



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO MEDIANTE TELEDETECCIÓN DE LOS
CURSOS FLUVIALES ACTIVOS Y ABANDONADOS DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA ALUVIAL DEL RÍO GUAYAS PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN HOLOCENA DE LA RED DE
DRENAJE”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN GEOLOGÍA

Presentada por:

Kléber Junior Guaranda Chancay
María de Lourdes Muñoz Heredia

GUAYAQUIL – ECUADOR

2008

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado fuerzas para mantenerme hasta el final y las bendiciones que ha derramado sobre mi a lo largo de mi vida universitaria. A toda mi familia, por haberme apoyado desde siempre. A CEDEGE, por la invaluable ayuda brindada. A los catedráticos de la carrera de Ingeniería en Geología, por las enseñanzas impartidas en las aulas y fuera de ellas. Al Dr. Jean François Dumont, al cual estoy profundamente agradecido por habernos impartido sus conocimientos para la realización del presente trabajo.

Kléber Guaranda

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Dumont, director de la tesis por la oportunidad que me dio de realizar este tema.

Al Ing. Martillo por su asistencia en la parte técnica.

A CEDEGÉ, en especial al Ing. Montoya, por facilitarnos la información invaluable para la realización de este estudio.

A mi mamá y familia en general.

A todos los profesores, compañeros, amigos y demás personas que desinteresadamente contribuyeron con este esfuerzo.

Finalmente, mi infinito agradecimiento al mas grande, a Dios por brindarme voluntad, sabiduría y por poner a cada uno de uds en mi camino y ayudarme a cumplir esta meta.

Inmensas gracias a todos.

Lourdes Muñoz

DEDICATORIA

A mi madre,

Por su inmenso amor y por creer en mí.

Kléber Guaranda

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi mamá,
paradigma de esfuerzo y sacrificio.

A mi prima Roxana, cuya partida desconsoló mi
vida y a quien dedicaré todos mis logros.

A toda mi familia.

A mi gordito, a quien amo tanto.

A Dios porque para él es siempre toda la honra
y el honor.

Lourdes Muñoz

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Edison Navarrete
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Jean François Dumont
DIRECTOR DE LA TESIS



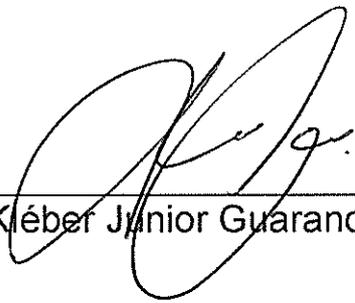
Ing. Edison Navarrete
VOCAL



Ing. Carlos Martillo
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”



Kléber Junior Guaranda Chancay



María de Lourdes Muñoz Heredia

RESUMEN

La Cuenca del Guayas tiene una alta importancia económica y humana, en la cual la irrigación y el drenaje ocupan un lugar preponderante, pues condicionan directamente la agricultura. Sin embargo, se conoce muy poco de la historia del drenaje de esta cuenca, en donde las morfologías fluviales abandonadas son evidencias de una historia compleja. En las cuencas aluviales ubicadas en zonas orogénicas, la tectónica determina generalmente patrones direccionales de migración fluvial, activados durante épocas de mayor precipitación.

Se conoce a partir de los trabajos de T. Wolf que los ríos de la Cuenca del Guayas son inestables, que el Río Vinces corría probablemente en una época anterior hacia el Río Daule, y que además corría en el Río Seco de Baba antes de establecerse en su curso actual como resultado de las acciones humanas desarrolladas en el siglo 18. Así como, el Río Pueblo Viejo, antiguo cauce del actual Río Catarama- Ventanas.

El método de estudio utilizado se basó en las etapas analizadas y sintetizadas por Schumm et al. y las herramientas de teledetección y SIG

para el análisis digital de las morfologías fluviales. Con la identificación de las morfologías fluviales activas y abandonadas, la interpretación de las conexiones entre ambos, considerando alineamientos, ordenando las ocupaciones sucesivas de la red y finalmente una síntesis de todas las evidencias, se pudo determinar un esquema de la migración de los ríos.

El esquema de la evolución de la red de drenaje de la Cuenca del Guayas en la zona de estudio, según las evidencias morfológicas observadas indica que la red es coherente con dos patrones direccionales debido a la acción de la Tectónica, por estar en la zona de subducción y por la subsidencia al pie de la Cordillera Andina. Se determinaron dos tendencias de la migración de la red: una al Oeste, en la parte Norte controlada por lineamientos NE-SW y otra al Este, en la parte aluvial al Sur controlada por lineamientos NW-SE. La tendencia en la parte aluvial, sugiere futuras capturas y redirección del drenaje.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE MAPAS.....	XV
ÍNDICE DE FOTOS.....	XVI
ABREVIATURAS.....	XIX

CAPITULO I. Introducción

1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación del problema.....	6
1.4. Objetivos	
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
1.5. Metodología General.....	9
1.6. Generalidades.....	11

CAPITULO II. Marco conceptual

2.1. Características de una Cuenca Hidrográfica.....	13
2.1.1. Partes de una cuenca.....	15
2.1.2. Tipos de cuencas hidrográficas	18
2.1.3. Cuencas aluviales	23
2.1.3.1 Ríos aluviales.....	24
2.1.3.2 Patrón de drenaje.....	25
2.1.4. Terminología y definiciones.....	27
2.2. Características de las cuencas aluviales tropicales.....	35
2.2.1. Efecto del clima.....	35
2.2.2. Posiciones estructurales.....	37
2.2.3. Escalas de morfologías fluviales.....	38
2.2.4. Migraciones y cambios.....	43
2.3. Técnicas de teledetección para el estudio geomorfológico.....	47
2.3.1. Conceptos básicos de Teledetección.....	47
2.3.1.1 Teledetección	47
2.3.1.2 Georeferenciación de fotografías aéreas e Imágenes satelitales.....	48
2.3.2. Conceptos básicos de Sistemas de Información Geográfica	58
2.3.3. Aplicación a la morfología fluvial.....	59

CAPITULO III. Características de la zona de estudio

3.1. Ubicación geográfica y política.....	62
3.2 Geomorfología.....	64
3.3. Marco geológico.....	68
3.3.1. Formaciones geológicas	68
3.3.2 Estructuras	72
3.4. Hidrología.....	78
3.4.1 Cuenca del Río Daule	80
3.4.2 Cuenca del Río Vinces.....	82
3.4.2.1 Bifurcación Río Nuevo	84
3.4.2.2 Bifurcación Río Junquillo	84
3.4.2.3 Bifurcación Río Pula.....	85
3.4.2.4 Bifurcación Río Salitre	87
3.4.2.5 Bifurcación Río Los Tintos	87
3.4.3 Cuenca del Río Babahoyo	89
3.5. Clima.....	93

CAPITULO IV. Análisis de las características geomorfológicas de la zona de estudio

4.1. Análisis global de la red de drenaje.....	100
4.1.1 Análisis Global	101

4.2. Preparación de los documentos de teledetección.....	110
4.2.1 Rasterización de la información.....	110
4.2.2 Georeferenciación.....	111
4.2.2.1 Realización de fotomosaicos.....	111
4.2.2.2 Cartografía de referencia.....	112
4.2.2.3 Proceso de georeferenciación.....	113
4.3. Interpretación digital de información adquirida con sensores remotos	121
4.3.1. Identificación de cauces y Paleocauces.....	123
4.3.1.1 Identificación de morfologías fluviales artificiales	127
4.3.1.2 Características geométricas de los ríos actuales y de los paleocauces de la zona de estudio.....	131
4.3.2. Identificación de conexiones de paleocauces.....	135
4.3.3. Identificación de lineamientos y estructuras relacionados con la morfología fluvial	163
4.3.3.1 Lineamientos sobre el Río Daule	165
4.3.3.2 Lineamientos sobre los ríos de la zona de estudio	170
 CAPITULO V. Datos de campo	
5.1. Observaciones de cursos abandonados.....	180

5.2. Características de los cauces y barrancos.....	181
---	-----

CAPITULO VI. Síntesis de los resultados

6.1. Análisis de secuencia de paleocauces.....	209
6.2. Evidencia de migración de la red de drenaje.....	221
6.3. Morfo - estructuras asociadas a la evolución fluvial.....	224
6.4. Interpretación del sistema de migración fluvial	227

CAPITULO VII. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones	230
7.1.1 Características de la evolución fluvial	230
7.1.2 Tendencias de la evolución	233
7.2 Recomendaciones.....	234

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Perfil longitudinal del Río Daule.....	14
Figura 2.2	Perfil longitudinal del Río Babahoyo.....	15
Figura 2.3	Tipos de patrones de drenaje en la zona de estudio..	27
Figura 2.4	Relación entre pendiente y sinuosidad.....	34
Figura 2.5	Distribución de las precipitaciones en Vinces y Babahoyo, durante 1998.....	36
Figura 2.6	Distribución de las precipitaciones en Vinces y Babahoyo durante 1999.....	37
Figura 2.7	Cinco recortes de meandros durante los últimos 2000 años.....	40
Figura 2.8	Etapas en el corte de un cuello de un meandro.....	41
Figura 2.9	Cambio de posición de la faja fluvial del Río Ucayalí..	42
Figura 2.10	Migración de un río por avulsión.....	44
Figura 2.11	Migración de los ríos Marañón y Ucayalí.....	45
Figura 2.12	Evolución de un sistema de meandros y la predicción de su comportamiento futuro.....	46
Figura 2.13	Enlace de Información de diferentes temas - Base de Datos.....	59
Figura 3.1	Ubicación del área de estudio.....	63

Figura 3.2	Diagrama de rosa de las cuatro familias de fallas ESPOL – ORSTOM.....	75
Figura 3.3	Diagrama de rosa Río Vinces. Catalayud.....	76
Figura 3.4	Diagrama de rosa Río Daule. Catalayud.....	76
Figura 3.5	Extracto A del mapa 3.3.....	83
Figura 3.6	Extracto B del mapa 3.3.....	85
Figura 3.7	Extracto C del mapa 3.3.....	88
Figura 3.8	Extracto D del mapa 3.3.....	89
Figura 3.9	Zonas afectadas por las inundaciones entre los Ríos Daule y Babahoyo.....	97
Figura 4.1	Detalle de las capas realizadas en ARCGIS Versión 9.	113
Figura 4.2	Selección del modelo geométrico.....	115
Figura 4.3	Orden del polinomio.....	116
Figura 4.4	Ubicación y colocación de los demás puntos de control.....	117
Figura 4.5	Ventana Geo Correction Tools.....	118
Figura 4.6	Procesamiento del remuestreo.....	119
Figura 4.7	Verificación del proceso de rectificación.....	120
Figura 4.8	Capas con formato ESRI Shapefile (.shp) creadas en el programa ARCGIS Versión 9.....	122

Figura 4.9	Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo, identificado en las fotografías aéreas.....	125
Figura 4.10	Paleocauce Estero Santa Martha (Estero Pisco), identificado en las fotografías aéreas.....	126
Figura 4.11	Paleocauce Estero San Antonio, identificado en las fotografías aéreas.	127
Figura 4.12	Campos elevados en el sector del paleocauce Río Seco	129
Figura 4.13	Campos elevados al sur del Cerro Samborondon, en los alrededores del paleocauce Estero Guapara.....	130
Figura 4.14	Sector Vinces (zona central).....	136
Figura 4.15	Conexiones aguas arriba y aguas abajo del Río Seco de Baba.....	138
Figura 4.16	Conexiones aguas arriba y aguas abajo de la Poza de Jaboncillo y sus ramales.....	140
Figura 4.17	Conexiones de los esteros Cañaverál - Roncador – Río Viejo – Bejuco Prieto – Rosa de Oro.....	142
Figura 4.18	Conexiones aguas arriba y aguas abajo del Río La Victoria.....	144
Figura 4.19	Sector Sabanilla – Daule – Pula	146
Figura 4.20	Conexiones aguas arriba y abajo del Cauce antiguo del Estero Sabanilla.	148

Figura 4.21	Conexiones del paleocauce Río Seco con el Río Los Tintos.....	149
Figura 4.22	Conexiones del Estero Zanja de Pérez.....	151
Figura 4.23	Sector Pueblo Viejo.....	153
Figura 4.24	Conexiones cauce antiguo al este del Río Pueblo Viejo	154
Figura 4.25	Conexiones aguas arriba y aguas abajo del Estero La Envidia.....	155
Figura 4.26	Conexiones aguas arriba y debajo del cauce al W del Río Pueblo Viejo.....	156
Figura 4.27	Conexiones Estero San Antonio.....	157
Figura 4.28	Conexiones Estero El Chorro.....	158
Figura 4.29	Sector Vinces Norte –Macul.....	159
Figura 4.30	Conexiones Estero Santa Martha.....	161
Figura 4.31	Conexiones aguas abajo y aguas arriba del Estero Rejo Curado	162
Figura 4.32	Distribución de los lineamientos sobre el Río Daule, en términos de distancia/dirección.....	166
Figura 4.33	Diagrama de rosa de lineamientos identificados sobre el Río Daule.....	167
Figura 4.34	Lineamientos particulares interpretados sobre el Río Daule	168

Figura 4.35	Distribución de los lineamientos sobre el drenaje de la zona de estudio, en términos de distancia/dirección.....	176
Figura 4.36	Diagrama de rosa de lineamientos identificados sobre los ríos de la zona de estudio.....	177
Figura 6.1	Esquema de evolución del Río Vinces. Desde el más antiguo (A) hasta el actual (D).	215
Figura 6.2	Secuencia del Río Pueblo Viejo y el Río Ventanas-Catarama. Desde el más antiguo (A) hasta el actual (E).....	219
Figura 6.3	Secuencia del Estero San Antonio y el Río Pueblo Viejo.	220
Figura 6.4	Evidencias de migración de la red de drenaje, en la zona del Río Vinces y el sistema de los ríos Pueblo Viejo y el tramo del Río Babahoyo (Río Catarama-Ventanas).....	223
Figura 6.5	Morfo-estructuras asociadas a la evolución de un tramo de los ríos Junquillo, Seco de Baba, Nuevo-de La Isla-Arenal, Pueblo Viejo.	225
Figura 6.6	Morfo-estructuras asociadas a la evolución del Río Nuevo, entre los ríos Vinces y Pueblo Viejo.	226

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1	
Características hidrológicas de las cuencas.....	18
Tabla 2.2	
Comparación del tamaño entre cuencas de margen	
activa y cuencas de margen pasiva.....	23
Tabla 2.3	
Tamaño de píxel sobre el terreno (m) en función de la	
resolución del escaneo y la escala media de la foto	
aérea.....	56
Tabla 3. 1	
Coordenadas UTM de la zona de estudio.....	62
Tabla 4.1	
Características geométricas de los ríos actuales.....	133
Tabla 4.2	
Características geométricas de los paleocauces	
identificados.....	134
Tabla 4.3	
Lineamientos estructurales identificados sobre el	
drenaje en el área de estudio.....	164
Tabla 4.4	
Direcciones de los lineamientos estructurales	
identificados sobre el Río	
Daule.....	165
Tabla 4.5	
Direcciones de los lineamientos identificados sobre el	
drenaje de la zona de estudio.....	175

Tabla 6.1	Comparación de ancho y sinuosidad de los paleocauces de la Etapa Sabanilla del Río Vinces.....	212
Tabla 6.2	Comparación de ancho y sinuosidad del paleocauce Seco de Baba y el Río Vinces	213
Tabla 6.3	Comparaciones de anchos y sinuosidades entre los paleocauces y ríos actuales en el sistema de los ríos Pueblo Viejo y Ventanas-Catarama.....	218

ÍNDICE DE MAPAS

		Pág.
Mapa 3.1	Mapa Geomorfológico del área de estudio.....	67
Mapa 3.2	Mapa Geológico del área de estudio.....	77
Mapa 3.3	Mapa Hidrográfico del área de estudio.....	92
Mapa 3.4	Mapa de Tipos de Clima del área de estudio.....	96
Mapa 4.1	Mapa del Análisis de la red de drenaje global del área de estudio.....	109
Mapa 4.2	Mapa de lineamientos estructurales del área de estudio.....	169

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 5.1 Margen izquierdo del paleocauce Poza de Jaboncillo	182
Fotografía 5.2 Margen derecho supuesto del paleocauce Poza de Jaboncillo.....	184
Fotografía 5.3 Río Junquillo, en el Sector El Progreso. Se observa desde el lado derecho del puente.....	185
Fotografía 5.4 Río Junquillo, en el Sector El Progreso. Se observa desde el lado izquierdo del puente.....	187
Fotografía 5.5 Río Seco de Baba, en el poblado de Baba	189
Fotografía 5.6 Río Seco de Baba del otro lado de la carretera, en el poblado de Baba.....	189
Fotografía 5.7 Medición con cinta del ancho del paleocauce Río Seco de Baba, en el poblado de Baba.....	190
Fotografía 5.8 Río Seco de Baba avanzando al norte hacia Vinces, observado desde un puente de caña.	191
Fotografía 5.9 Río Seco de Baba al otro lado del puente de caña....	192
Fotografía 5.10 Río Seco de Baba, en el sector Casa de Teja.....	194
Fotografía 5.11 Medición del ancho del paleocauce Río Seco de Baba con cinta.	194

Fotografía 5.12 Estero Santa Martha, avanzando hacia Macul al oeste.....	196
Fotografía 5.13 Cauce antiguo del Río Pueblviejo. Se lo observa del lado izquierdo de la carretera dirigiéndose al este.....	198
Fotografía 5.14 Cauce antiguo del Río Pueblviejo. Se lo observa del lado derecho de la carretera dirigiéndose al este.	198
Fotografía 5.15 Diferencia del nivel del cauce antiguo del Río Pueblviejo.....	199
Fotografía 5.16 Río Pueblo Viejo al lado derecho del puente dirigiéndose al oeste.....	200
Fotografía 5.17 Río Pueblo Viejo al lado izquierdo dirigiéndose al oeste	201
Fotografía 5.18 Parte del paleocauce Estero Sabanilla, se observa en el lado izquierdo en la cercanía de la carretera las pozas y mas atrás los arrozales.....	202
Fotografía 5.19 El paleocauce Estero Sabanilla no es evidente. En el lado derecho de la carretera se ven arrozales y viviendas.....	203

Fotografía 5.20 El paleocauce del Estero Sabanilla no se observa. El terreno es ocupado para pastoreo.....	204
Fotografía 5.21 Se observan lomas con una continuidad que marcan un posible margen de un tramo del paleocauce del Estero Sabanilla.....	205
Fotografía 5.22 Estero Río Seco en el Recinto Amelia María.....	207
Fotografía 5.23 Paleocauce Zanja de Pérez en el sector La Joya.....	208

ABREVIATURAS

GPS	Global Position System.
SIG	Sistemas de Información Geográfica.
AP	Antes del Presente.
PIB	Producto Interno Bruto.
RGB	Red - Green - Blue.
RMS	Error medio cuadrático.
UTM	Universal Transversal Mercator.
WGS	World Geodetic System.
Fm.	Formación Geológica.
CLIRSEN	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos.
CEDEGE	Comisión de Estudios para el desarrollo de la Cuenca del Guayas.
PIGSA	Plan Integral de Gestión Socio-Ambiental de la Cuenca del Río Guayas y Santa Elena.
IGM	Instituto Geografico Militar.
MAG	Ministerio Agricultura y Ganadería.
PRONAREG	Programa Nacional de Regionalización Agrícola.
ORSTOM	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
ND	Nivel Digital.

