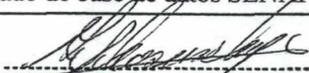
- **RÍOS EFLUENTES**

Río Cañuela, río Espino, río Tapesco y río La Vieja.



Simbología

- 1- Río Cañuela
- 2- Río Barranca
- 3- Río Espino
- 4- Quebrada Yeguas
- 5- Quebrada Lagunas
- 6- Río Tapesco
- 7- Quebrada Arenas
- 8- Río Seco
- 9- Río La Vieja
- 10- Río Ron Ron
- ~ Carretera
- ~ Ríos

 Asesores Ambientales	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia
	Figura N°6.74 Mapa de distribución de Isofreáticas
Tomado de base de datos SENARA (2003)	
Elaborado por: 	
Hidrogeól. Gunther Schosinsky N.	
Escala 1: 200.000	Fecha Abril, 2004



6.5.3. CALIDAD DEL AIRE

Un aire de buena calidad es aquél que conserva sus características y propiedades fisicoquímicas, de tal manera que permite el desarrollo del ambiente natural y no afecta la calidad de vida del ser humano.

Dependiendo de la óptica que interese, la calidad del aire se puede determinar por medio del muestreo y la cuantificación de gases precursores del efecto invernadero (CO₂ estratosférico), del deterioro de la capa de ozono (CFCs) o de la calidad de vida de los seres humanos, como lo son los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno, el ozono, el monóxido y dióxido de carbono, y las partículas sólidas respirables.

La contaminación del aire se define como la presencia de materiales emitidos por fuentes naturales o antropogénicas, fijas o móviles, que representen un riesgo para la salud de las personas o para bienes de cualquier naturaleza, bien sea debido a sus características fisicoquímicas o a su concentración.

La contaminación del aire puede en muchos casos percibirse con facilidad, especialmente en los grandes conglomerados urbanos. Sin embargo, más allá de ver el aire sucio, es necesario evaluar la manera de reducir los compuestos sólidos o gaseosos emitidos tanto por fuentes fijas como móviles, con el fin de minimizar el grado de contaminación del aire y a su vez incrementar la calidad de vida de los ciudadanos (Jarabe, F., 2000).

Como se ha explicado en otras secciones del presente EsiAG, esta carretera atravesará variedad de ríos y quebradas, plantaciones cafetaleras, áreas dedicadas a la ganadería, algunas zonas con cobertura vegetal y pocas zonas pobladas. En el AP prevalece un clima húmedo, con temperaturas entre los 17 y 26 °C, según la región, con estación lluviosa extensa. La mayor precipitación está en la zona de Ciudad Quesada (4496,50 mm) y la zona con menor precipitación es la de Juan Santa María (1937,00), con presencia constante de nubes. Además, presenta vientos que pueden alcanzar velocidades significativas, dependiendo de la época del año.

Actualmente, y con excepción de los nodos de inicio y fin del Proyecto (Naranjo y Ciudad Quesada), la cantidad de vehículos automotores que transitan por el AP es poca, debido justamente a la inexistencia de vías de comunicación terrestre importantes, y la consecuente intransitabilidad de varios sectores. La mayoría de los vehículos que circulan por la zona son propiedad de sus habitantes, quienes los utilizan para el transporte de ganado o productos agrícolas y para la preparación de la tierra. Por las condiciones indicadas, se esperaría encontrar muy bajas concentraciones de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y partículas, que son los contaminantes normalmente asociados a fuentes móviles, como los vehículos. Otra fuente de emisiones de estos gases en la zona puede ser la combustión de biomasa



(leña), tanto de empresas pequeñas, como de los pequeños caseríos que utilizan este sistema como fuente de energía para la cocción de alimentos.

Además, al existir cultivos diversos cerca del AP, se esperaría la presencia de compuestos nitrogenados, emitidos por las plantaciones donde se utilicen fertilizantes y por zonas ganaderas. Sin embargo, la concentración de los gases en general se espera sea poco significativa. Además, de lo indicado sobre lo dispuesto y reducido de las fuentes, influye en este hecho la relativa abundancia de flora (aún cuando se trate mayormente de pastos y cultivos), la cual se encarga de purificar el aire.

6.5.4. RUIDO

Al definirse el ruido “como un sonido no deseado o un sonido en el lugar y momento equivocado” (Canter, 1998), es necesario destacar el componente subjetivo que existe en éste. Es decir, un mismo “ruido” podrá ser valorado por una persona como “molesto” mientras que para otra no lo es.

Sin embargo, tal como se detalla en el Informe Jurídico (apartado 8.12), en nuestro país existen regulaciones que limitan las exposiciones, tanto de los trabajadores como de los vecinos, a ruidos constantes o variables.

Tanto la construcción como la operación del Proyecto que nos ocupa, va a ser una fuente generadora de ruidos, los cuales variarán en tipo, intensidad y duración. Por ello, es importante hacer un análisis previo de las condiciones actuales, proyectar las posibles alteraciones acústicas que se podrían dar y emitir las recomendaciones necesarias para minimizar, al máximo, los impactos menos positivos.

Por tanto, el objetivo de este apartado es identificar las áreas con potencial de ser impactadas como consecuencia del trazo de la carretera propuesta.