DWG	DraWinG
DXF	Drawing eXchange File.
GCP	Ground control coordinates.
PSAD	Provisional South American.

CAPÍTULO I. Introducción

1.1 ANTECEDENTES

La Cuenca Hidrográfica del Río Guayas es la más importante a nivel nacional tanto por su vasta extensión, la cual implica parcial o totalmente a nueve provincias, como por la actividad económica mayormente agrícola que se genera en esta zona. Por estas razones es importante comprender su funcionamiento y desarrollo.

Desde tiempos pasados se han dado cambios en la morfología fluvial a nivel general en la zona aluvial de la Cuenca del Río Guayas. Presencias de cauces temporales, ríos secos e historias de variaciones fluviales comprueba que dicha cuenca registra cambios.

Teodoro Wolf en su libro titulado Geografía y Geología del Ecuador, publicado en 1892, cita algunos acontecimientos de variaciones en el drenaje de la cuenca, que se han suscitado en la región cercana al pueblo de Vinces.

.....El pueblo de Vinces, cabecera del cantón del mismo nombre, está situado a tres leguas al sur de Palenque, a la orilla oriental del río que lo baña. La historia de su fundación está conecionada con la hidrografía de esta region, y por esto merece ser referida, según P.F. Cavallos (Hist. VI, pg 241). Como una legua al sur de Vinces había hasta mediados del siglo anterior un pueblo llamado San Lorenzo, perteneciente a la antigua tenencia de Baba, y un villorio, San Javier; anexo al anterior. Residía en este villorio un sacerdote de apellido Vinces, el cual, como dueño de la hacienda, dicha Balzar de Vinces, abrió una buena zanja por donde corre hoy el río de tal apellido, con el objeto al parecer de conservar un abrevadero para sus ganados. La zanja, lo flexible y lo llano del suelo, y las crecientes de las aguas hicieron dentro de poco variar el curso del río, y formar el nuevo actual; de modo que a esa causa dejó en seco a Baba, que antes se bañaba con el de su nombre. Ora por lo dicho o por el gravísimo incendio que padeció San Lorenzo en 1764, ello es que sus moradores se trasladaron al lugar que ahora ocupa Vinces, y el pueblo tomó por nombre el apellido de aquel sacerdote. De esta historia se deduce claramente que la desembocadura principal del río Vinces ha sido hasta mediados del siglo pasado en la Boca de Baba, y que los actuales ríos de bocana y de la Boca de Cañas, arriba y debajo de Samborondón, han sido simples desagüaderos de las sabanas y tembladeras (Pág.140) [1]....

.....Si todos los derrames y esteros que salen del río desde Vinces hasta Samborondón, quedarían reunidos en un solo lecho, formarían un río tan poderoso como el de Bodegas, que sería navegable por vapores aun en la estación más seca; pero la consecuencia de tantas ramificaciones es, que ningún río queda navegable en verano También indica que la cercanía de Vinces es una zona de cambios constantes.... (Pág.142) [1].

Al respecto del Río Zapotal-Ventanas-Catarama, en la zona de Ventanas, Teodoro Wolf menciona lo siguiente:

.....Media legua debajo de Ventanas, al lado de la hacienda Ventanillas, donde el río forma un codo largo y fuerte hacia el oeste, se halla pocas cuadras atrás del banco derecho el origen del río de Pueblo viejo que conoceremos después. Desde ahora conviene notar, que este último río es el antiguo cauce del río de Zapotal, y que en lugar del banco, entre las haciendas de Ventanillas y de Elvira, antiguamente existía una boca ancha y honda que daba paso á casi todas las aguas del río, siendo entonces el río de Catarama un estero insignificante. La dicha boca se cegó completamente

y se embancó algunas cuadras por adentro, mientras que el río de Caracol se llevó todo el caudal de agua y se ensanchó sucesivamente. La consecuencia de este cambio fue, que el Pueblo viejo, cabecera del cantón, iba decayendo de año en año, y que á las orillas del río nuevo, una legua larga al este de Pueblo viejo, se levantaba el hoy floreciente pueblo de Catarama; porque con las aguas también el tráfico y la navegación se cambiaba de un río al otro.... (Págs. 135-136) [1]

Al respecto del Río Babahoyo, en la cercanía de Samborondón, Wolf indica:

..... y el río (Babahoyo) hace una vuelta larga hacia el Este alrededor de la isla de la Vega, que está enfrente de Samborondón; pero nosotros pasamos de Guare, después de una pequeña virada al NE, derecho al Norte por el estero de Chinguere, cortando así aquella vuelta larga. Hace 50 años, que Chinguere era un esterito pequeño, por el cual traficaban las canoas con la marea alta, ahora lo cruzan los vapores con facilidad, se ensancha diariamente y ya constituye el cauce principal del río, embancándose y cerrándose más y más el antiguo cauce alrededor de la isla... (Págs. 128-129) [1]

Recientemente se han realizado observaciones locales y parciales de morfologías fluviales en el marco de estudio neotectónico de esta cuenca (*Dumont et al., 1995, informe non publicado*) [2]. En base a imágenes radar se observaron diferentes anomalías de la red de drenaje, como ría-lagos y quebradas subcalibradas (underfit stream) interpretadas como resultante de movimientos tectónicos afectando la superficie de la cuenca. Parte de estas observaciones preliminares, con otras observaciones relacionadas con el desarrollo del islote El Palmar ubicado en la confluencia del Río Daule con el Río Babahoyo fueron publicadas recientemente (*Dumont et al, 2007*) [3]. Sin embargo estos trabajos preliminares formulan hipótesis sobre la evolución de la red de drenaje que necesitan comprobarse con análisis más detallados.

En particular se mencionan indicios de que los cambios fluviales que ocurren en la parte aluvial de la Cuenca del Río Guayas (al sur de Palenque) resultan de un patrón de evolución direccional relacionado con la evolución tectónica y no de fenómenos aleatorios [3]. Comprobar este patrón de evolución con datos precisos y entender sus tendencias a corto plazo es la meta principal de este trabajo, ya que resulta muy importante para apreciar los beneficios y también los riesgos potenciales que los cambios fluviales pueden provocar en la Cuenca aluvial del Río Guayas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En su parte aluvial, la Cuenca del Río Guayas, tiene una red de drenaje inestable, principalmente en la zona correspondiente a la Cuenca del Río Vinces, que posee interfluvias débiles. Morfologías fluviales tales como pantanos o lagunas, meandros abandonados, ríos secos o paleocauces son indicios de migraciones del drenaje existentes en esta zona.

El contexto geodinámico indica que la Cuenca del Río Guayas está ubicada entre el Arco Volcánico Andino y la zona de subducción (posición de ante-arco), en el margen activo de América del Sur. Aunque no sea una cuenca subandina propiamente dicha, su posición al pie de la Cordillera Occidental Andina, la hace semejante a las cuencas subandinas de los ríos Marañón,

Ucayalí y Beni, que se encuentran ubicadas en el piedemonte oriental de los Andes, pues presentan morfologías fluviales similares. Por sus posiciones estructurales estas cuencas tienen formas asimétricas, denominadas "cuencas flexurales", con tendencia a la acumulación de sedimentos en el piedemonte de la cordillera. En las cuencas subandinas orientales mencionadas anteriormente ocurren migraciones fluviales direccionales importantes de los ríos mayores a escalas de cientos de kilómetros, debido a que el drenaje es coherente a las sucesiones de episodios de las deformaciones tectónicas [4].

La Cuenca del Guayas está bordeada al Este por la alta Cordillera Occidental Andina y al Oeste por la Cordillera de la Costa. Esta posición ocasiona un clima tropical con presencia de lluvias abundantes durante la estación lluviosa, cuya consecuencia es una concentración del drenaje que favorece las inundaciones, teniendo como resultados desbordamientos de ríos y posibles migraciones de los cursos.

El efecto relativo de la tectónica y el clima tiene mucha importancia para explicar un mecanismo de la evolución de esta cuenca, pues actúan en conjunto. La tectónica activa deforma la superficie de la cuenca, pero los cambios fluviales se producen preferencialmente en las épocas de mayor precipitación.

Sin embargo se ha visto que la actividad humana, puede tener efectos importantes en los cambios de los ríos, como lo muestra el caso del Río Vinces [1]. Estos casos deben analizarse cuidadosamente, pues perturban las tendencias naturales de la evolución del drenaje.

Debido al poco conocimiento que existe sobre las variaciones fluviales en la Cuenca del Río Guayas en su parte aluvial y la falta de comprensión de cómo ocurren estas variaciones, en el presente trabajo se realiza un análisis de la evolución Holocena que ha tenido la red de drenaje.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Se justifica realizar el presente trabajo por la importancia de determinar la evolución holocena de las inestabilidades fluviales de la red de drenaje ocurrida en la Cuenca del Guayas en su parte aluvial, debido a la probabilidad de tener un marco de evolución direccional parcial o total, al igual que las cuencas subandinas de los ríos Marañón, Ucayalí y Beni. Además se espera comprender con más detalle los efectos relativos de la tectónica, del clima y de la actividad humana como mecanismos de su evolución.

El sistema fluvial de la Cuenca Hidrográfica del Río Guayas se desarrolló después del último episodio post-glacial que estableció el presente nivel del mar. Esto indica una evolución de no más de 6000 años (A.P.) [5]. Es por tal motivo que el estudio se basa dentro de la edad Holocena.

Los resultados de la presente tesis constituyen un aporte importante a las ciencias geológicas con bases técnicas y científicas, en término de evolución de la red de drenaje. En consecuencia directa contribuye con información a las instituciones estatales y privadas encargadas del manejo de la cuenca y aprovechamiento potencial económico agrícola u otras actividades humanas realizadas en torno a la misma. Además de ser guía o soporte para trabajos futuros que tengan que ver con la Cuenca del Río Guayas y cuencas similares.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

El alcance del estudio tiene como objetivo principal:

- Determinar el esquema de evolución Holocena de la red de drenaje de la Cuenca Hidrográfica del Guayas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Recopilar información base para la elaboración de la tesis: fotografías aéreas, imágenes satelitales, hojas topográficas digitales, informes técnicos y artículos científicos.
- Georeferenciar la información de los sensores remotos: fotografías aéreas e imágenes satelitales, con la ayuda del software ERDAS Imagine 8.5
- Analizar de forma global la red de drenaje de la Cuenca aluvial del Guayas para determinar zonas de interés mayor dentro de la cuenca.
- Identificar cursos activos, abandonados y otras morfologías fluviales en la información proporcionada por sensores remotos, con la ayuda del software ARCGIS Versión 9.
- Realizar medidas de sinuosidad de cauces activos y abandonados.
- Identificar conexiones entre los cauces antiguos y actuales.
- Identificar estructuras geológicas y su relación con la morfología fluvial.

- Ordenar las sucesiones relativas de las ocupaciones de los cauces.
- Realizar cartas morfológicas sectoriales en base al análisis de la información proporcionada por sensores remotos.
- Interpretar los resultados obtenidos para su síntesis.

1.5 METODOLOGÍA GENERAL

El método de estudio se basa en las etapas analizadas y sintetizadas por Schumm et al [6] y la aplicación de la teledetección para la observación y procesamiento de la información de los sensores remotos y sistemas de información geográfica para el análisis.

- La primera etapa consistirá en la recopilación y preparación de los datos obtenidos por sensores remotos, para lo cual se gestionará información y documentación detallada del área de estudio en instituciones públicas como CEDEGE e INAMHI, para luego procesarla con la ayuda del software ERDAS Imagine 8.5.
- La segunda etapa consistirá en realizar un análisis global de la red de drenaje para determinar sectores de interés.

- La tercera etapa es la identificación de las morfologías fluviales activas y abandonadas, haciendo uso del software ARCGIS Version 9.
- La cuarta etapa es la interpretación del mapa geomorfológico y cartas sectoriales del mismo: que consistirá en realizar medidas de sinuosidad y ancho de los cauces y meandros, en los tramos fluviales activos y abandonados para proceder a compararlos. Además se definirán las conexiones río arriba y río abajo de tramos fluviales abandonados con la red activa, observando posiciones, alineamiento y sucesiones de los desvíos.
- Durante la quinta etapa se realizarán salidas al campo para verificar la validez de las observaciones y complementar con medidas de anchuras de cauces activos y abandonados directamente en el campo.
- Como última etapa, se realizará el análisis sintético de todos los elementos. En base a esto se determinará un esquema de evolución de la red de drenaje, ordenando de manera relativa las ocupaciones sucesivas de esta red e interpretando el mecanismo de los cambios fluviales observados.

1.6 GENERALIDADES

La Cuenca Hidrográfica del Río Guayas comprende una extensión aproximadamente de 34 000 km² y es una de las más grandes riquezas económicas potenciales con que cuenta el país. Contiene una población de aproximadamente 4,5 millones de habitantes, es decir, 4 de cada 10 habitantes del país. La población rural equivale al 54% de la población total de la zona [7].

Los ríos que forman el gran sistema hidrográfico del Guayas corren de norte a sur hasta confundirse en el lecho de esa gran arteria fluvial ecuatoriana que constituye el Río Guayas y que desemboca frente a la isla Puná. El Río Guayas resulta de la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo. Al Río Babahoyo afluyen los ríos Vinces, Pueblo Viejo, Ventanas-Catarama y Yaguachi, formando la red fluvial más densa de la costa y la más útil para la navegación.

La Cuenca del Guayas no abarca solamente los límites político-administrativos de la provincia del Guayas sino una zona mucho más amplia. Su proyección económica favorecería a nueve provincias, especialmente a Guayas, Manabí, Pichincha y Los Ríos.

La planicie del Guayas está dotada de fértiles suelos aluviales. Por esta razón la utilización predominante del suelo es atribuida principalmente al manejo agropecuario. La agricultura ocupa el 38,26% y los pastizales ocupan el 28,51% del territorio de la cuenca [7].

La agricultura es la actividad que se beneficia en forma prioritaria del desarrollo de la Cuenca del Río Guayas, por lo que la cuenca contribuye a la economía nacional con el 40% del P.I.B. Aporta con el 93% de la producción de arroz, el 99% de soya, el 74% de la caña de azúcar, el 35% del maíz duro y el 15% de la palma africana [7].

CAPÍTULO II. Marco conceptual

2.1.- CARACTERISTICAS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

En esta sección del capítulo se ha considerado conceptos generales de una cuenca hidrográfica, siguiendo con las características particulares relacionadas a la Cuenca Hidrográfica del Río Guayas.

Una Cuenca Hidrográfica es la cuenca de drenaje que converge hacia un mismo punto de un río, siendo ésta la salida de la cuenca hacia el mar o a otra cuenca más grande; sus límites son las líneas interfluviales que bordean la cuenca.

Una forma de estudiar el comportamiento de un río en una cuenca hidrográfica es mediante su perfil, el cual es longitudinal y sigue el cauce del río desde su cabecera hasta su desembocadura. En teoría, si el perfil está equilibrado tanto en erosión y depositación, es una suave curva cóncava. Pero en la realidad, existen irregularidades en

su trayecto, que son característicos de condiciones litológicas o estructurales encontradas a lo largo de un perfil fluvial. Un perfil se establece entre un punto alto llamado cabecera del río y un punto bajo llamado nivel de base. Pueden existir también puntos medios llamados nivel de base relativo [8].

John W. Powell, en 1875 [8], introdujo el concepto de nivel de base y la definió como la menor elevación a la cual una corriente se puede profundizar en su cauce. Además, reconoció que existen dos tipos de nivel de base: *el nivel de base absoluto o principal* a pesar de sufrir cambios a través del tiempo, el cual se lo considera al nivel del mar, y los *niveles de base relativos o locales*, los cuales pueden ser lagos, rocas resistentes, saltos de agua, etc. (Ver Figuras. 2.1 y 2.2).

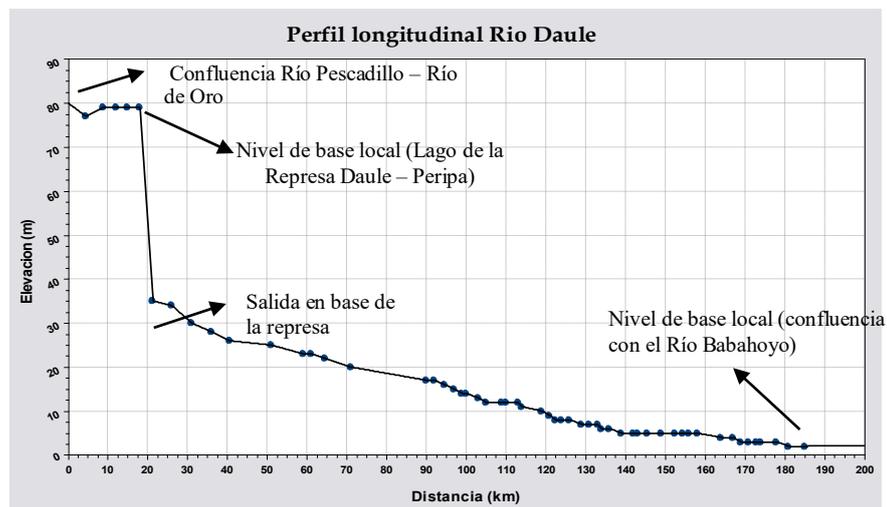


Fig. 2.1. Perfil longitudinal Río Daule. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

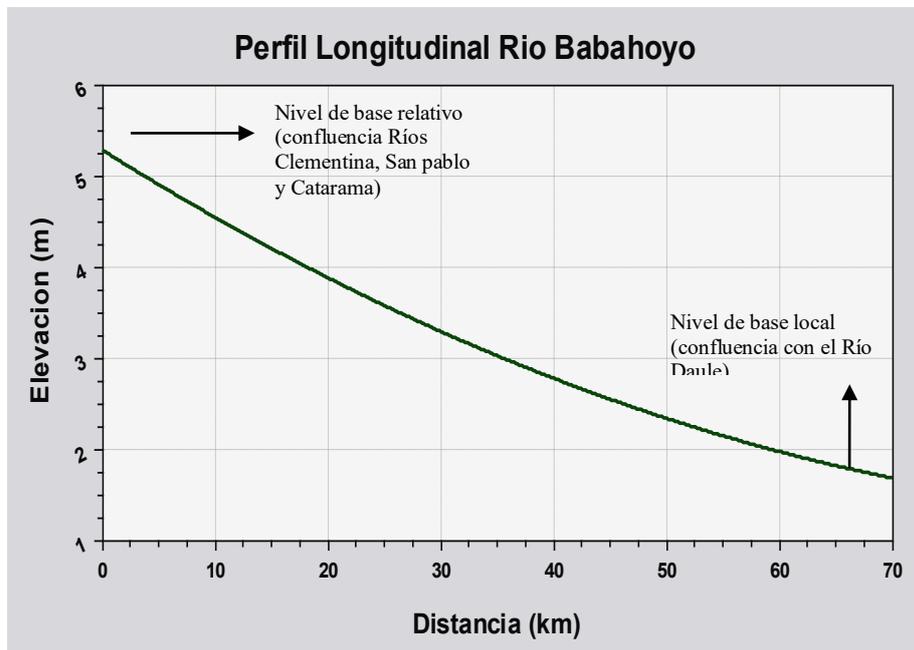


Fig. 2.2 Perfil longitudinal Río Babahoyo. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

2.1.1.- Partes de una cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica consta de dos partes, una parte alta de erosión y una parte baja de deposición, con varias formas de sedimentación, hasta el punto más bajo que es generalmente el estuario, las mismas que se describen a continuación.

a) Cuenca alta

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual predomina el fenómeno de la socavación, es decir que hay erosión de este material hacia las partes bajas de la cuenca [9].

b) Cuenca baja

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual el material erosionado en la parte alta se deposita, originándose la llanura aluvial. La sedimentación se hace principalmente en épocas de inundación. El proceso de erosión se limita a remover los sedimentos de la cuenca aluvial, principalmente en los codos externos de los meandros, para depositar de nuevo estos sedimentos más abajo en las curvas internas de los meandros (point bar) y en las zonas estuarinas.

c) Cono de deyección

Un cono de deyección o abanico aluvial, es una forma de acumulación de sedimentos fluviales caracterizados por tener una silueta cónica o en abanico y una pendiente relativamente fuerte (entre 1 y 10 grados). Este depósito de aluviones se genera al final de los valles torrenciales, en las zonas de piedemonte, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana. Su génesis viene dada por la pérdida de energía

de transporte de los ríos cuando se termina el valle torrencial en V, abriéndose hacia una zona más abierta y con menos pendiente. Un cono de deyección puede aparecer a la salida de un valle hacia otro valle más amplio. En este caso la forma cónica forma una barrera natural obligando a otros ríos a desviarse y adaptarse al relieve. El tamaño de los conos de deyección llega a decenas de kilómetros, como en el caso de los conos aluviales de Santo Domingo y Bucay hasta cientos de kilómetros como el cono de Pastaza, conocido como el abanico más grande del mundo.

d) Estuario

Un estuario es la desembocadura de un río en el mar, en donde se mezclan las aguas fluviales y marinas por la acción de las mareas, generalmente en forma de embudo [10].

La zona de estudio comprende el estuario de la transgresión holocena.

2.1.2. Tipos de cuencas hidrográficas

La clasificación de las cuencas hidrográficas depende de varios criterios, de los cuales se exponen algunos a continuación:

a. Según el tamaño y comportamiento hidrológico. (López y Hernández, 1993) [9].

Debido a la estrecha relación entre el comportamiento hidrológico de la cuenca y su extensión, la Unión Geofísica Americana estableció dividir las cuencas en cuencas grandes y cuencas pequeñas. Una cuenca Pequeña es aquella en la que la sensibilidad a las lluvias de alta intensidad y corta duración no es suprimida o atenuada por las características de almacenamiento de los valles, contrario a una cuenca Grande.

En la tabla 2.1 siguiente se muestra la diferencia entre cuenca grande y cuenca pequeña.

Tabla 2.1. Características hidrológicas de las cuencas (López y Hernández, 1973)

Factor	Cuenca pequeña	Cuenca grande
Caudal de agua	escurrimiento superficial (en la vertiente)	escorrentía en el cauce
Sensibilidad	a) Lluvias de alta intensidad y corta duración b) Uso de la tierra (manejo de la vegetación)	La sensibilidad es mitigada o suprimida por efecto del almacenamiento en los valles
Tamaño	Pocas hectáreas, hasta 130 km ²	Más de 130 km ²

Fuente: Muñoz F, 2007[9]

b. De acuerdo al sistema de descarga o destino final de sus aguas [9].

Cuencas Exorreicas o fluviales. Son cuencas en las que sus aguas se transportan a través de ella y desembocan directamente al mar por vía superficial o subterránea.

Cuencas Endorreicas o lacustre o de evaporación. Las aguas drenan hacia un lago o una depresión cerrada, sin desagüe aparente.

Cuencas Arreicas. En estas cuencas, las aguas no desembocan ni al mar ni en un lago, se pierden en el camino por evaporación o por infiltración, sin que este último caso se convierta en agua subterránea.

Cuencas Criptorreicas. Carecen de una red fluvial permanente y organizada en superficie; se encuentran en la región continental de drenaje subterráneo.

c. De acuerdo al sistema de drenaje (Hewlett, 1982) [9].

Dependiendo del sistema de drenaje, se clasifican en cuencas de primer orden, segundo orden y así sucesivamente, si el río principal formado en su interior es de orden 1, orden 2, etc., respectivamente (Hewlett, 1982). Por ejemplo, Cuenca de primer orden es la cuenca

cuyo cauce principal generado en su interior no pasa de ser un tributario de primer orden.

d. Según la forma y disposición de las vertientes [9].

Cuencas tipo embudo. Son de área pequeña y forma circular. Son características de las cuencas altas. El agua de escorrentía se concentra en una red densa muy ramificada, de vertientes muy empinadas y pendientes superiores a los 30° o 40° y con un importante volumen rocoso, rocas impermeables, suelos finos, crecidas intensas, índice de homogeneidad pequeño, tiempo de concentración corto y similar para todo el perímetro de la cuenca; características que la convierten en una cuenca de muy alta peligrosidad en lo referente a crecidas.

Cuencas tipo corredor. Están ubicadas en las mesetas o páramos. Son cuencas grandes alargadas, de superficie plana o ligeramente onduladas, tienen pocos afluentes de corta longitud, no tiene asimetría.

Cuencas tipo canalón. Son cuencas planas y alargadas en forma de canal y de pendientes suaves o fuertes, con un pequeño volumen rocoso.

e. Según el relieve y posición altitudinal [9].

Cuenca de montaña o alta montaña. Posee un relieve muy accidentado y con pendiente fuerte. El cauce es inestable y existe una fuerte erosión lo que hace que el suelo sea joven. Los cambios bruscos en la altura dan como resultado una sucesión vertical de ecozonas.

Cuencas de valle. Se forman en lugares de pendientes muy suaves, y en diferentes altitudes.

f. Según la función de sus sedimentos (Schumm, 1977) [11].

Zona de producción. Las variables de interés son:

- Tasa de erosión y sedimentación.
- Conos de deyección.
- Perfiles longitudinales.
- Tipos de valles.
- Acumulación de nieve.
- Acumulación de hielo.

Zona de transferencia: variables de interés:

- Dinámica de laderas.

- Controles litológicos.
- Morfología de cauces.
- Incidencia de afluentes.
- Tipología de barras.
- Estudio de terrazas bajas.

Zonas de sedimentación: variables de interés:

- Modelo global sedimentológico.
- Estudios sedimentológicos.
- Canales activos ocasionales.
- Morfometría de los depósitos.

g. Según la posición respecto a procesos de placas tectónicas.

Existen de dos tipos: cuencas de margen pasiva los cuales son extensas, y cuencas de margen activa que por lo contrario son pequeñas.

La Cuenca del Guayas es una cuenca **exorreica o fluvial**, debido a que sus aguas desembocan directamente al mar por vía superficial o subterránea; además de ser una cuenca **de margen activa**, la más grande del Ecuador con un área de 34000 Km²., aunque pequeña con

relación a las cuencas de margen pasiva como la cuenca del Río de La Plata cuya área es de 3'100.000 Km². aproximadamente.

En la siguiente tabla 2.2 se observa una comparación del tamaño de los dos tipos de cuencas.

Tabla 2.2. Comparación del tamaño de las cuencas de margen activa y pasiva.

Margen Activa		Margen Pasiva	
Cuenca	Área (km ²)	Cuenca	Área (km ²)
Río Pisco	4.500	Río Amazonas	6'915.000
Río Rimac	3.312	Río de La Plata	3'100.000
Río San Juan	15.000	Río Paraná	1'414.132
Río Esmeraldas	20.000	Río Paraguay	1'168.540
Río Guayas	34.000	Río Parnaíba	344.112

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

2.1.3. Cuencas aluviales

Una cuenca aluvial es la parte aluvial de una cuenca en general. Está definida por un río principal, generalmente el más caudaloso y más largo de la cuenca, el cual puede estar alimentado por varios ríos tributarios.

La transición entre la cuenca alta (erosivo) y la cuenca baja (aluvial) es generalmente progresivo, mediante una zona de valles amplios y épocas de sedimentación y erosión sucesiva, dejando un sistema de terrazas fluviales. En la llanura aluvial, la pendiente es baja (por ejemplo, el gradiente en el Río Vinces es de 0,026%), lo que genera un comportamiento indeducible de los ríos a escala local en particular en épocas de crecidas e inundaciones.

2.1.3.1. Ríos aluviales

Strahler (1996) menciona que un río aluvial es aquel que fluye sobre una espesa acumulación de depósitos aluviales formados por el propio río en las primeras etapas de su actividad. Una de las características de los ríos aluviales es que experimentan inundaciones con una frecuencia variable [12].

Existen generalmente crecidas regulares de frecuencia anual, y crecidas excepcionales con recurrencia de varios años (fenómeno El Niño, por ejemplo). Estas últimas son las más efectivas sobre los cambios fluviales.

2.1.3.2.- Patrón de Drenaje

El patrón de drenaje describe la configuración geométrica de un río o un sistema de drenaje como aparece visto desde un avión, (Leopold, 1964) [13].

Existe un gran número de patrones de drenaje, correspondiendo a lugares y características litológicas, estructurales y climáticas particulares (Howard, 1967) [6]:

- **Drenaje Dendrítico:** Sedimentos horizontales o biselados, uniformemente resistente, rocas cristalina. Pendientes suaves regionales en presente o al tiempo de inicio del drenaje (*Ver figura 2.3*).
- **Drenaje Paralelo:** Generalmente indica medios para pendientes escarpadas pero también encontrados en áreas en donde se inicia un drenaje nuevo en una superficie de poca pendiente. Existen posibles transiciones entre este patrón con el tipo dendrítico y además con el tipo enrejado (*Ver figura 2.3*).
- **Drenaje Rectangular:** Es determinado por fracturas y fallas con ángulo recto. Este tipo de drenaje carece de calidad de patrones enrejados ordenadamente repetitivos y falta de continuidad regional (*Ver figura 2.3*).

- **Drenaje Enrejado o tipo Trellis:** se presenta en rocas húmedas o sedimentarias plegadas, volcánicas, o metasedimentarias de bajo grado en áreas de fracturas paralelas, en lagos expuestos o piso oceánico acanalado por el cordón litoral. El patrón tipo aquí es considerado como uno en el cual los tributarios pequeños son esencialmente del mismo tamaño sobre el lado contrario de largos canales subsecuentes paralelos (*Ver figura 2.3*).

- **Drenaje en Peine:** En este tipo de drenaje los cursos tributarios se ramifican formando ángulos agudos. Vienen de un lado del curso principal con una apariencia de peine. Es indicador de una falla geológica afectando la red de drenaje (*Ver figura 2.3*).

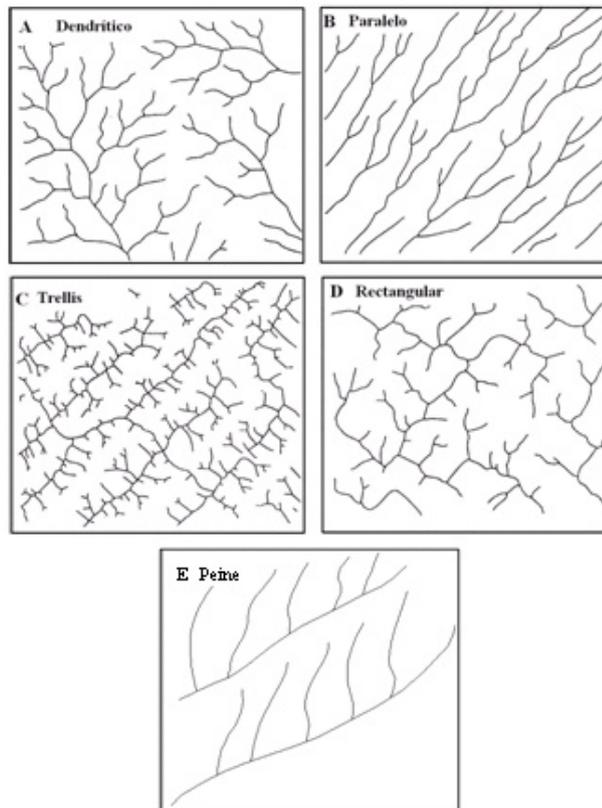


Fig. 2.3. Tipos de patrones de drenaje en la zona de estudio. **Fuente:**

Howard, 1967 [6]. **Edición:** Guaranda-Muñoz.

2.1.4.- TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES

Para un mejor entendimiento del tema de estudio, a continuación se presentan definiciones y terminologías asociadas al presente trabajo:

Aguas abajo: Se dice que un punto está aguas abajo, con relación a una sección de un curso de agua, si se sitúa después de la sección considerada, en la dirección donde corre el río.

Aguas arriba: Se dice que un punto está aguas arriba, con relación a una sección de un curso de agua, si se sitúa antes de la sección considerada, en la dirección opuesta en donde corre el río.

Avulsión: Etimológicamente es un término medicinal, sinónimo de extracción. Se aplica a un río que sale totalmente de su cauce para formar uno nuevo, fuera de su faja fluvial, dejando abandonado el cauce anterior.

Afluentes: Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.

Back swamp: Es un área deprimida pantanosa desarrollada en una planicie de inundación, con un drenaje pobre debido a los diques naturales del río [14].

Barras: Son depósitos de sedimentos junto a la orilla o dentro del cauce del río [15].

Bifurcación: Es la separación o ramificación río abajo de un río en dos o más partes, también denominados brazos o canales [14].

Cauce: Cauce o lecho (Del lat. *calix*, *-icis*, tubo de conducción.) m. Lecho de los ríos y arroyos. Conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riegos u otros usos [14].

Cauces subadaptados: Estos cauces fueron antes más importantes, cuyas características hidrológicas se redujeron por cambios climáticos o por avulsión total o parcial de la corriente principal [14].

Captura: Es la desviación natural de la cabecera de un río en el cauce de otro río de mayor actividad erosional y que fluye a un nivel más bajo [14].

Coefficiente de Adaptación: Es la relación entre la longitud del cauce (L) y el ancho de un río [14].

Confluencia: es el lugar de encuentro río abajo de dos o más ríos; es el punto donde el afluente se une a la corriente principal.

Curso inferior: Curso situado en las partes más bajas de la cuenca, cerca del nivel de base. Allí, el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos que lleva se sedimentan, formando las llanuras aluviales.

Curso medio: Parte intermedia en distancia entre el curso superior y curso inferior. Dependiendo de la situación se puede encontrar erosión o sedimentación.

Curso superior: Curso ubicado en el relieve, en donde predomina generalmente la erosión. Su resultado es la profundización vertical del cauce.

Depósitos Point–bar: Son depósitos alternantes de arena y grava, de forma arqueada, depositados en la orilla convexa de un meandro. Los depósitos de point-bar acompañan a la migración del cauce hacia el exterior del meandro [14]. Generalmente los sedimentos erosionados en la curva cóncava de un meandro se depositan en la curva convexa siguiente, río abajo, formando el point-bar.

Línea divisoria: La línea divisoria o interfluvia, es la línea de separación de dos cuencas vecinas, utilizada como límite entre dos espacios geográficos.

Faja fluvial: es el área bordeada por barrancos donde el río puede desarrollarse o moverse libremente. La faja fluvial incluye

generalmente el back-swamp y todo o parte de la llanura de inundación.

Levé o Diques naturales: son diques formados en ambos lados del río por la sedimentación del material más grueso durante los desbordes del río. Constituyen la parte más alta de la llanura de desborde o de inundación [14].

Llanura de inundación: Es el área plana, yacente al cauce de un río, el cual se anega cuando el río se desborda. Está constituida por aluvión traído por el río durante las inundaciones y depositado más allá de la influencia de la corriente [14].

Margen derecha: Es la margen a la derecha de un río cuando se va río abajo.

Margen izquierda: Es la margen a la izquierda de un río cuando se va río abajo.

Meandro: Curvas naturales y sinuosas que desarrolla un río a lo largo de su curso. Para que se forme un meandro según Derruau (1966), se necesita un estado de equilibrio entre la pendiente, el caudal, la carga

y la resistencia de los márgenes. El efecto de un meandro, es el de alargar el río en una distancia determinada, reduciendo así su gradiente y por tanto su velocidad [14]. Estas reducciones pueden permitir la sedimentación y en consecuencia la avulsión de un nuevo cauce más directo, o el recorte de los meandros demasiado amplios.