6.5.4.1. CONDICIONES DE RUIDO EXISTENTES

Tal como se ha venido mencionando, el Proyecto cubre casi 40 km de carretera. Su trazo cubre una amplia y muy variada área, donde se encuentran, desde zonas totalmente despobladas, hasta sitios con desarrollos humanos importantes.

El inicio de la carretera ocurre en un punto de alto tránsito vial, pues es la intersección con la Carretera N° 1, que es la principal arteria que comunica la ciudad capital, entre otros, con toda la región Norte del país. En ese punto, el nivel de ruido existente es bastante elevado, debido principalmente a la circulación de gran variedad de vehículos, tales como motos, automóviles, buses, camiones de carga y cisternas, furgones, etc.

De igual manera, en los primeros 5 km (sector de San Ramón), se tiene proyectada la construcción de 14 cruces con caminos vecinales en tierra. Es decir, en tan pocos kilómetros confluyen gran cantidad de trochas que se conectan con la vía principal



antes mencionada. De igual manera, este sector es quizás uno de los dos que presentan un mayor desarrollo socioeconómico. El otro sería el sector último del trazado, correspondiente a la región donde se ubica Ciudad Quesada.

En estas dos áreas, por contar con un mayor desarrollo social, los niveles de ruido (condición existente) son los más altos de los que hay en el resto de las zonas del trazo.

En los siguientes 5 km, hasta llegar al km 10, habrá 7 cruces con caminos vecinales en tierra, los cuales son transitados ocasionalmente; hasta el kilómetro 20, se encontrarán 6 cruces más; al kilómetro 30, 7 cruces y al kilómetro 39, 8 cruces adicionales.

De lo anterior se desprende que el trazo de la carretera, en sus kilómetros iniciales, se encuentra más en contacto con zonas donde existen caminos vecinales que conectarían los asentamientos humanos con el Proyecto, mientras que conforme se aleja del punto de partida, el número de cruces va disminuyendo, al irse alejando de dichos centros.

La mayoría del trazado de la carretera discurrirá por regiones donde las poblaciones son escasas, y en muchas ocasiones, inexistentes. Bajo estas condiciones, los niveles de ruido son bajos. Los ruidos que se pueden registrar son aquéllos provenientes del viento, el canto de los pájaros, el mugir de las vacas, el murmullo de los ríos, el sonar de las hojas, etc. Es decir, son prácticamente ruidos provenientes de la propia naturaleza.

Según Canter (1998) refieren que en las zonas residenciales periféricas silenciosas se pueden encontrar niveles medios de 50 dB(A), mientras que zonas residenciales urbanas muy ruidosas presentan valores de 70 dB(A). Por otro lado, Ecotec (1995) encontraron valores de ruido cercanos a los 54 dB(A) en zonas rurales. En el Proyecto, la gran mayoría del trazo transcurrirá por sectores rurales.

6.6. AMENAZAS NATURALES

La zona de trabajo que incluye el tramo de la carretera propuesta hacia San Carlos y alrededores está propensa a amenazas naturales, entre ellas deslizamientos, amenaza potencial de inundación en ríos, áreas con amenaza de avalancha, y fallas geológicas entre otros.