Meandro abandonado (owbox lakes): Se forma por la estrangulación de un meandro que llega a un desarrollo extremo. Los meandros abandonados se caracterizan por su forma semilunar y pueden presentarse como lagunas dentro de la llanura de inundación o ellos se llenaron con material turbio y sedimentos muy finos. Su drenaje es generalmente muy malo o inexistente [14].

Restingas y Bajiales (términos usados en la Amazonía peruana): La migración de un río de curso meándrico deja una serie de crestas o restingas y depresiones pantanosas o bajiales, que en Ecuador se denominan complejo de orillares. Esta morfología determina la conformación de diferentes tipos de vegetación, como por ejemplo ambientes de tierra firme, ambientes inundables o ambientes transicionales entre estos dos. Cada cresta representa el resultado de la migración del curso durante la formación de una nueva barra de tipo point-bar.

Rías-lagos: Son formas dendriformes semejantes a los lagos de represas, formados por dos situaciones:

- una sedimentación fuerte a lo largo de un río mayor que represa las aguas menos o no cargadas de tributarios.

- La formación de un umbral estructural, flexura o falla, represando el drenaje que se encuentra desviado a lo largo de este umbral estructural en dirección de la parte más baja de la cuenca. (Dumont, 2007; Sternberg, 1950; Gourou, 1949) [3].

Río principal: El río principal actúa como el único colector de las aguas. A menudo la elección del río principal es arbitraria, pues se pueden seguir distintos criterios para su elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca, etc.). El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura.

Río Sub-adaptado: Son cauces estrechos con una longitud de onda de meandros larga, lo que significa que el río ha perdido una parte importante de su caudal (Dury, 1970, Baker, 1978) [16].

Sinuosidad: Es la relación entre la longitud total del thalweg y la longitud en línea recta. Un cauce se considera semirrecto cuando la sinuosidad es menor de 1.1 y se considera meándrico cuando la

sinuosidad es mayor de 1.5. Cuando se encuentra 1.1 y 1.5 se dice que el río es sinuoso (Schum y Kahn, 1972) (Ver figura 2.4) [6].

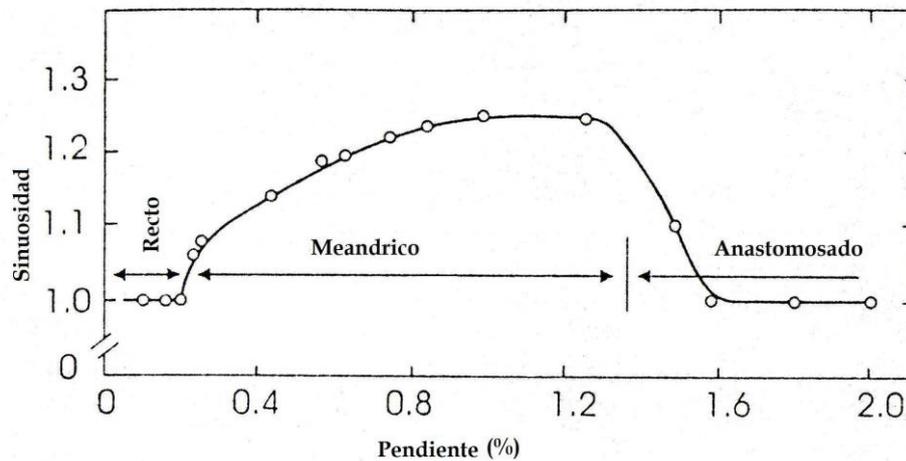


Fig. 2.4. Relación entre pendiente y sinuosidad durante experimentos a descarga de agua constante (Schumm and Khan, 1972) [6]

Thalweg: Es el fondo de un valle, y la línea de thalweg es la línea que conecta los puntos más bajos a lo largo de un valle. [15].

Vertientes: Las vertientes son las áreas receptoras de agua lluvia que se extienden de lado y lado de los drenajes hasta la línea divisoria. Son las caras, los flancos, las faldas, las laderas de la cuenca en definitiva (Urbina, 1979) [9].

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS ALUVIALES TROPICALES

Las cuencas aluviales tropicales son caracterizadas por:

- Clima
- Posiciones estructurales
- Escalas de morfologías fluviales
- Migraciones y cambios

2.2.1. Efecto del clima

El clima es esencial en el funcionamiento de una cuenca hidrográfica. Los cambios bruscos del clima, como las lluvias torrenciales, las intensas sequías, la dirección de los vientos, los cambios de temperatura y humedad afectan en distinta medida la estabilidad y productividad de las cuencas hidrográficas.

Cada clima desarrolla formas terrestres y perfiles de terreno característicos y específicos de ellos.

La particularidad de los climas tropicales es la excesiva precipitación (1500 a 3000 mm.) que cae sobre la superficie durante la época de lluvia (invierno), lo cual favorece a las inundaciones en la cuenca baja. (*Ver figuras 2.5 y 2.6*). La variación del nivel del agua entre estaciones

seca y húmeda es de 6 m. en el Río Vinces, y 5 m. en el Río Babahoyo. Presenta temperaturas elevadas (26° C.) lo que facilita la evaporación de agua, a más de estar cerca al Océano.

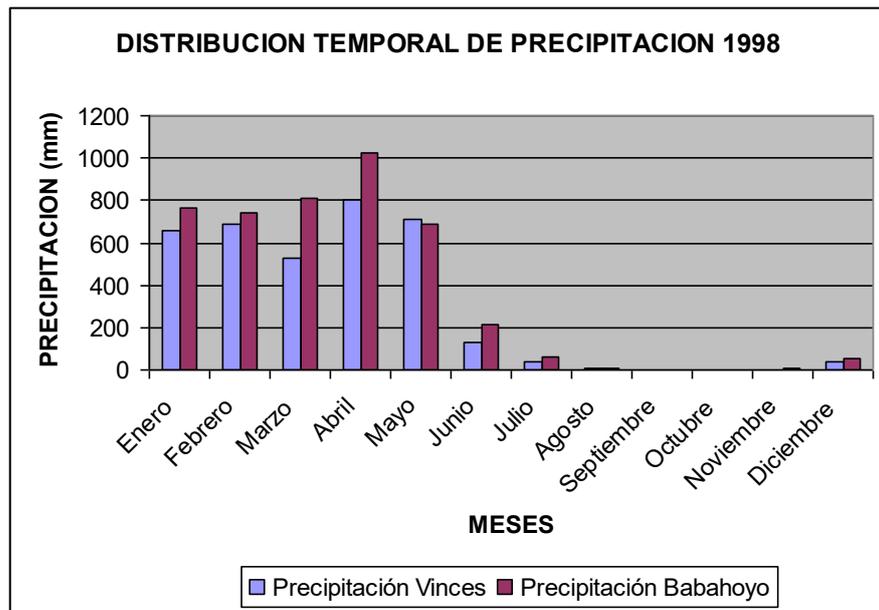


Fig. 2.5. Distribución de las precipitaciones en Vinces y Babahoyo, durante 1998 (Fenómeno El Niño). **Fuente:** Anuario Meteorológico 1998 [17], INAMHI. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz.

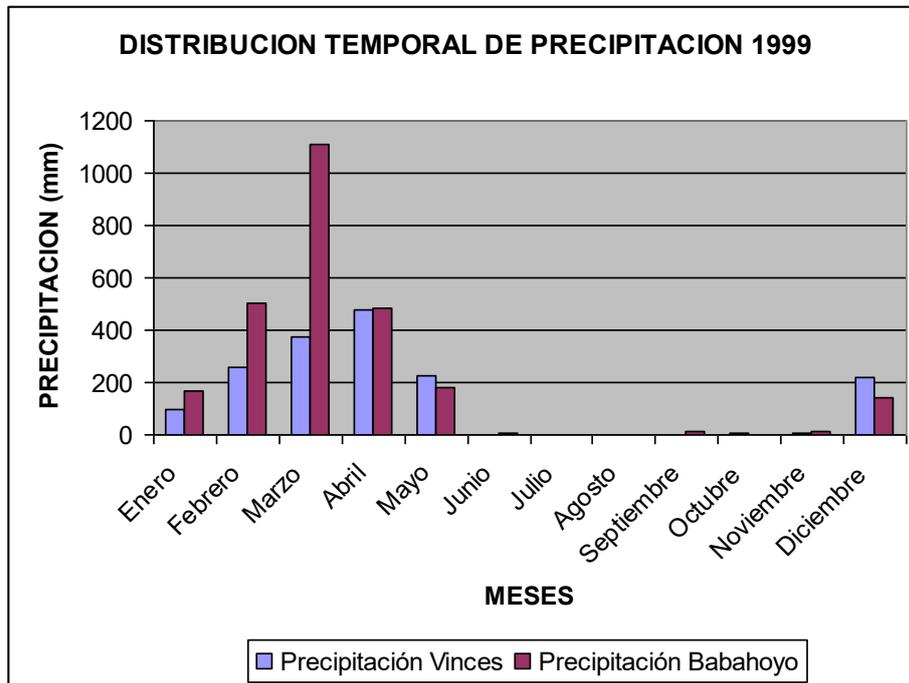


Fig. 2.6. Distribución de las precipitaciones en Vinces y Babahoyo durante 1999. **Fuente:** Anuario Meteorológico 1999, INAMHI [17].

Elaboración: Guaranda-Muñoz.

2.2.2. Posiciones estructurales

La Tectónica actúa como un elemento que genera una gran discontinuidad dentro del patrón litológico. Los ríos tratan de alinearse a lo largo de las fallas geológicas principales que actúan como grandes líneas de debilidad.

De igual forma la Neotectónica por sus movimientos recientes puede controlar el comportamiento del río (Watson et al, 1983). Los cambios bruscos de alineamiento de las corrientes comúnmente están

relacionados con fallas o fracturas geológicas o debido a cambios de litología [15].

Sin embargo, el elemento estructural de más importancia es la presencia de cuencas flexurales que son poderosas colectoras de las aguas proveniente de la Cordillera Andina. La combinación del clima tropical y cuencas flexurales en los Andes Tropicales va a producir planicies aluviales con alta movilidad de los ríos (Schumm, 2000) [6]

2.2.3. Escalas de morfologías fluviales

Se observan tres escalas tiempo/espacio de desarrollo de morfologías fluviales (Dumont, 1999) [18]:

1. Escala de desarrollo de una curva de meandro: Es una escala elemental donde se observan los bajiales (canales) y restingas (lomas) de limo y arcillas finas. [18]. Como en el caso del Río Ucayalí (Perú), en el área de Jenaro Herrera, la periodicidad en la construcción de un sistema de bajiales y restingas dura aproximadamente 40 años en una sección de 1000 metros (Lamotte, 1990) [16]. En ríos más pequeños, el proceso puede ser mucho más lento o más irregular.

La corriente genera mayores velocidades y mayor erosión al pie del barranco, en la parte cóncava de los meandros. Esto provoca un movimiento general del meandro hacia la parte baja del valle, favoreciendo el recorte de los meandros más desarrollados [15].

2. Escala del mosaico fluvial: La mosaica fluvial está formada por recortes sucesivos de meandros dentro de la faja fluvial. Los meandros recortados forman un mosaico, los elementos más recientes cortando los más antiguos. En el Río Ucayalí, cerca de Jenaro Herrera (Perú), mosaicas fluviales indican por lo menos 5 recortes de meandros durante los últimos 2000 años, en una llanura fluvial de 60 km. de ancho (Schumm et al, 2000) [6]. Los procesos variables, pues los recortes de meandros parecen mas frecuentes durante los últimos 1200 años (*Ver figura 2.7*).

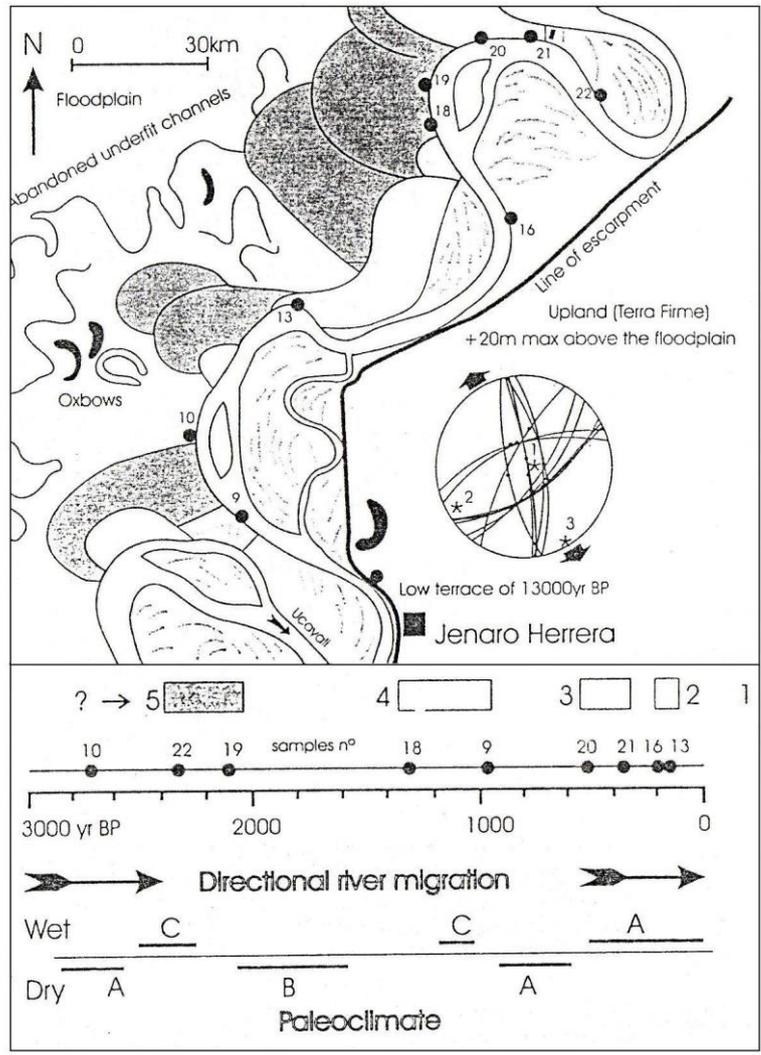


Fig. 2.7. Cinco recortes de meandros del Río Ucayalí, por el sector Jenaro Herrera, durante los últimos 2000 años. **Fuente:** Schumm, 2000. [6].

El cuello del meandro puede hacerse muy angosto hasta el punto que se unen los cauces antes y después del meandro, dejando abandonado el meandro original. Después se forman barras de arena en los diversos nexos del meandro abandonado,

restringiendo progresivamente el paso del agua. Eventualmente a medida que avanza el proceso estas barras emergen a superficie y el cuello ya se encuentra totalmente cortado (Gagliano – Howard, 1983) [15]. (Ver figura 2.8.)

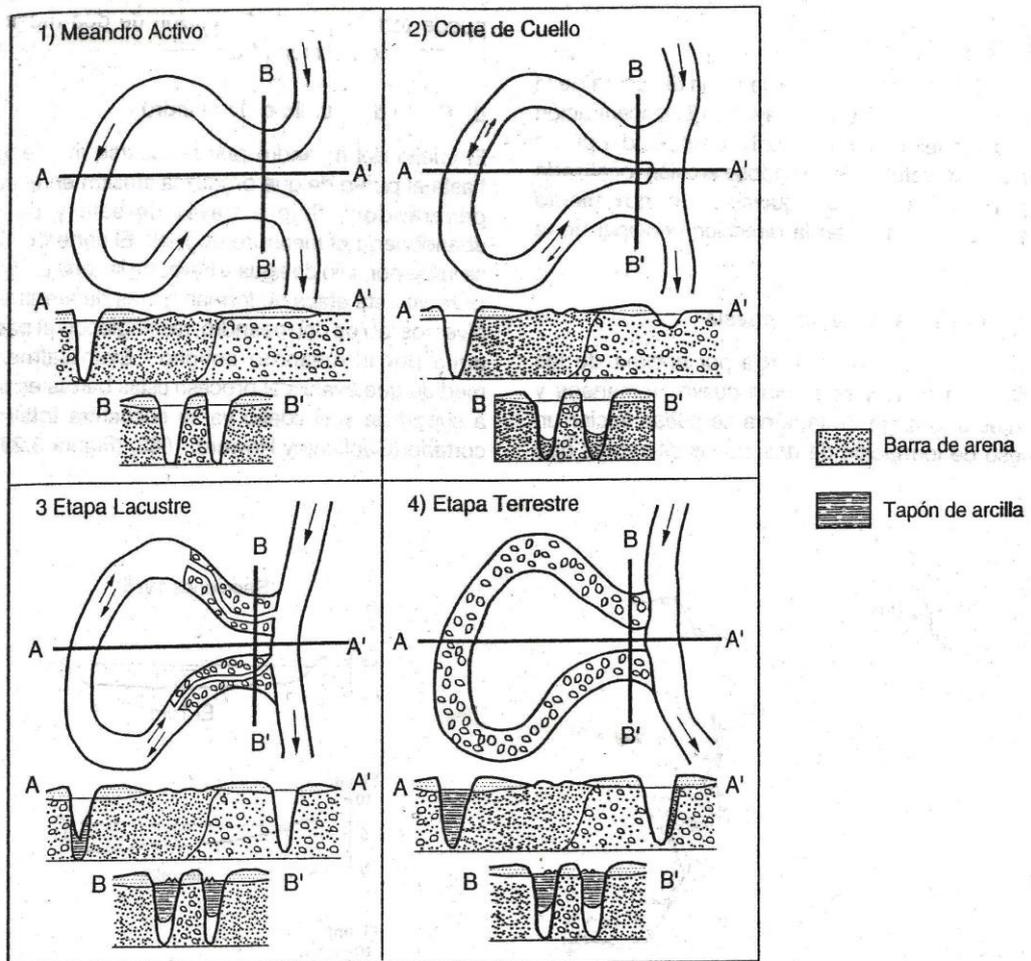


Fig. 2. 8. Etapas en el corte de un cuello de un meandro (Gagliano – Howard, 1983). **Fuente:** Suárez, 2001. [15]

3. Escala de la cuenca con cambio de posición de la faja fluvial:

Una avulsión puede llevar un río a migrar fuera de su faja fluvial inicial, abriendo una nueva faja fluvial. En la depresión Ucamara en Perú, el Río Ucayalí ha cambiado de posición con respecto al Río Samiria (posición inicial) 100 km. hacia el sureste aproximadamente. De acuerdo a dataciones por radiocarbono (C^{14}) de las terrazas, se estiman tres cambios sucesivos de faja fluvial desde los últimos 13,000 años A.P. (Schumm, 2000) [6]. Sin embargo, estos valores son solamente indicativos y depende de varios factores (tectónico, cauda, carga de sedimentos, etc. (Ver figura 2.9).

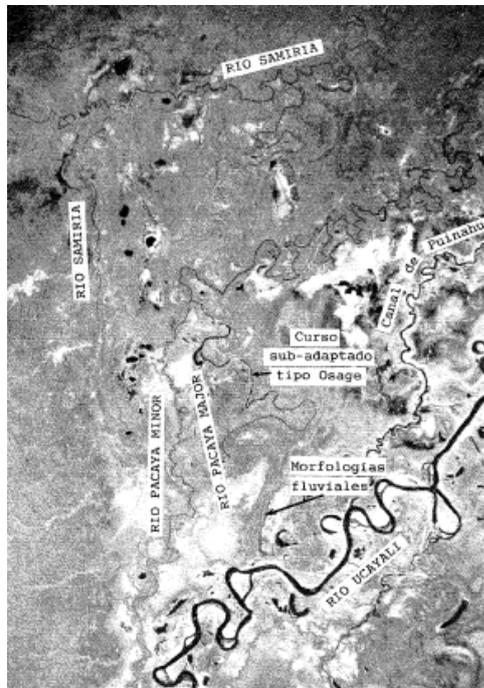


Fig. 2.9. Cambio de posición de la faja fluvial del Río Ucayalí. **Fuente:**

Dumont, 1992 [16].

2.2.4. Migraciones y cambios

La morfología de los ríos es desarrollada por diferentes fenómenos físicos que están en constantes interacción. La migración es una de las consecuencias de esta interacción.

Cambios de cauce pueden ocurrir como resultado del cambio en la descarga de agua, tipos de sedimentos y gradientes. Los movimientos tectónicos son sólo una vía para que el gradiente del valle y del río pueda ser modificado.

La migración de canales está asociada con la erosión lateral de materiales de bancos. Tal erosión implica tanto la eliminación de granos sueltos, socavación y la gravedad impulsada por movimiento de masas cuando los bancos están demasiado inclinados (Collison J.D.) [19], (*Ver figura 2.10*).

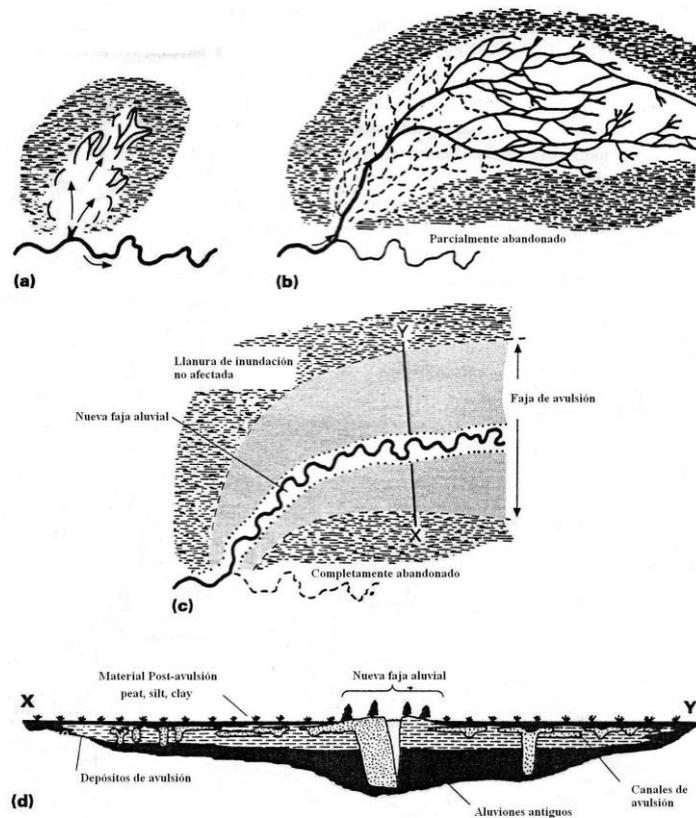


Fig. 2.10. Migración de un río por avulsión. **Fuente:** Collison, 1996 [19].

Un ejemplo de las migraciones de ríos se localiza en la depresión Ucamara, en Perú (Ver figura 2.11), la cual es una zona extensa y pantanosa en donde no existen alturas que limitan las llanuras de inundación con los ríos Marañón, Ucayalí y Tapiche [16].

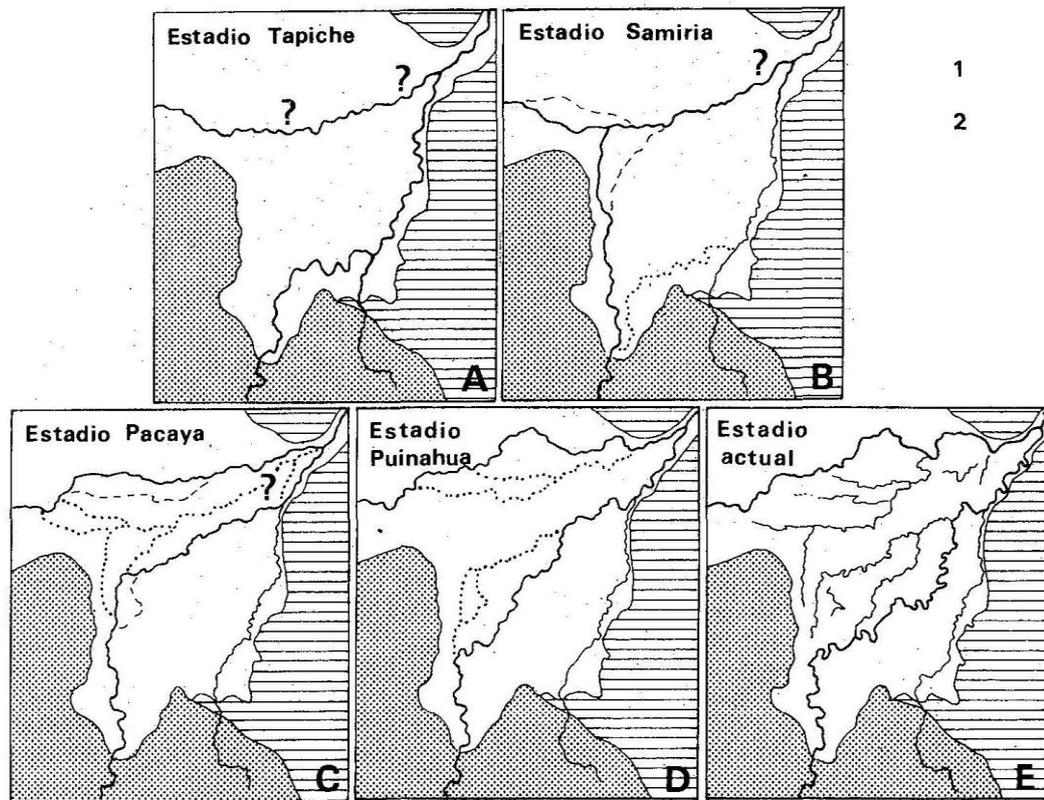


Fig. 2.11. Se observa la migración de los ríos Marañón y Ucayalí, desde el más antiguo identificado (A) hasta el actual (E). **Fuente:** Dumont, 1992. [16].

La migración lateral de ríos se debe a lo siguiente (Abad, Jorge, 2000):

[20]

- Erosión de las márgenes.
- Ensanchamiento del cauce.
- Degradación y agradación del lecho.
- Evolución de las formas de fondo.
- Variaciones en las concentraciones de sedimentos suspendidos.
- Influencia de la planicie de inundación, etc.

Estos son observados a lo largo de la vida de un río.

Para determinar la evolución de un río se han desarrollado diversas teorías con expresiones matemáticas para predecir la migración de los meandros (Crosato, 1990); así como software para predecir el comportamiento futuro de un sistema de meandros, con base en la información histórica de los mismos (Beck et al, 1983) [15]. (Ver figura 2.12.)

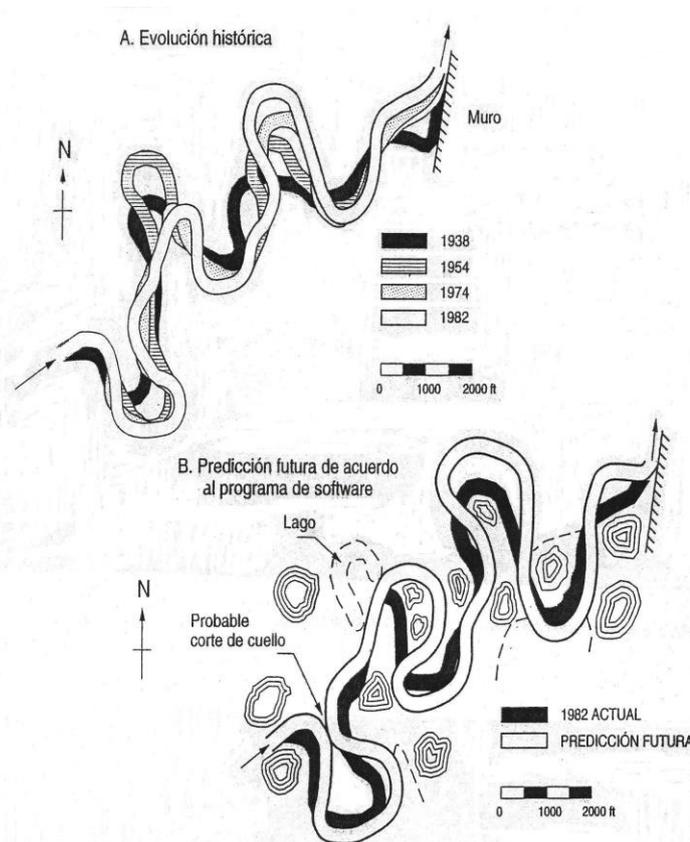


Fig. 2.12. Evolución de un sistema de meandros y la predicción de su comportamiento futuro (Becks et al, 1983). **Fuente:** Suárez, 2001 [15].

2.3. TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN PARA EL ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO

2.3.1 Conceptos básicos de teledetección

2.3.1.1 Teledetección

La observación remota de la superficie terrestre constituye el marco de estudio de la Teledetección (Chuvienco, 2006). Teledetección proviene del término inglés *remote sensing*, que surgió en los años sesenta de la observación de la fotografía aérea, principal sensor de la época. Actualmente con la tecnología en auge la Teledetección es espacial permitiendo la adquisición de datos analógicos y digitalizados mediante satélites utilizados mayormente para la observación y el estudio de procesos naturales y artificiales de la Tierra [21].

La Teledetección permite estudiar los fenómenos físicos de la superficie terrestre sin estar en contacto con ella. No sólo comprende la adquisición de datos sino también el procesamiento, interpretación y elaboración de mapas o documentos temáticos que permiten presentar de manera clara el análisis realizado. Siendo la Teledetección una herramienta de análisis fundamental para la investigación realizada.

El presente trabajo hizo uso de la Teledetección como herramienta para analizar la evolución de la red de drenaje en la Cuenca Aluvial del Río Guayas mediante el procesamiento de las fotografías aéreas e imágenes satelitales en las cuales se analizaron trazas fluviales actuales y abandonadas. El procesamiento consiste en la georeferenciación de fotografías aéreas de los años 1966-67 e imágenes obtenidas de Google Earth, método que será explicado a continuación.

2.3.1.2. Georeferenciación de fotografías aéreas e imágenes satelitales

Para trabajar con un mosaico de fotografías aéreas se debe realizar correcciones. Las correcciones son procesos que tienden a eliminar cualquier distorsión o fuentes de error detectadas en la imagen. Estas operaciones tienden a disponer los datos en la forma más cercana posible a una adquisición idónea, por ejemplo, situándolos sobre su posición geográfica correcta, que es la georeferenciación (Chuvieco, 2006) [21].

2.3.1.2.1 Fuentes de error

La imagen adquirida por un sensor remoto presenta alteraciones debido a varios factores. Las deformaciones más frecuentes se agrupan así [21]:

- Distorsiones originadas por inestabilidad de la plataforma: debido a variaciones en la altitud de su órbita, velocidad o en la orientación de sus tres ejes: alabeo, cabeceo, giro lateral. En el primer caso (altitud), se producen cambios en la escala de la imagen, en el segundo (velocidad u orientación) distorsiones de distinto tipo en su geometría de adquisición.
- Distorsiones provocadas por la rotación terrestre: teniendo en cuenta la altitud orbital y el área abarcada por el sensor, provoca la variación del tamaño del píxel por efecto de la curvatura terrestre.
- Distorsiones provocadas por el sensor.
- Distorsiones provocadas por las condiciones ambientales, efecto de la atmósfera y el relieve.

2.3.1.2.2 Correcciones geométricas

La corrección geométrica de la imagen incluye cualquier cambio en la posición que ocupan los píxeles de la imagen (Chuvieco, 2006) [21].

La rectificación es la corrección que se debe aplicar para proyectar los datos en un plano de acuerdo con un sistema de proyección geográfica. La asignación de coordenadas de mapa a una imagen se conoce como georeferenciación, de modo que la rectificación incluye la georeferenciación. La ortorectificación remueve la distorsión geométrica presente en las imágenes y que está ocasionada por la orientación del sensor, el desplazamiento debido al relieve y los errores sistemáticos asociados con la imagen (Tutorial del ERDAS IMAGINE 8.5) [22].

2.3.1.2.3 Proceso de Georeferenciación

La georeferenciación se hace considerando coordenadas de puntos reconocibles en la imagen como cruces de carreteras, desembocaduras de ríos, construcciones o rasgos físicos que no estén sujetos a cambios temporales. El nivel de precisión en la georeferencia depende de la fuente de información geográfica utilizada (mapas temáticos, cartografía oficial, puntos de GPS, etc.).

Para una foto aérea que no tenga formato digital es necesario escanear la foto aérea, tarea que puede realizarse con un escáner y a una profundidad de color de 24 bits (RGB, cuando se trate de fotos a color) ó en 256 tonos de grises (para fotos en blanco y negro). Al escanear la foto se debe seleccionar una resolución apropiada a la escala de la foto original y al tamaño de píxel deseado. El tamaño del píxel puede seleccionarse considerando que el límite de percepción visual es alrededor de 0.2mm (este valor puede bajar a 0.1 mm. según la percepción visual de cada persona) por la fracción representativa de la foto a georeferenciar **[23]**.

Para conocer el tamaño del píxel de la fotografía escaneada, lo mismo que permitirá conocer la escala máxima de trabajo es necesario tomar en cuenta la escala de la fotografía aérea y la resolución a la que se ha escaneado, tal como se puede observar en la *Tabla 2.3*. Los cálculos de la tabla asumen que se utiliza una foto de 23 x 23 cm. **[23]**.

Tabla 2. 3. Tamaño de píxel sobre el terreno (m) en función de la resolución del escaneo y la escala media de la foto aérea.

ESCANEAO		ESCALA MEDIA DE LA FOTOGRAFIA							
Resolución Escaneo (dpi)	Tamaño Pixel micras)	1/5.000	1/8.000	1/10.000	1/15.000	1/18.000	1/20.000	1/25.000	1/30.000
300	84.67	0.42	0.68	0.85	1.27	1.52	1.69	2.12	2.54
400	63.50	0.32	0.51	0.64	0.95	1.14	1.27	1.59	1.91
500	50.80	0.25	0.41	0.51	0.76	0.91	1.02	1.27	1.52
600	42.33	0.21	0.34	0.42	0.64	0.76	0.85	1.06	1.27
800	31.75	0.16	0.25	0.32	0.48	0.57	0.64	0.79	0.95
900	28.22	0.14	0.23	0.28	0.42	0.51	0.56	0.71	0.85
1000	25.40	0.13	0.20	0.25	0.38	0.46	0.51	0.64	0.76
1200	21.17	0.11	0.17	0.21	0.32	0.38	0.42	0.53	0.64
1400	18.14	0.09	0.15	0.18	0.27	0.33	0.36	0.45	0.54
1600	15.88	0.08	0.13	0.16	0.24	0.29	0.32	0.40	0.48
1800	14.11	0.07	0.11	0.14	0.21	0.25	0.28	0.35	0.42

Fuente: Fallas J., 2004 [23]

Georeferenciar el material de trabajo es necesario para localizarlos geográficamente, determinar características morfométricas de las trazas fluviales actuales y abandonadas, como también poder conectarse con otros datos almacenados en un sistema de información geográfica.

La georeferenciación se realiza en tres fases descritas a continuación (Chuvieco, 2006) [21]:

2.3.1.2.4 Establecimiento de puntos de control

El establecimiento de los puntos de control es una fase crucial del proceso de corrección y la que demanda mayor dedicación humana.

Las funciones que permiten transformar coordenadas de la imagen al mapa precisan localizar una serie de puntos de control comunes entre la imagen y el mapa. A partir de las coordenadas de esos puntos, puede estimarse una función que relacione ambos documentos. La calidad del ajuste dependerá de la precisión con que se localicen esos puntos, una inexacta localización o distribución sesgada implica una corrección geométrica errónea, por esto conviene atender tres aspectos en la selección de dichos puntos:

Número, depende del tamaño y la complejidad geométrica de la imagen. Para zonas planas convienen las ecuaciones lineales simples, al contrario para terrenos con diferencias topográficas importantes, donde se aplican ecuaciones más complejas. Si mayor es el grado de la ecuación de ajuste, se precisa también un mayor número de puntos de control. Para calcular la transformación, un número mínimo es necesario y se obtienen mediante $(t+1)(t+2)/2$, donde t es el grado de la transformación. Matemáticamente solo son necesarios tres puntos para una función de ajuste de primer grado, seis para una de segundo grado y diez para una de tercer grado.

Localización, como se indica en párrafos anteriores, los puntos deben estar claramente identificables en la imagen y en el mapa, preferiblemente rasgos humanos del paisaje no sujetos a cambios en el tiempo: cruces de carreteras, presas, caminos, vías de ferrocarril, etc. Los programas mas modernos de corrección geométrica facilitan la localización interactiva de estos puntos de control, con ayuda del digitalizador o ratón electrónico.