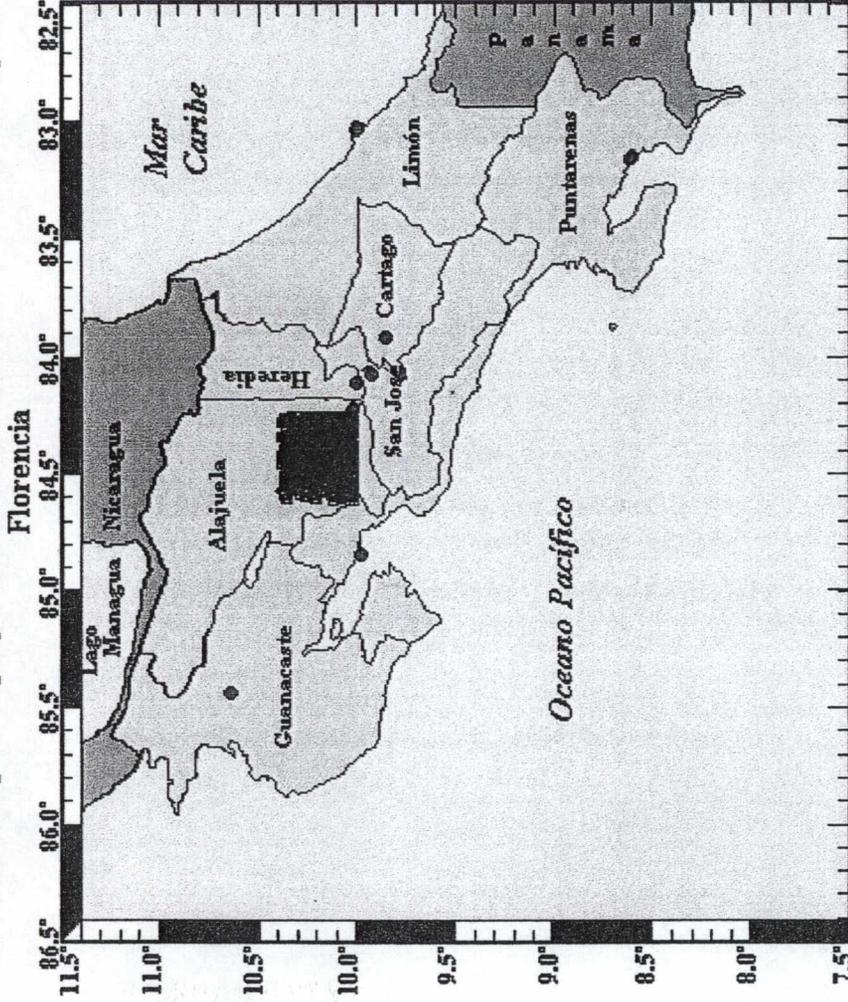
6.6.1. OCURRENCIA SÍSMICA

La ubicación de los epicentros en la zona de estudio (Figura 6.75 y Figura 6.76) está fundamentada en la base sismológica de los datos de la Red Sismológica Nacional (RSN-ICE-UCR). Los eventos sísmicos han ocurrido a lo largo de toda la zona de estudio, de una manera aleatoria, por lo que su ocurrencia no tiene ninguna ubicación preferencial.

Por otra parte, se trazó una línea de perfil entre las coordenadas 84,62 -84,25 y 10,01-10,38, con una dirección N45°E para determinar la actividad sísmica registrada temporalmente entre el 2-5-1984 y el 30-12-2002, para una sección de la carretera Naranjo-Florencia (Figura 6.77). De dicho perfil (Figura 6.78) se puede determinar que existen dos tendencias hipocentrales en los eventos localizados en la zona; la primera corresponde con eventos con profundidades de 25 km, asociados a tectonismo (callamiento como a eventos magmáticos). La segunda tendencia corresponde a hipocentros con profundidades entre los 60 y 100k, asociados a eventos de subducción de la placa de Cocos bajo la placa de Caribe.

De acuerdo con el gráfico de magnitudes para los sismos registrados entre el 2-5-1984 y el 30-12-2002 (Figura 6.79) se determina que se han dado 20 eventos sísmicos con magnitudes entre 5 y 6 (Mc), 45 eventos de 4,6 (Mc) y 18 eventos de 4,5 (Mc). La mayoría de los eventos registrados están entre el rango de 3 y 5 Mc.

Mapa de epicentros de la zona de estudio ubicada entre las coordenadas 10.01° con 10.38° y 84.25° con 84.62°, con un área de 1600km² para el proyecto Carretera San Carlos, sección Naranjo



Fecha del: 02/05/1984

al: 30/12/2002

LAT= 7.50°-11.50°

LON=82.50°-86.50°

PRF= 0.0- 999.0 Km

MAG= 0.0- 9.9

SIMBOLOGIA:

M=3 □ M=4 ◇ M=5 +

M=6 △ M=7 ▽ M=8 ○

BASE.:SANCAR

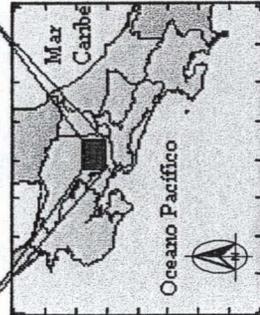
N SIS:665

M<3 9:653 4≥M<5: 11

5≥M<6: 1 6≥M<7: 0

7≥M<8: 0 M_8 : 0

ZONA DE AMPLIACION



Fuente:Ovsicori UNA
Fuente:RSN:(ICE/UCR)
Prog. Anasis Ver. 2.0

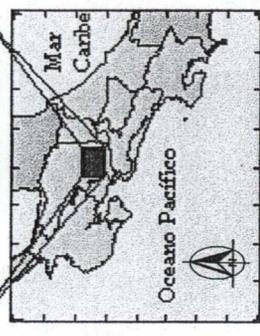


 Asesores Ambientales	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia
	Figura N°6.75: Mapa de Ubicación de Epicentros en la Zona
Tomado de Base de Datos Red Sismológica Nacional UCR-ICE (2003)	
Elaborado por:	
Geól. Rafael Alpizar M. SETENA N° 081-2000	
Fecha	
Abril, 2004	

Fecha del: 02/05/1984
 al: 30/12/2002
 LAT=10.01°-10.38°
 LON=84.25°-84.62°
 PRF= 0.0- 999.0 Km
 MAG= 0.0- 9.9