Distribución, conviene que los puntos de control se sitúen uniformemente sobre todo el territorio abarcado en la imagen. Esto evitara errores debidos a una ponderación excesiva de algún sector del área de estudio. La norma es especialmente importante cuando la zona presenta contrastes topográficos.

2.3.1.2. 5. Cálculo de las funciones de transformación

La corrección digital de la geometría de una imagen se realiza estableciendo una función matemática, que pone en relación las coordenadas de la imagen con las del mapa. Desde el punto de vista práctico, basta aplicar una función lineal para transformaciones elementales de la imagen, como cambiar su escala y origen, inclinarla, modificar la relación entre sus ejes y rotarla. En caso de precisar una modificación más rigurosa, puede acudirse a funciones de segundo o

tercer grado, en donde se abordan alteraciones geométricas no lineales.

La calidad de la corrección geométrica puede valorarse comparando para cada punto de control, las coordenadas estimadas por la regresión con las reales. El indicador más utilizado, con este objetivo, es el error medio cuadrático (RMS).

El promedio de los RMS para todos los puntos de control facilita una evaluación de la calidad general del ajuste, su valor debe ser igual o inferior a un pixel. Un alto RMS indica que ese punto no se ajusta convenientemente a la transformación imagen/mapa. Se puede optar por eliminar aquellos puntos con un alto RMS, ya que se asume que no se localizaron correctamente. Al eliminarse algún punto de control, se calcula de nuevo la ecuación de ajuste y los RMS para cada punto. El proceso se interrumpe cuando todos los puntos seleccionados presentan un RMS por debajo de un cierto umbral, previamente fijado.

2.3.1.2.6. Transferencia de los niveles digitales (ND) originales a la posición corregida.

Las funciones antes analizadas permiten traducir coordenadas del mapa a la imagen. Ahora bien, si se pretende crear una imagen que se corresponda adecuadamente con esas coordenadas, resulta necesario

trasvasar, de alguna forma los niveles digitales (ND) de la imagen original a esa nueva posición, creando una matriz que debe ser llenada como objetivo final de la corrección geométrica.

Los niveles digitales son valores numéricos, no visuales, pero que pueden fácilmente traducirse en una intensidad visual. Un píxel tiene un ND definido.

El Tutorial del ERDAS Imagine 8.5 [22] dice que la matriz de transformación es una serie de números que pueden ser incorporados en ecuaciones polinomiales. Estos son coeficientes de transformación.

El trasvase de los ND se logra con los siguientes métodos:

2.3.1.2.7. Métodos de remuestreo

El remuestreo de ND a la imagen corregida se realiza mediante tres métodos posibles:

Vecino más próximo (Nearest Neighbor): Atribuye a cada celda de la imagen corregida el ND del píxel más cercano de la imagen original. Esta es la solución más rápida y la que supone menor transformación de los ND originales. Su principal inconveniente radica en la distorsión que se introduce en rasgos lineales de la imagen (fracturas, carretera

o camino) que pueden aparecer en la corregida como líneas quebradas.

Interpolación bilineal (Bilinear interpolation), promedia el ND de los cuatro píxeles mas cercanos en la original. Este promedio se pondera según la distancia del píxel original al corregido: tienen una mayor influencia aquellos píxeles más cercanos en la imagen inicial. Reduce el efecto de distorsión en rasgos lineales, pero tiende a difuminar un tanto los contrastes de la imagen original.

Convolución cúbica (cubic convolution) considera los ND de los 16 píxeles más próximos. El efecto visual es más correcto, pero supone un volumen de cálculo mucho mas elevado.

La elección entre uno de los tres métodos depende de la finalidad del proceso y de los recursos informáticos disponibles, el método del vecino mas próximo es el único que preserva los valores originales al no introducir promedios. La interpolación bilineal o convolución cúbica facilita el análisis visual si se cuenta con los recursos informáticos apropiados.

2.3.2 Conceptos básicos de Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG en siglas en español o GIS en siglas en inglés) son programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial (Chuvienco, 2006) [21].

Los SIG manejan base de datos georeferenciadas de diferentes temas: ambientales, sociales, físicos, geológicos, estadísticos, climáticos, etc. de un territorio en concreto. Los datos son almacenados en diferentes capas donde todas estas variables pueden relacionarse mutuamente de formas muy diversas. (*Ver figura 2.13.*)

Entre los beneficios de un software SIG se encuentran: almacenamiento de información, facilidad para desplegar diferentes formatos de información geográfica y realizar análisis espacial de los mismos, propiedades que son cumplidas por el software ARCMAP de la casa ESRI, el mismo que ha sido utilizado en el presente trabajo en la fase de observación e interpretación de las fotografías aéreas ya procesadas.

Los SIG facilitan el enlace de información geográfica (dónde están las cosas) con información descriptiva (qué son las cosas).

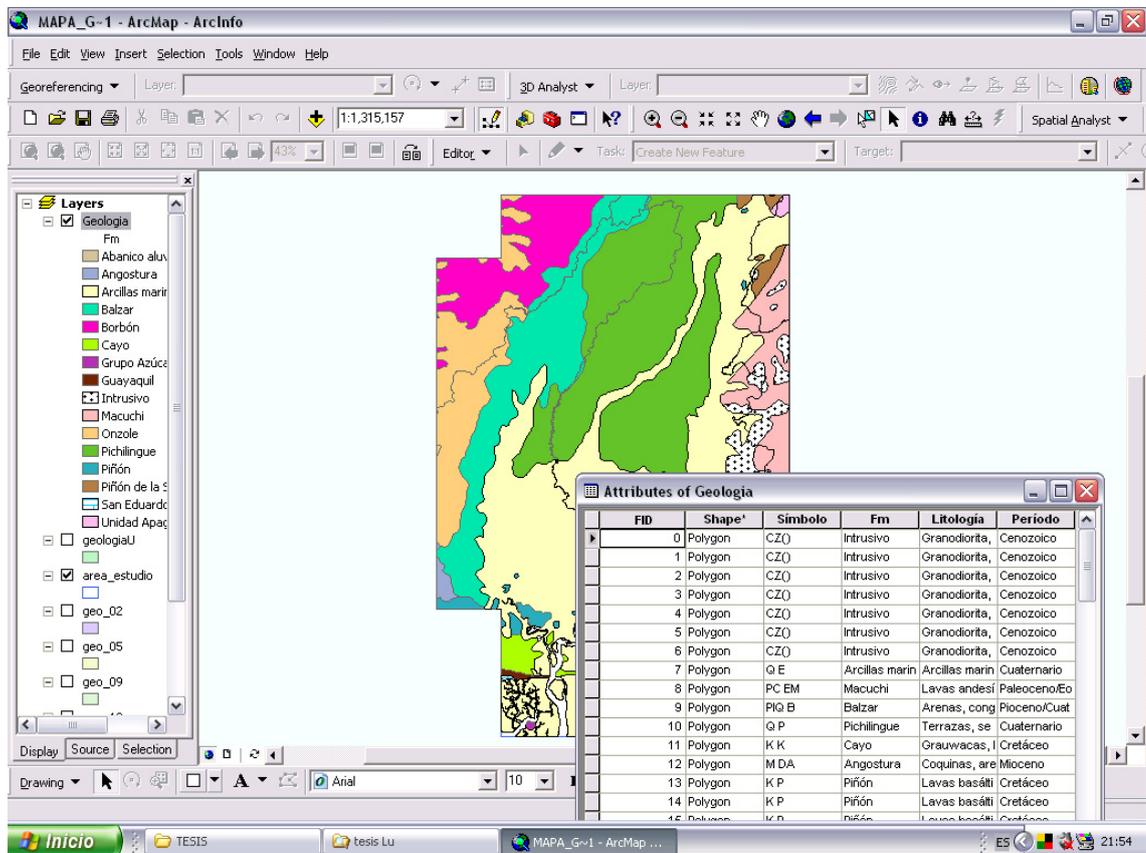


Fig. 2.13. Enlace de Información de diferentes temas almacenados en capas-Base de Datos. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008

2.3.3 Aplicación a la morfología fluvial

La Teledetección y el SIG tienen diferentes aplicaciones en la geología, tales como: mapeo litológico, mapeo tectónico, prevención de riesgos naturales, monitoreo y utilización de recursos naturales, cartografía y catastro, mapeo de la acción geomorfológica, recalcando su aplicación en la morfología fluvial.

El auge de la Teledetección y SIG ha convertido a estos programas como herramientas básicas para la investigación. Los resultados se observan con la cantidad de trabajos realizados en el área de la morfología fluvial, entre los que se encuentran: determinación de variaciones de ríos y meandros, comprensión de la dinámica de las redes de drenaje, estudio de la capacidad de los caudales para provocar inundaciones por desbordamiento, modelización geomorfológica e hidrológica de cuencas hidrográficas, entre otros.

La importancia de la aplicación de las técnicas mencionadas permite la generación y análisis de los diferentes datos para la obtención de mapas temáticos que ayudaran a tomar medidas o recomendaciones para gestionar de buena manera las situaciones que se producen en la superficie terrestre.

La aplicación de la Teledetección y los SIG en el presente trabajo es de fundamental importancia para cumplir con las fases de la georeferenciación de las fotografías aéreas, para realizar posteriormente identificaciones de cauces y paleocauces, así como su caracterización morfométrica. Analizados los resultados obtenidos para la síntesis se determinan las migraciones o variaciones que han tenido los ríos en la Cuenca del Guayas para conformar el esquema

que dará una idea clara de la evolución general de la red de drenaje en la zona de estudio. Finalmente el estudio conducirá a conclusiones que ayudara a tomar medidas y recomendaciones para el buen manejo de la cuenca económica más importante del país.

CAPÍTULO III. Características de la zona de estudio.

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA

El área de estudio se encuentra localizada en la Cuenca Hidrográfica del Guayas. Para el propósito de la tesis se ha delimitado un área específica de la cuenca, que comprende la zona baja aluvial, con un área de 15700 km². Las coordenadas UTM se indican en la *tabla 3.1*. Las provincias comprendidas en la zona de estudio son: Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Guayas, Los Ríos y Manabí. (Ver Fig. 3.1)

Tabla 3.1 Coordenadas UTM datum WGS84 Zona 17 Sur de la zona de estudio, correspondiente al mapa de la figura 3.1.

#	X	Y
1	589 742	9 889 625
2	699 742	9 889 625
3	699 742	9 739 625
4	609 742	9 739 625
5	609 742	9 779 625
6	589 742	9 779 625

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

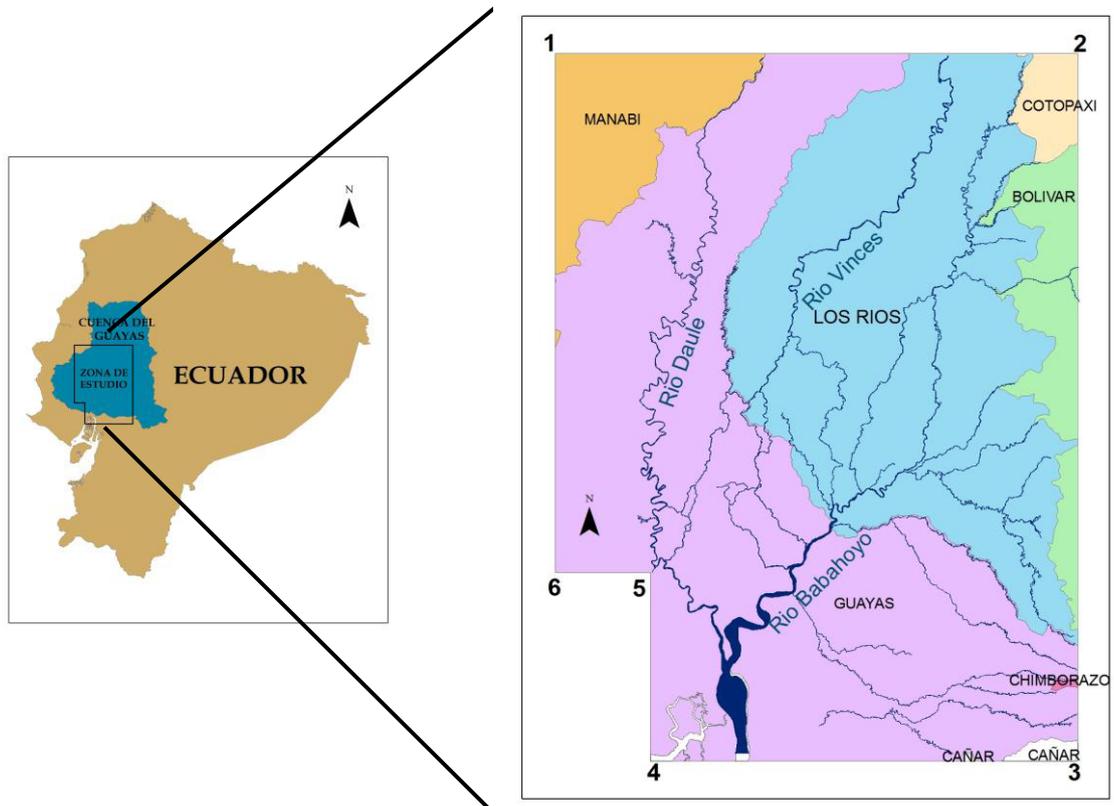


Fig. 3.1. Ubicación del área de estudio. **Izquierda:** Mapa del Ecuador, indicando la Cuenca del Guayas y la zona de estudio. **Derecha:** Mapa de las provincias del área de estudio. Las coordenadas de los puntos 1- 6 son indicados en la tabla 3.1 **Fuente:** Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos CLIRSEN. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

3.2 GEOMORFOLOGÍA

La Cuenca del Guayas en la zona considerada para este estudio, comprende al sur una fértil llanura aluvial drenada por los ríos Daule y Babahoyo, tributarios que originan el Río Guayas y al norte está constituida por terrazas bajas erosionadas. Esta cuenca es bordeada al este por vertientes y piedemonte andinos de la Cordillera Occidental, al oeste por colinas y mesetas de la Cordillera Costera y al suroeste por la extremidad oriental de la Cordillera Chongón – Colonche.

Según el Mapa Geomorfológico realizado por el PRONAREG y el MAG, en la zona de estudio (*Ver Mapa 3.1*) existen ocho unidades geomorfológicas:

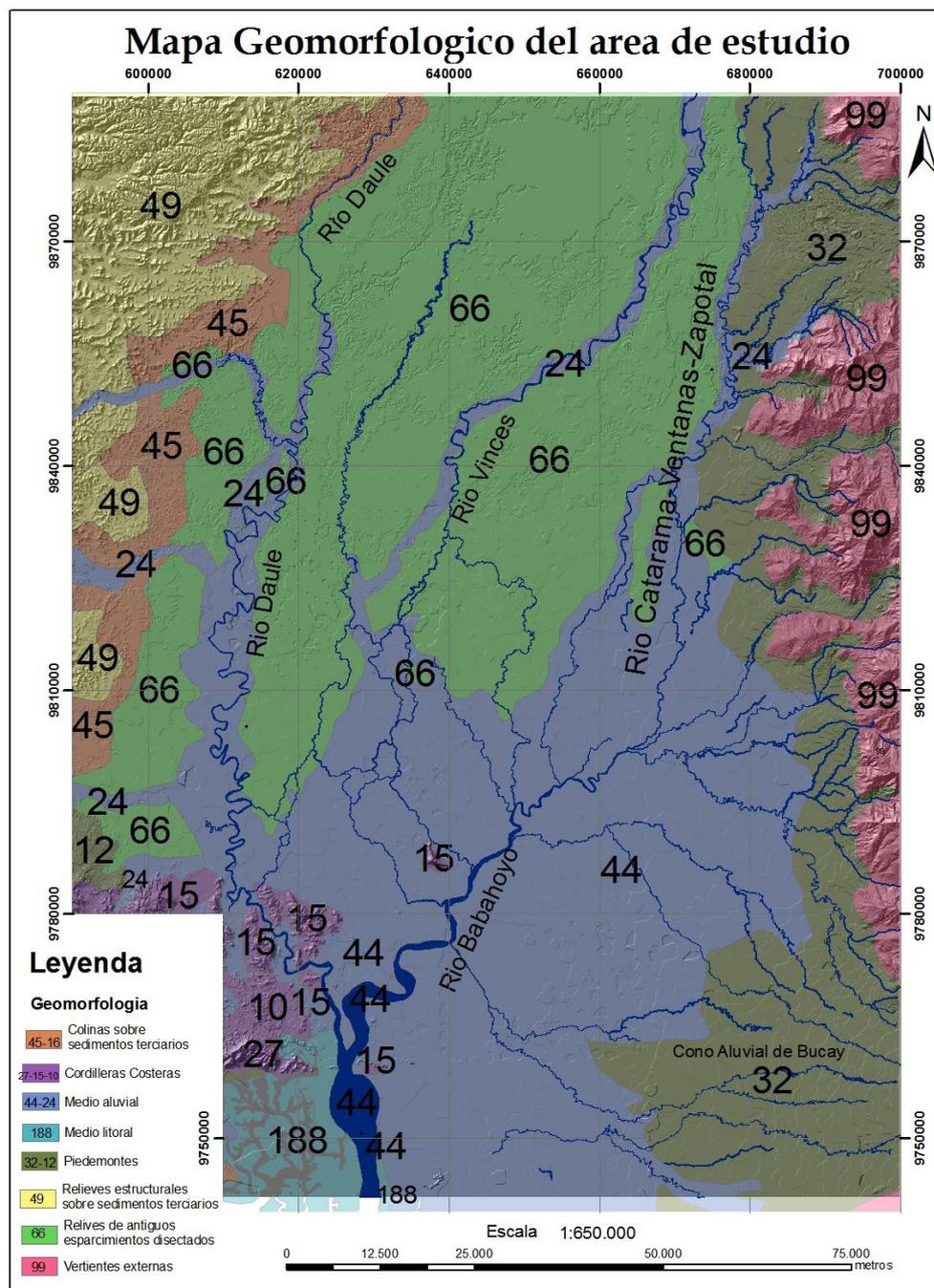
- 1 - Colinas sobre sedimentos terciarios (45)
- 2 - Cordillera Costera (10 - 15 -27)
- 3 - Medio aluvial (24 - 44)
- 4 - Medio litoral (188)
- 5 – Piedemonte (12 - 32)
- 6 - Relieves estructurales sobre sedimentos terciarios (49)
- 7 - Relieves de antiguos esparcimientos disectados (66)
- 8 - Vertientes externas (99)

En el centro de la cuenca se encuentran las unidades geomorfológicas: “*Medio aluvial*” (44) al Sur y con una extensión hacia el Norte a lo largo de los ríos principales y “*Relieves de antiguos esparcimientos disectados*” al norte (66). En la parte Norte el medio aluvial está compuesto por valles fluviales con complejos de terrazas indiferenciadas de los ríos Daule, Vinces y Ventanas (24), (*Ver mapa 3.1*). Estas terrazas se encajan en una unidad de terrazas bajas disectadas (66), (*Ver mapa 3.1*).