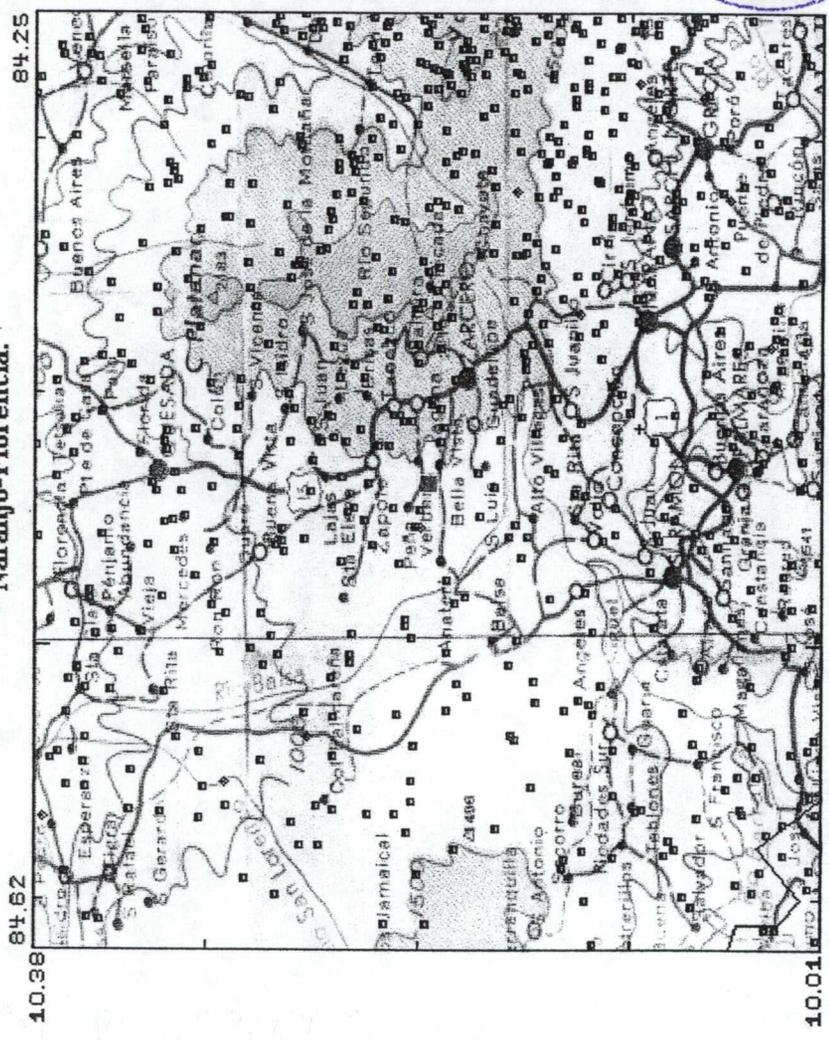
SIMBOLOGIA:
 M=3 □ M=4 ◇ M=5 +
 M=6 △ M=7 ▽ M=8 ○
 BASE.: SANCAR
 N SIS: 665
 M<3: 9: 653 42M<5: 11
 52M<6: 1 62M<7: 0
 72M<8: 0 M<8 : 0

Punto Central ■
ZONA DE AMPLIACION



Fuente: Ovisori UNA
 Fuente: ESN (ICE/UCR)
 Prog. Anasis Ver. 2.0

Ampliación de la actividad sísmica registrada en la zona de estudio localizada en San Carlos, para el proyecto sección de la carretera Naranjo-Florencia.

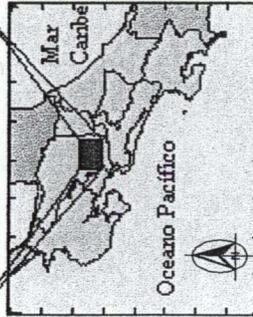


 Asesores Ambientales	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia
	Figura N°6.76 Registro de Actividad Sísmica de la Zona
Tomado de Base de Datos Red Sísmológica Nacional UCR-ICE (2003)	
Elaborado por:	
Geól. Randa Alpizar M. SETENA N° 081-2000	
Fecha	
Abril, 2004	

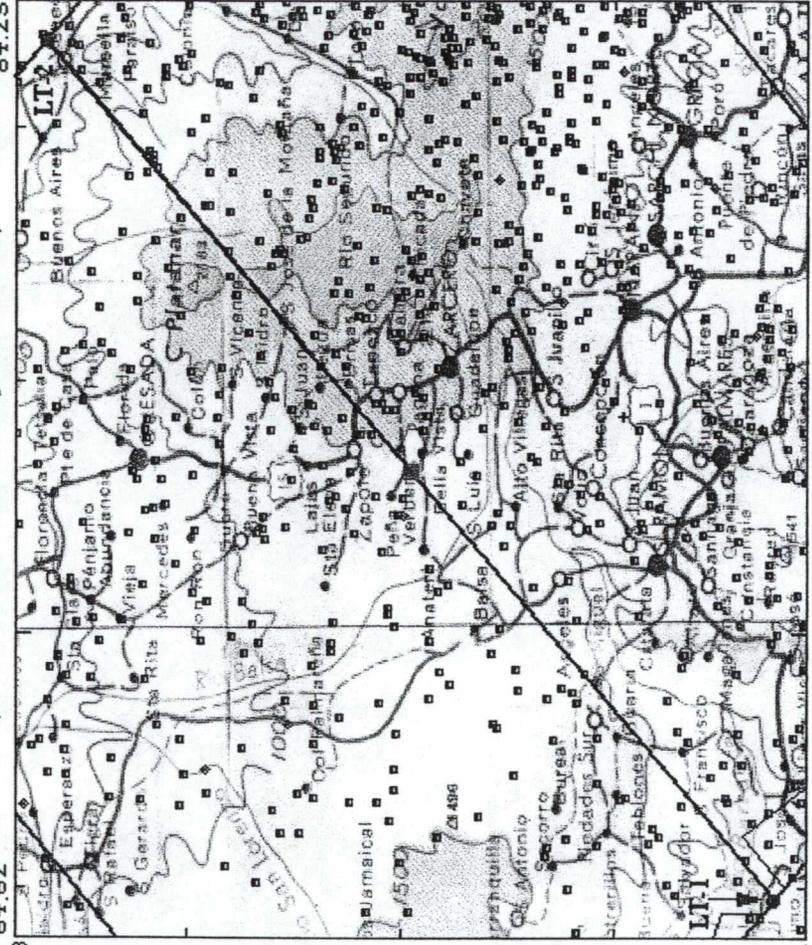
Perfil en planta con una dirección de 45 grados N-E, para observar la actividad sísmica registrada y su distribución espacial en profundidad (sección carretera Naranjo-Florencia)

Fecha del: 02/05/1984
 al: 30/12/2002
 LAT=10.01°-10.38°
 LON=84.25°-84.62°
 PRF= 0.0- 999.0 Km
 MAG= 0.0- 9.9
SIMBOLOGIA:
 M=3 □ M=4 ◇ M=5 +
 M=6 △ M=7 ▽ M=8 ○
 LN PE: 52.9Km
 ANCHO: 50.0Km
 ANG...: 45.0°
 LT1=10.02° LN1=84.61°
 LT2=10.37° LN2=84.26°
 Punto Central ■

ZONA DE AMPLIACION

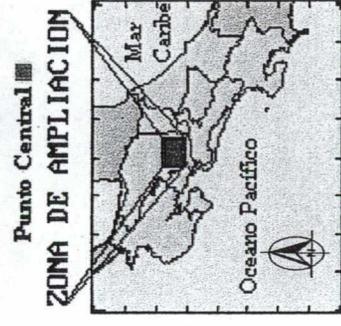


Fuente: Ovisicon UNA
 Fuente: RSN: (ICE/UCR)
 Prog. Anásis Ver. 2.0



 Asesores Ambientales	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia
	Figura N°6.77. Ubicación del Perfil de la Actividad Sísmica de la Zona
Tomado de Base de Datos Red Sísmológica Nacional UCR-ICE (2003)	
Elaborado por: Geól. Randal Apizar M. SETENA N° 081-2000	
Fecha Abril, 2004	

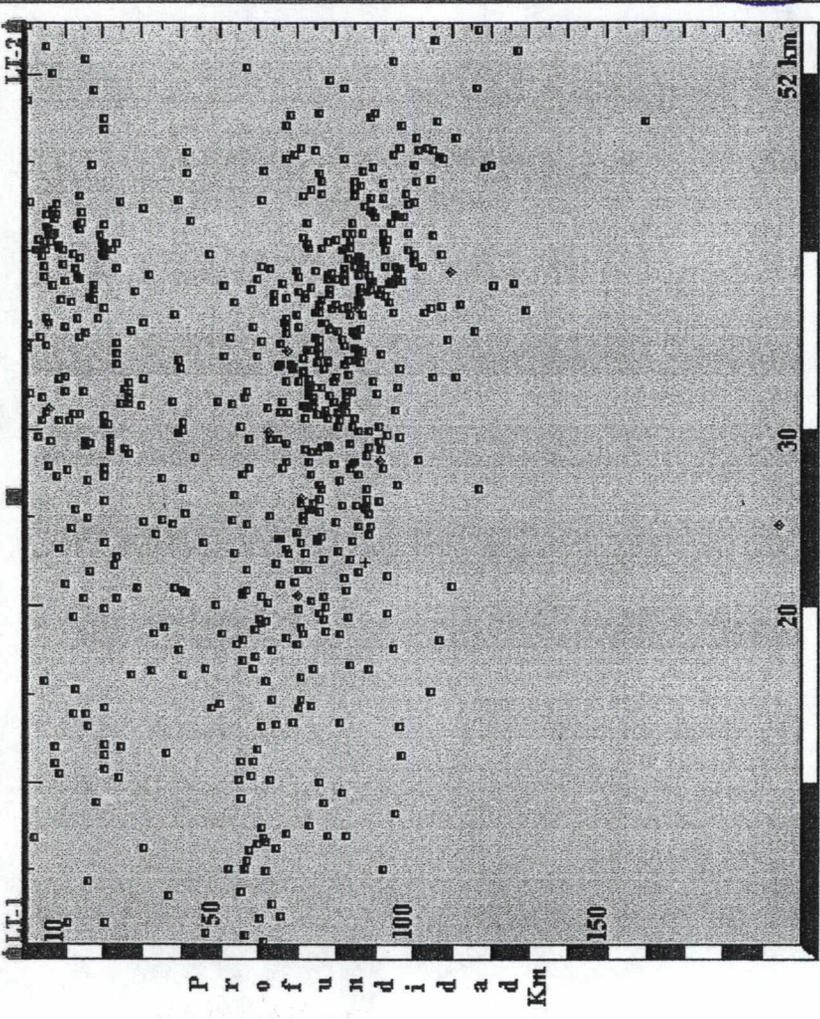
Fecha del: 02/05/1984
 al: 30/12/2002
 LT1=10.02° LN1=84.61°
 LT2=10.37° LN2=84.26°
 PRF= 0.0- 999.0 Km
 MAG= 0.0- 9.9
 M=3 □ M=4 ◇ M=5 +
 M=6 △ M=7 ▽ M=8 ○
 BASE.:SANCAR
 N SIS: 653
 M<3.9: 641 4≥M<5: 11
 5≥M<6: 1 6≥M<7: 0
 7≥M<8: 0 M=8 : 0