Del lado Este predominan dos unidades geomorfológicas: “*Vertientes externas*” (99) y “*Piedemonte de la Cordillera Occidental*” (32). La primera unidad está compuesta de proyecciones piroclásticas recientes, cenizas y lapilli que constituyen las vertientes Andinas Septentrionales y Centrales, (*Ver mapa 3.1*). La segunda unidad es el piedemonte andino que presenta conos de deyección y de esparcimiento; principalmente en el borde Sureste de la zona de estudio, donde se encuentra el Cono Aluvial de Bucay (*Ver mapa 3.1*).

Al Oeste se encuentran las siguientes unidades morfológicas. Las “*Colinas*” (45) y “*relieves (49) estructurales sobre sedimentos terciarios*” de la Cordillera Chongón - Colonche se encuentran marcando el borde Occidental de la cuenca en la zona de estudio (*Ver*

mapa 3.1) En el borde Noroeste las colinas son arcillosas o arenáceas sobre limonitas, arcillas y arenas más o menos cementadas y los relieves estructurales conforman paisajes de mesa o mesetas. En el borde Suroeste aparece el “*Medio litoral*” (188), el Estero Salado conforma esta unidad con formas fluvio-marinas con depósitos marinos limo- arcillosos y depósitos de salitres, típicos de manglar, (*Ver mapa 3.1*) Los depósitos cretácicos y terciarios de la “*Cordillera Costera*” (10 - 15 -27) Chongón - Colonche compuestos de lavas básicas de la Fm. Piñon (15), rocas volcánico - sedimentarias de la Fm. Cayo y Fm. Guayaquil (10) y rocas sedimentarias terciarias de la Fm. San Eduardo (27). La cordillera en sus alrededores, presenta “*pie demonte costero*” (12) denominado glacis (*Ver mapa 3.1*).



Mapa # 3. 1. Mapa Geomorfológico del área de estudio. **Fuente:**

PRONAREG – MAG. **Edición:** Guaranda-Muñoz, 2008

3.3 MARCO GEOLÓGICO

El área de estudio se encuentra en una cuenca de posición ante –arco en el margen activo. En ella afloran diferentes formaciones geológicas producto de procesos sedimentarios, volcánicos e intrusivos. A continuación se detalla la descripción de las formaciones principales.

3.3.1 Formaciones geológicas

Al Este, en la Cordillera Occidental Andina, aflora la Formación Macuchi (Paleoceno/Eoceno) (**PC EM**, Ver mapa 3.2), que es una secuencia de arco submarino volcanoclástica, predominantemente sedimentaria y volcánicos intercalados [24]. La Formación Macuchi aparece a lo largo de fallamientos con dirección NE - SW (Milagro-Guaranda, Puna-Pallatanga, Jambelí-Naranjal). Intrusivos de gran dimensión se emplazan a través de la Formación Macuchi, los de mayor tamaño en su parte central y unos pequeños al sur. Estos intrusivos presentan frecuentemente mineralizaciones [24]. Al Norte y al Sur de la Formación Macuchi afloran pequeñas áreas de la Formación Piñón de la Sierra (Cretáceo) (Ver mapa 3.2).

El sistema fluvial de la Cuenca Aluvial del Guayas corre encima de depósitos de arcillas marinas de estuario con capas de arena fina en

ciertos sectores (**QE**, Ver mapa 3.2). Estos depósitos aluviales son producto de la interacción del transporte y arrastre fluvial y también de la acción de las mareas (arcillosos) depositándose a través de una serie de pequeños afluentes, canales naturales de drenaje y de reflujos de mareas. Representan probablemente el relleno de la cuenca baja durante la última subida del nivel del mar. Aflorando al Norte en esta planicie central está la Formación Pichilingue (Pleistoceno Superior) (**QP**, Ver mapa 3.2) que está cubierta por depósitos lagunares, fluviales, donde sólo la parte superior de la formación en mención está expuesta como terrazas [23]. En el borde Sureste, se ubica el abanico aluvial cuaternario de Bucay (**QB**, Ver mapa 3.2) que tiene su cabecera en esa ciudad y se extiende hacia la ciudad de Milagro. Los ríos que nacen desde las vertientes de la Cordillera Occidental se dirigen al Río Babahoyo o al Río Guayas a través de este abanico aluvial.

En el lado Oeste de la zona de estudio en el relieve de la Cordillera de la Costa, se encuentran las formaciones del Grupo Daule (Mioceno - Plioceno): Angostura (**MDA**), Onzole (**MPI DO**) Borbón (**PI D B**), y Balzar (**PI Q B**) (Stainforth, 1948) [24], (Ver mapa 3.2). La Formación Angostura (Mioceno Superior) aflora sólo en una pequeña parte en el área de estudio, discordante al Sur con la Formación Piñón y al Este

con la Formación Balzar, consiste de conglomerado basal con clastos volcánicos, continúa con areniscas de grano variable [24]. La Formación Onzole (Mioceno-Plioceno) está compuesta de limolitas azules, lutitas limosas y raramente areniscas y conglomerados, aflora en mayor proporción [24]. La Formación Borbón (Plioceno) aflora de forma irregular en el borde Noroeste del área, discordante sobre la Formación Onzole. Esta formación presenta una secuencia de conglomerado y arenisca de grano grueso con mega fósiles que indican una facie marina [24]. Hacia el Este aflora la Formación Balzar, que es la formación mas joven de este grupo (Plioceno/Cuaternario), está compuesta de capas basales de aglomerados, estratos de arenisca con granos mal clasificados, arcillolitas limosas color café con moluscos y en las capas superficiales se tienen suelos rojos muy meteorizados originados en cenizas volcánicas [24].

Al Oeste de Guayaquil afloran en la Cordillera Chongón – Colonche las Formaciones Piñón (**KP**), Cayo (**KK**), Guayaquil (**KP CG**) y San Eduardo (**EE**), que representan los terrenos más antiguos de la zona de estudio y de la margen costera del Ecuador en general. Estas formaciones son estructuralmente orientadas WNW –ESE a W-E, (*Ver mapa 3.2.*). La Formación Piñón (Cretácico) esta conformada por

rocas ígneas básicas: diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, toba, escasos lentes y capas delgadas de argilita y complejos de diques (Feininger, 1980) [24]. La Formación Cayo (Cretácico) viene en continuación de la Fm. Piñón. Está compuesta por alternancia de brechas sedimentarias constituidas por andesitas, areniscas finas y gruesas de color verdoso frecuentemente grawáquicas y lutitas. Fragmentos de arenisca verdosa dominan la base de la secuencia y al tope se intensifican las lutitas, pasando transicionalmente a la Fm. Guayaquil (Núñez del Arco et al., 1983; Benítez, 1989) [24]. La Formación Guayaquil consiste de lutitas silíceas, lutitas tobáceas, chert nodular bandeado, tobas, arenisca y lutitas fisiles de color verde, variable de gris claro a oscuro y negro (Thalman, 1946). La Formación San Eduardo (Eoceno Medio) está constituida por una calcarenita turbidítica, contiene algas y clastos de cherts. Descansa sobre la Fm. Guayaquil en forma aparentemente concordante, pero las respectivas edades sugieren un hiato sedimentario entre ellas (Bristow y Hoffstetter, 1977) [24].

En el sector ubicado entre Las Lojas y Samborondón se encuentran pequeños cerros con afloramientos de la Formación Piñón. Al Norte de Guayaquil aflora el Intrusivo de Pascuales en los basaltos de la Formación Piñón, (*Ver mapa 3.2.*). El intrusivo esta compuesto de

rocas tipo granítico, granodioritas y dioritas las cuales son rocas de magma ácido y que presentan un alto grado de fracturación. Se encuentran ocurrencias de mineralización en este intrusivo [24-25].

3.3.2 Estructuras

En el borde Este y Sur de la zona de estudio las fallas de dirección NE-SW que delimitan los afloramientos de la Formación Macuchi son relacionadas por Baldock (1982) como parte del patrón estructural andino. Esta dirección estructural tiene enlace con la falla Guayaquil que se extiende hacia la Cuenca Jambelí en el Golfo de Guayaquil, [26] (*Ver mapa 3.3*). Al Oeste la estructura más sobresaliente corresponde a la Cordillera Chongón-Colonche, representando el patrón estructural de la Costa y encontrándose casi en ángulo recto con el patrón estructural andino. Los datos recientes permiten relacionar el sistema de fallas NE-SW con la abertura del Golfo de Guayaquil, como las fallas Pallatanga (Winter et al, 2003) y Zambapala (Dumont et al, 2005) que son segmentos al suroeste de la zona de falla principal Guayaquil-Dolores [27].

Regionalmente la Cuenca del Guayas se encuentra dentro del Bloque Andino que está limitado por la falla Guayaquil (fallas Pallatanga-Río Chigual- La Sofía, según Ego, 1996 y White, 2003 [28-29]) al Este,

por la placa Nazca (trinchera Ecuador-Colombia, según Ego, 1996 y White, 2003 [28-29]) al Oeste y al Norte con la placa del Caribe (Ego et al, 1996) [29]. La geodinámica del Bloque Andino es controlada por la compleja interacción de las placas mencionadas anteriormente (Pennington, 1981; Kellogg y Bonini, 1982) [29]. La zona entre el Bloque Andino y la placa Sudamericana es considerada como la zona principal de actividad de fallas dextrales (Pennington, 1981; Kellogg and Bonini, 1982; Aggarwal et al., 1983; Mann and Burke, 1984; Soulas 1986; Toussaint and Restrepo, 1987; Mann and Corrigan, 1990). La Cuenca Baja del Guayas se ubica en la continuación geográfica estructural de la zona de abertura tectónica del Golfo de Guayaquil.

Se tiene conocimiento de lineamientos presentes en la cuenca por medio de estudios de prefactibilidad para las presas en la Cuenca del Guayas, realizados por Cedegé (1983-1984), donde señalan sistemas azimutales de N-S, 60°, 45° y fallas encontradas en los afloramientos en Pascuales de 100° y 135° [25]. El Proyecto ESPOL – ORSTOM (1986-1987) identificó cuatro familias de fallas con rumbos azimutales: 20°-30°, 55°-65°, 115°-125° y 150°-165°, (Ver figura 3.2). Las direcciones 55°-65° y 150°-165° afectan el cuaternario. Adicionalmente cinco poblaciones de fracturamientos fueron identificadas en la

Formación Piñón (canteras de Pascuales) con direcciones 345°-20°, 35°-55°, 65°-80°, 100°-115° y 130°-150° [30]. Catalayud en su estudio del drenaje de la Cuenca del Guayas, determina cuatro direcciones azimutales principales en base a las orientaciones del curso del Río Vinges: N-S, 30°, 10° (*Ver figura 3.3*) y para el Río Daule de 20°, 50°-60°, 130° (*Ver figura 3.4*) [31]. Finalmente, Dumont et al (2008), en su estudio sobre el desarrollo del Islote El Palmar identificaron las fallas Río Vinges y Ventanas como extensiones de fallas en afloramientos de la Cordillera Occidental e interpretaron lineamientos tectónicos afectando la superficie de la cuenca a partir de la forma del drenaje en la cercanía de Vinges [3].

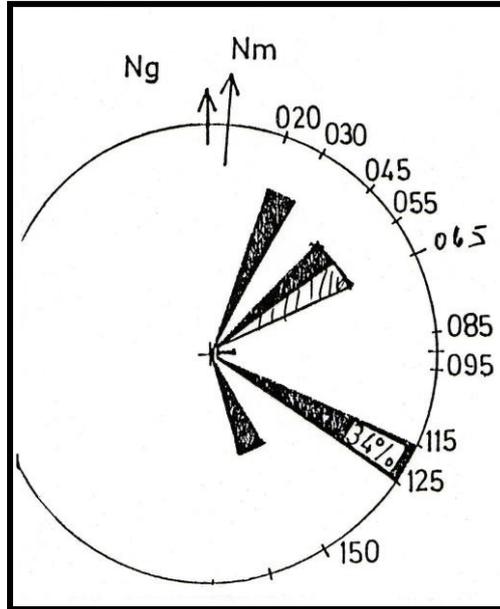


Fig. 3. 2. Diagrama de rosa de las cuatro familias de fallas con rumbos azimutales: 20°-30°, 55°-65°, 115°-125° y 150°-165° identificados por el proyecto ESPOL – ORSTOM. **Fuente:** Proyecto ESPOL – ORSTOM, 1987

[30].

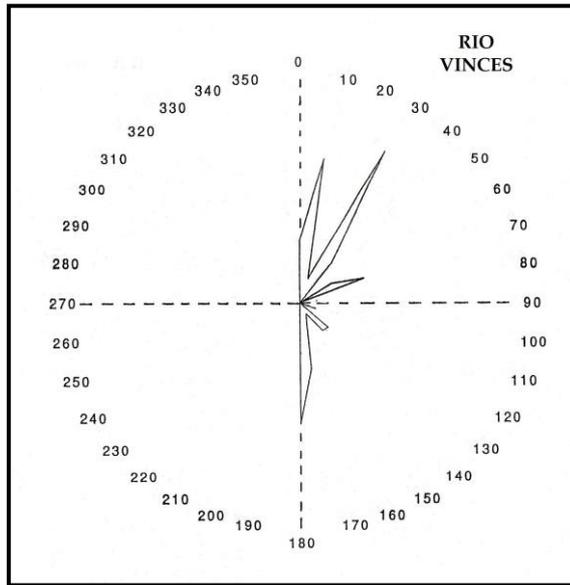


Fig. 3.3 Diagrama de rosa de las direcciones N-S, 30°, 10° determinadas por Catalayud en base a las orientaciones del curso del Río Vinces. **Fuente:** Catalayud, 1996 [31].

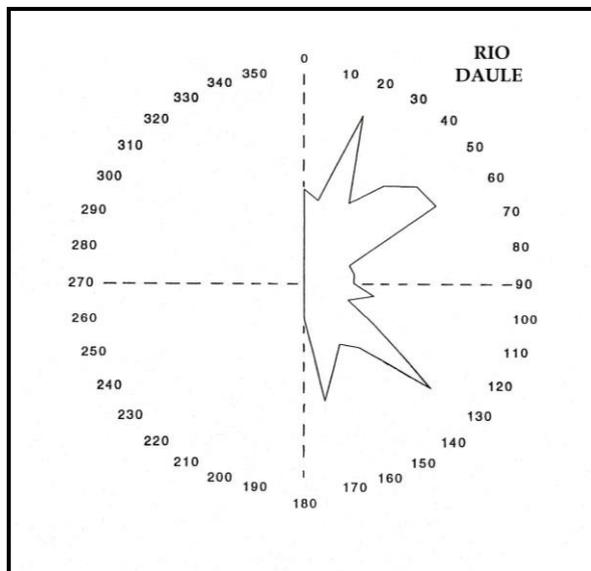
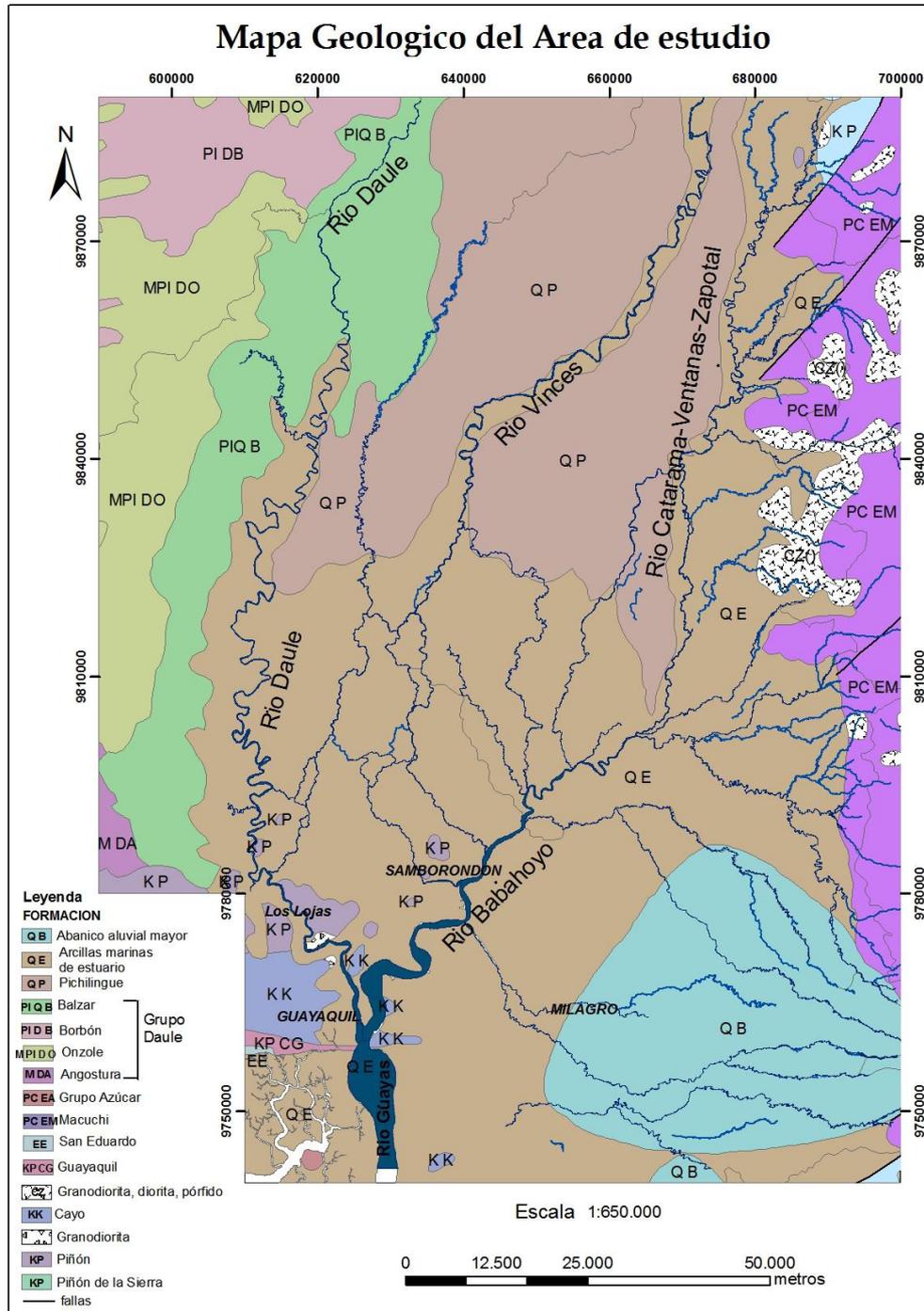


Fig. 3.4 Diagrama de rosa de las direcciones 20°, 50°- 60°, 130° determinadas por Catalayud en base a las orientaciones del curso del Río Daule. **Fuente:** Catalayud, 1996 [31].