Fuente: Oviscori UNA
 Fuente: RSN (ICE/UCR)
 Prog. Análisis Ver. 2.0

Ubicación hipocentral de los eventos localizados en la zona de estudio

LN PE: 52.9Km 0 A 30= 169
 ANCHO: 50.0Km 30 A 60= 83
 ANG.: 45.0° Mayor= 60= 401



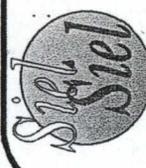
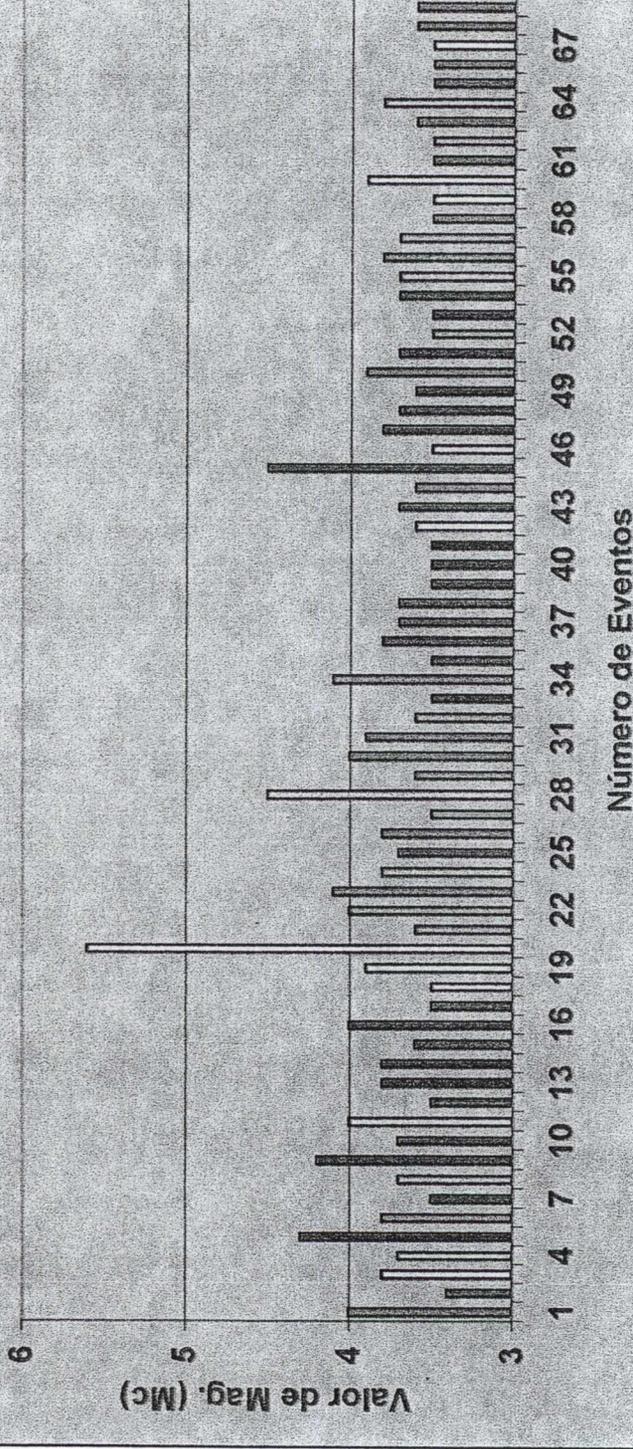
 Asesores Ambientales	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia
	Figura N°6.78 Ubicación Hipocentral de Sismos en la Zona
Tomado de Base de Datos Red Sismológica Nacional UCR-ICE (2003)	
Elaborado por:	
..... Geól. Karla Alpizar M. SETENA N° 081-2000	
Fecha	
Abril, 2004	

Gráfico de Magnitudes



<p>Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia</p>	<p>Figura N°.79 Gráfico de Magnitudes</p>
<p>Asesores Ambientales Tomado de Base de Datos Red Sismológica Nacional UCR-ICE (2003)</p>	
<p>Elaborado por: Geól. Rafael Espízar M. SETENA N° 081-2000</p>	
<p>Fecha: Abril, 2004</p>	



6.6.1.1. FALLAS

Hacia el Este del tramo del Proyecto, entre los kilómetros 0+000 y 13+700 (Figura 6.80) hay dos fallas inferidas alineadas con un rumbo N30E, a una distancia entre 5 y 10km de éste. A unos 5 km al Este se encuentra una falla con una extensión aproximada de 4km, con un rumbo de S50E (Figura 6.80) (CNPRAE, 2000).

Sobre el tramo de la carretera entre los kilómetros 13+700 y 37+850 se ubican cuatro fallas importantes: Falla en la quebrada Yeguas, Fallas Anateri, Falla Tapesco y la Falla La Vieja.

La falla en la quebrada Yeguas ubicada en el kilómetro 18+400 es de tipo normal, con un rumbo Este-Oeste, ubicada en la margen izquierda de la quebrada Yeguas, (Consortio Mas & Imbsen, S.A., 2002).

La Falla Anateri tiene un rumbo N42O. Está localizada en el punto 19+100 y posee 12 m de zona de ruptura (Macías & Vargas, 2001).

La falla Tapesco está ubicada en el punto 23+270 , un rumbo de N43O y un escarpe de 20m de altura (Macías & Vargas, 2001). La falla La Vieja está ubicada en el punto 31+350 en la margen izquierda del río La Vieja, (Figura 6.81), (Macías & Vargas, 2001).

Seis kilómetros hacia el Este del tramo de la carretera comprendido entre la sección 13+700 y 37+850 hay una serie de fallas alineadas con una orientación preferencial S20E, que se extiende a lo largo de la zona, entre ellas, la falla Bata, la falla Congo y la falla Porvenir, (Figura 6.81)

La sección de la carretera entre 37+850 y 39+400 (Figura 6.82) es atravesada por una falla con una extensión de más de 15km, con un rumbo Este-Oeste en el punto 39+000. Hacia el Norte de dicha falla hay otras dos fallas alineadas a ésta (CNPRAE, 2000).

6.6.2. AMENAZA VOLCÁNICA

Los volcanes más cercanos al proyecto son el Poás hacia el Este y el Arenal al Noroeste, sin embargo; de acuerdo con la base de datos de la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), ninguna de las proyecciones de ocurrencia de los diferentes tipos erupciones volcánicas con diferentes características de explosividad llegan a afectar el AP.

Para el caso del volcán Arenal, su edificio volcánico se ubica a poco más de 30 km a la zona más hacia el Norte del AP. A su vez, la estimación del radio de influencia de una erupción de tipo pliniana queda alejada del AP aproximadamente 20 km.



El cráter del volcán Poás se ubica aproximadamente a 28 km al este del AP. La amenaza más cercana se ubica a 18 km al este y corresponde con la zona de influencia de bajo a moderado potencial de caída de cenizas (CNE, 2002).

Al analizar ambos aparatos volcánicos, se observa que lo anterior descrito se ubica fuera del área representada en las figuras (Figura 6.80, Figura 6.81 y Figura 6.82).

6.6.3. DESLIZAMIENTOS

A lo largo del tramo de la carretera se encuentran varios deslizamientos. En el kilómetro 10 +800 hay un deslizamiento cuyo frente de corona se ubica hacia el SE. En el kilómetro 13+000 se ubica un deslizamiento con un frente de corona orientado hacia el Oeste, entre los kilómetros 13 +900 y 14+400 a la margen derecha del tramo de la carretera.

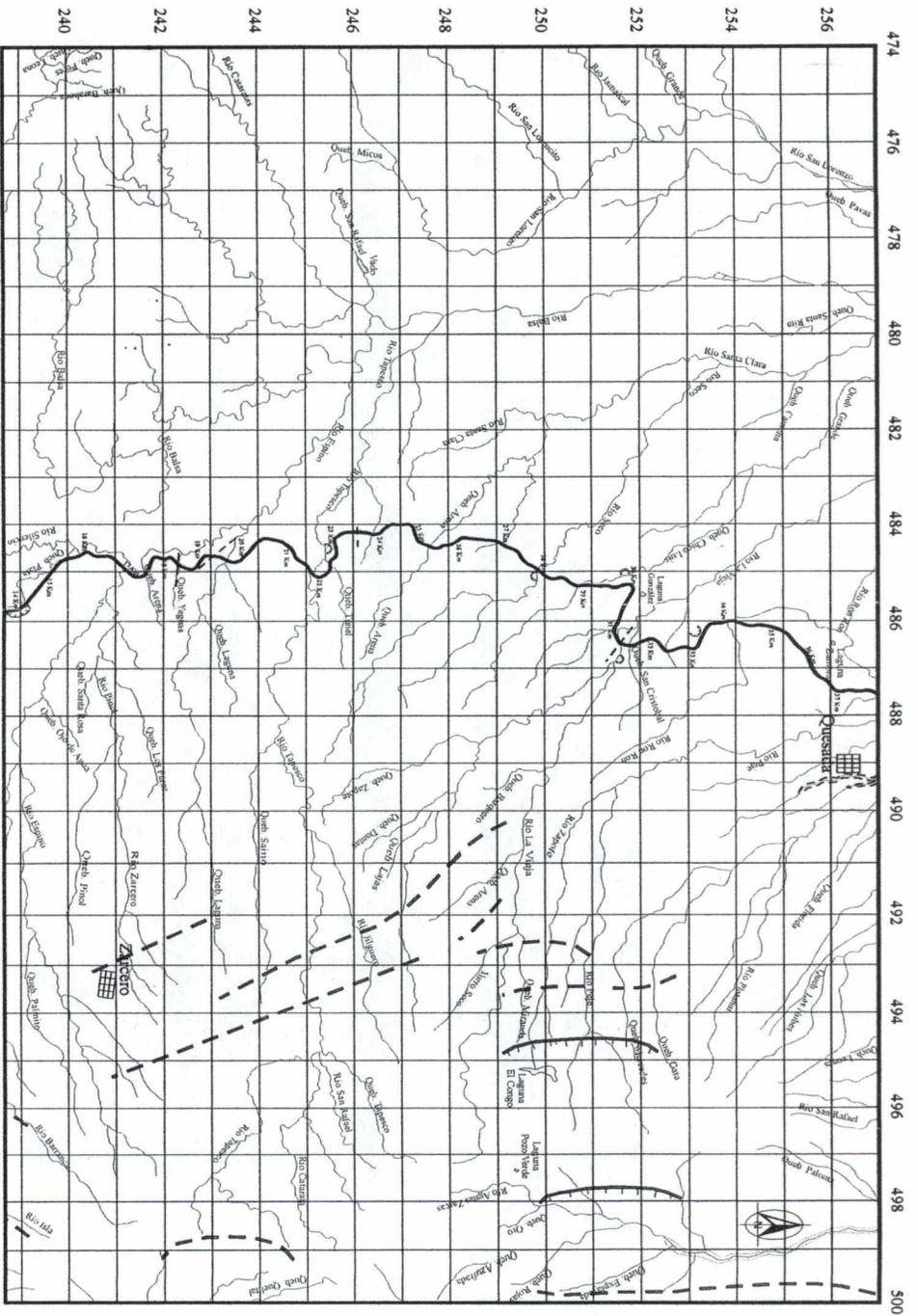
Cerca del kilómetro 22+750, sobre la margen derecha del río Tapesco hay un deslizamiento cuyo frente de corona está hacia el Sur. En la margen izquierda del río Seco, en el kilómetro 28+100 se ubica otro deslizamiento con su frente de corona al Norte. Llegando al kilómetro 30+000, en la margen izquierda de la quebrada Chico Luis hay otro deslizamiento cuyo material se desliza hacia el Este.

En la margen derecha del río La Vieja se ubica otro deslizamiento cuyo frente de corona está ubicado hacia el SO. En el kilómetro 33+350 se ubica un deslizamiento cuyo frente de corona está ubicado hacia el SO.

6.6.3.1. ÁREAS CON AMENAZA DE AVALANCHA

Una sección de aproximadamente 6 km sobre el río Molino (10 km Este entre los kilómetros 5 +500 y 13+000 que presenta áreas con amenaza de avalancha (Figura 6.80).

Existe un tramo de aproximadamente 8 km en el río Aguas Zarcas que también tiene áreas con amenaza de avalancha. Dicho tramo se encuentra a 12 km al Este del tramo de la carretera entre los puntos 32+000 y 39+400 (Figura 6.81 y Figura 6.82).



Simbología

-  Área con amenaza de avalancha.
-  Laguna
-  Fallas Geológicas
-  Amenaza potencial de inundación
-  Proyección de la carretera nueva hacia San Carlos
-  Ríos
-  Escarpe de falla



	Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Carretera a San Carlos Sección Naranjo - Florencia
	<small>Asesores Ambientales</small> <small>Figura N°87 Mapa de Amenazas Naturales Potenciales de parte de las Hojas Topográficas San Lorenzo y Quesada Emergencias (2001). Parte de las Hojas San Lorenzo y Quesada (IGN)</small>
<small>Elaborado por:</small> <small>Geol. Karol Benítez M. SETENA N° 081-2000</small>	<small>Fecha</small> <small>Abril, 2004</small>
<small>Escala</small> <small>1:100.000</small>	



6.6.4. EROSIÓN

Para efectos del presente Proyecto el tema de erosión se analiza más como un potencial impacto derivado de la remoción de cobertura vegetal y de los movimientos de tierra que se realicen, que como una amenaza natural en sí misma.

Además, se considera la posible erosión de cauces fluviales, la cual es un riesgo asociado al incorrecto diseño de las descargas de los sistemas de drenaje.

Los factores indicados podrían constituirse en una amenaza para el Proyecto, los trabajadores o los usuarios sólo en caso que se ignoraran las normas de diseño de ingeniería básicas y que se dejara de lado la implementación de las recomendaciones ofrecidas en el capítulo 11 del EsiAG.

El tema se analiza con más detalle en el capítulo 10, durante la evaluación de los potenciales impactos del Proyecto.

6.6.5. ZONAS CON AMENAZA POTENCIAL DE INUNDACIÓN

En el tramo que comprende los kilómetros 0+000 y 13+700 (Figura 6.80) hay varios sitios que presentan amenaza potencial de inundación. Aproximadamente a 1 km al SW del kilómetro 5+000 están varios afluentes del río Grande, entre ellos la quebrada Estero, que son potencialmente inundables. A unos 4.5 km hacia el Este del kilómetro 5+000 se encuentran zonas con potencial de inundación en los ríos Pilas, Isla y quebrada San Lucas.