Mapa # 3. 2. Mapa Geológico del área de estudio. **Fuente:** PRONAREG – MAG Edición: Guaranda-Muñoz, 2008.

3.4 HIDROGRAFÍA

El área de estudio esta drenada por tres ríos principales denominados administrativamente por sus tramos sucesivos desde abajo hacia arriba: Daule, Vinces-Quevedo y Babahoyo-Catarama-Ventanas-Zapotál-Calabí-Calope, cada uno con sus respectivos afluentes. Los ríos Daule y Babahoyo confluyen al Norte de la ciudad de Guayaquil, formando el Río Guayas que descarga al mar anualmente alrededor de 1000 m³/s en promedio [7].

El Río Daule tiene su cabecera en la pendiente Sur del abanico de Santo Domingo hasta su confluencia con el Río Babahoyo. Entra en la zona de estudio 12,8 km debajo de la compuerta de la represa Daule-Peripa o 24,8 km desde la confluencia de los ríos Pescadillo y de Oro, al norte hasta su confluencia con el Río Babahoyo, al sur. Tiene una longitud de 227 km. (Ver mapa 3.3). El Río Vinces-Quevedo drena la parte central de la cuenca. Está en la zona de estudio desde la ciudad de Quevedo donde toma ese nombre, al Norte, hasta su desembocadura en el Río Babahoyo, al Sur con una longitud de 181 km. (Ver mapa 3.3). El Río Babahoyo-Catarama-Ventanas-Zapotál-Calabí-Calope, es el colector de todos los ríos cuyas nacientes se localizan hacia los límites orientales de la Cuenca del Guayas. El río últimamente mencionado recibe también en su tramo medio, ríos de la parte central y se presenta en el área de estudio desde el Sector La

Piedacita, al Norte hasta su confluencia con el Río Daule al Sur con una longitud de 240 km. (*Ver mapa 3.3*).

Para facilitar la exposición de la hidrografía, se describen los ríos, agrupados en las cuencas Daule, Vinces y Babahoyo, (*Ver mapa 3.3*). Cabe anotar que en la parte baja y plana de la zona de estudio es tentativo definir una demarcación precisa de las cuencas, especialmente la Cuenca del Río Vinces ya que corresponde a una zona interfluvial incierta. Este problema es parte del estudio y será analizado mas adelante.

Se observan en la Cuenca del Guayas, en esta zona de estudio, dos tipos básicos de patrones de drenaje. En la planicie aluvial, que es la parte más baja, al Sur y las terrazas indiferenciadas un poco más al Norte, el drenaje es dendrítico. En la zona de terrazas indiferenciadas existe el drenaje en peine, que es un tipo específico del drenaje dendrítico, (*Ver mapa 3.3*). Entrando río arriba en la zona de piedemonte y las vertientes de la Cordillera Occidental y de la Cordillera Costera, que bordean el área de estudio al Este y Oeste respectivamente, el drenaje es paralelo, (*Ver mapa 3.3*). Existe un caso particular en el sector que rodea la represa Poza Honda, ubicada

al Oeste en la Cordillera de Chongón - Colonche, donde el drenaje es paralelo a trellis, (*Ver mapa 3.3.*).

3.4.1 Cuenca del Río Daule.

El Río Daule es el segundo río en importancia de la Cuenca del Guayas. Sus aguas corren con una dirección regional de Norte a Sur hasta su desembocadura en el Río Guayas. Desde su cabecera se dirige al sur con dirección NE-SW, luego cambia su trayecto a N-S, pero con formas sinuosas y tramos rectos de varias direcciones. El Río Daule muestra un desnivel de 29 m. en el tramo de estudio de 227 km., lo que corresponde a una pendiente media del cauce de 0,012%. Su caudal promedio es de 276 m³/s [32].

La red de drenaje que es afluente del Daule difiere en su orientación, tanto en el lado izquierdo como en el derecho. Los ríos y esteros que tributan en la margen derecha, en su mayoría, lo hacen de manera ortogonal al Río Daule, en tanto que la red de drenaje que desemboca al Daule por la margen izquierda lo hace con mucha oblicuidad con una orientación NE-SW.

Por su margen izquierda son pocos sus tributarios destacando sucesivamente hacia río abajo, tan sólo los Ríos Salto Grande,

Conguillo, Congo, y Pula. El Río Salto Grande desemboca en el Río Daule 1,7 km debajo del sector El Guineo. El Río Congo y Conguillo desembocan muy cerca en el Río Daule por el sector Boca del Congo. A 1.8 km al norte de Puente Lucía desemboca el Río Pula en el Río Daule.

Por su margen derecha los tributarios son más numerosos destacándose los ríos Solano, Tigre, Puca, Colimes, Magro y los esteros Bijagual y Petrillo. (*Ver mapa 3.3*). El Río Solano se une al Daule en la curva del sector de Boca de Solano, a 2 km. aproximadamente de la localidad de Pichincha. El Río Tigre hace un giro hacia el noreste y desemboca en el Río Daule, por el sector Boca de Tigre. El Río Puca se dirige con una dirección paralela al Río Daule, pero cambia su dirección levemente hacia el Sureste en el sector Boca de Puca donde se une al Río Daule en un tramo recto que éste presenta. El Río Colimes viene casi perpendicular al Río Daule y desemboca en éste en la ciudad de Colimes. Aguas abajo, el Río Daule recibe poco o nada de caudal, tanto de la margen izquierda como la derecha, hasta de cerca 2,7 km. arriba de Nobol, donde recibe al Río Magro y 1,6 km. debajo de Nobol al Estero Bijagual en el margen oeste. Por Petrillo, el Río Daule recibe al estero Petrillo. El Río Daule se orienta al Sureste corriendo entre los cerros de Pascuales y

da un giro hacia el Este por la Penitenciaría del Litoral, en las afueras de la ciudad de Guayaquil, 5 km. más al Este se encuentra el Estero Sabanilla en un codo hacia el Sur del Río Daule, poco antes de desembocar al Río Guayas.

3.4.2 Cuenca del Río Vinces

La Cuenca del Río Vinces se ubica en la parte central de la Cuenca del Guayas. Dentro del área de estudio, el Río Vinces muestra un desnivel de 47 m en un tramo de 181 km., dando una pendiente media del cauce de 0,026%. Su caudal promedio es de 228,4 m³/s, en Quevedo y 212,5 m³/s en Vinces [32]. Se destaca que esta pérdida de caudal corresponde a la bifurcación del Río Nuevo, que realiza el Río Vinces kilómetros al Norte de Vinces. Desde el Norte de la zona de estudio el Río Vinces toma el nombre de Río Quevedo. El río vuelve a dar una vuelta al sur por el sector La Soledad, donde toma el nombre de Río Vinces. El río presenta formas meándricas en la mayoría de los tramos hasta Palenque, donde nuevamente empieza a dirigirse hacia el Suroeste.

Desde Vinces hacia el Sur empieza una zona con una red de drenaje compleja donde el Río Vinces presenta divisiones y reagrupamientos. Solo una parte al Norte en la ciudad de Quevedo hasta el sector El

Descanso recibe unos pocos esteros, en su margen izquierda. En su margen izquierda se separa el Río Nuevo y el Río Junquillo. En su margen derecha se bifurcan el Río Pula y el Río Salitre (Ver figura 3.5.). Este último río en mención se une al Río Bapado, que es una bifurcación del Río Pula y forman el Río Los Tintos.

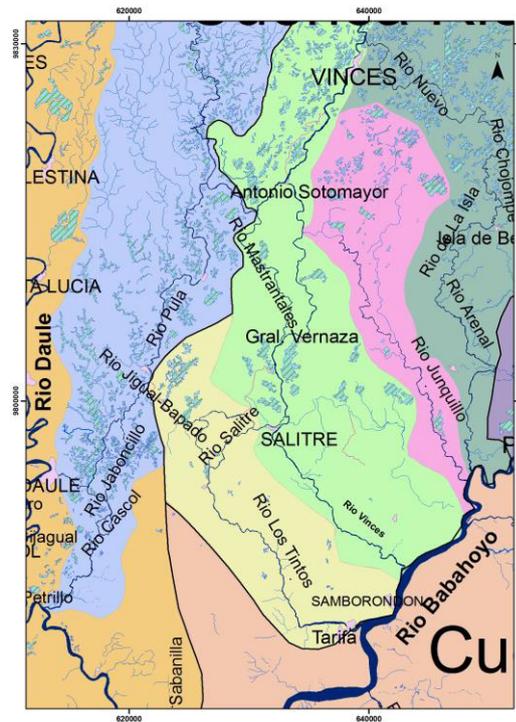


Fig. 3.5. Extracto A del mapa 3.3. Bifurcaciones del Río Vinces. En su margen izquierda se separa el Río Nuevo y el Río Junquillo. En su margen derecha se bifurcan el Río Pula y el Río Salitre. **Elaboración:** Guaranda – Muñoz, 2008.

3.4.2.1 Bifurcación Río Nuevo

Un poco al Norte de Vinces, una bifurcación en su ribera izquierda del Río Vinces origina el Río Nuevo. Este Río Nuevo tiene un curso paralelo con el Estero San Lorenzo que nace también en las cercanías de la ciudad de Vinces. El Río Nuevo se orienta al Sureste hasta el sector El Recuerdo donde cambia de dirección para dirigirse al Sur. Este río toma diferentes nombres en todo su trayecto, como Chojompe más al Sur, cerca de la Isla de Bejucal recibe el nombre de Río de la Isla, hasta a 2 km. aguas abajo de Arenillas donde se denomina río Arenal. La desembocadura en el Río Babahoyo lo hace cercano al sector El Recreo (*Ver figura 3.6*).

3.4.2.2 Bifurcación Río Junquillo

El Río Junquillo es una bifurcación del Río Vinces en el sector Potosí. Desde el principio se orienta hacia el Sureste hasta llegar a desembocar al Río Babahoyo cerca del sector El Recreo (*Ver figura 3.6*).

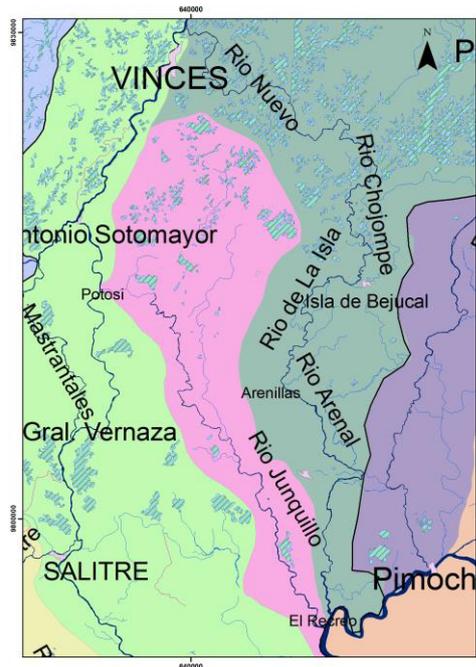


Fig. 3.6. Extracto B del mapa 3.3. Bifurcaciones en la margen izquierda del Río Vinces: el Río Nuevo y el Río Junquillo. **Elaboración:** Guaranda – Muñoz, 2008.

3.4.2.3 Bifurcación Río Pula

Aguas abajo, por Antonio Sotomayor el Río Vinces se bifurca en el Río Pula en su margen derecha. El Río Pula a su vez se bifurca formando el Río Mastrantales el cual nuevamente río abajo se une al Río Vinces por el sector La Vanguardia. El Río Pula cambia bruscamente de dirección hacia el Noroeste y sigue su curso hasta el sector el Carmen, donde gira de nuevo bruscamente hacia el Suroeste uniéndose al Río

Macul que viene del norte, entre el Río Daule y el Río Vinces. Río abajo, el Río Pula hace tres bifurcaciones. La primera por el sector Pechiche se origina el Río Jigual-Bapado que sigue al Sureste hasta confluir con el Río Salitre formando el Río Los Tintos. En la segunda separación forma el Río Jaboncillo, en Judipa que se une nuevamente con el Río Pula, en la Hcda. Los Tres Cerritos. La tercera bifurcación se realiza 1.2 km. más al Sur de la segunda bifurcación, donde se origina el Río Cascol, en Cascol y se une nuevamente al Río Pula por el sector La Auxiliadora. Finalmente el Río Pula desemboca en el Río Daule 2 km. al norte de Puente Lucía (*Ver figura 3.7*).

El Río Macul se origina al Norte de la Cuenca del Vinces y corre a lo largo de ella paralelamente al Río Vinces, al Oeste de éste. El Río Maculillo y el Estero La Bolsa son afluentes del Macul que se conectan en la parte Este, mientras que el Estero Las Piedras lo hace por la ciudad de Balzar en el flanco oeste (*Ver figura 3.8*). Existen tramos de este río con meandros. El Río Macul o Río Bobo como se lo conoce aguas abajo, se une al río Pula proveniente del Río Vinces.

3.4.2.4 Bifurcación Río Salitre

En la parroquia Salitre, en el margen derecho del Río Vinces se origina el Río Salitre con dirección al Suroeste. En el sector Zapanal confluye con el Río Bapado y forma el Río Los Tintos (*Ver figura 3.7*).

3.4.2.5 Bifurcación Río Los Tintos

El Río Los Tintos resulta de la confluencia de los ríos Bapado y Salitre cerca del sector Zapanal. El Río Los Tintos corre al Oeste del Río Vinces en forma paralela a éste. Desemboca en el Río Babahoyo por Tarifa después de dar una vuelta hacia la derecha en el sector Boca de Caña (*Ver figura 3.7*).

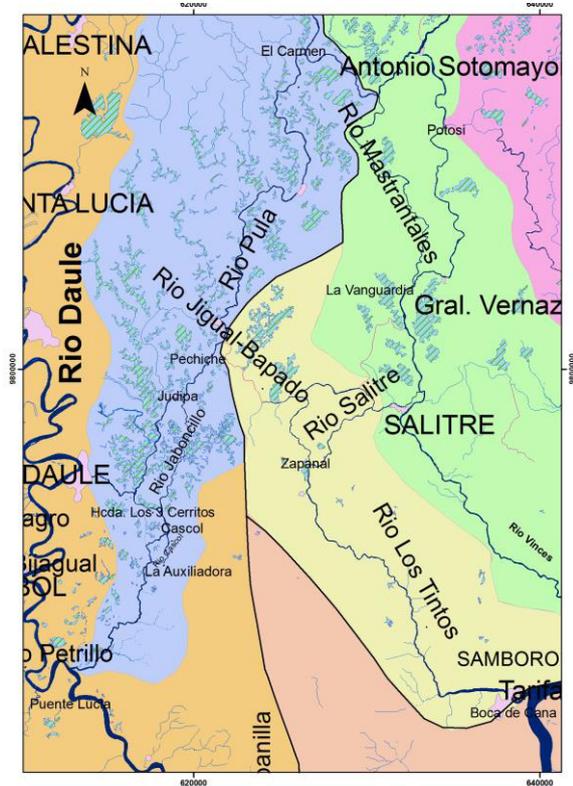


Fig. 3.7. Extracto C del mapa 3.3. Bifurcaciones en la margen derecha del Río Vices: el Río Pula y el Río Salitre. Además, el Río Los Tintos resultado de la confluencia de una bifurcación del Río Pula (Río Jigual - Bapado) y el Río Salitre. **Elaboración:** Guaranda – Muñoz, 2008.

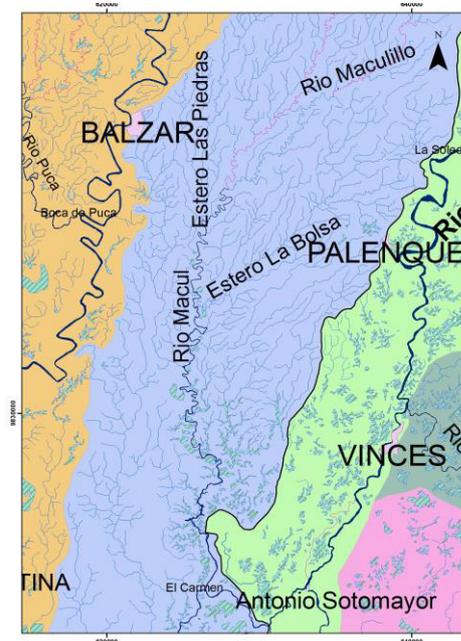


Fig. 3.8. Extracto D del mapa 3.3. El Río Macul y sus afluentes Río Maculillo y Estero de La Bolsa, en su margen izquierda y el Estero Las Piedras, en su margen derecha.

3.4.3 Cuenca del Río Babahoyo

El río más importante de la cuenca del Guayas es el Río Babahoyo. Éste nace administrativamente cerca de la ciudad de Babahoyo, resultando de la confluencia de los ríos Catarama, Clementina y San Pablo. En este sector posee un ancho de cauce que varía entre 150 y 2980 metros, lo que es considerable respecto a los otros ríos que conforman la cuenca. En el comienzo del trayecto, éste realiza meandros pronunciados, luego, cerca de Samborondón comienza a

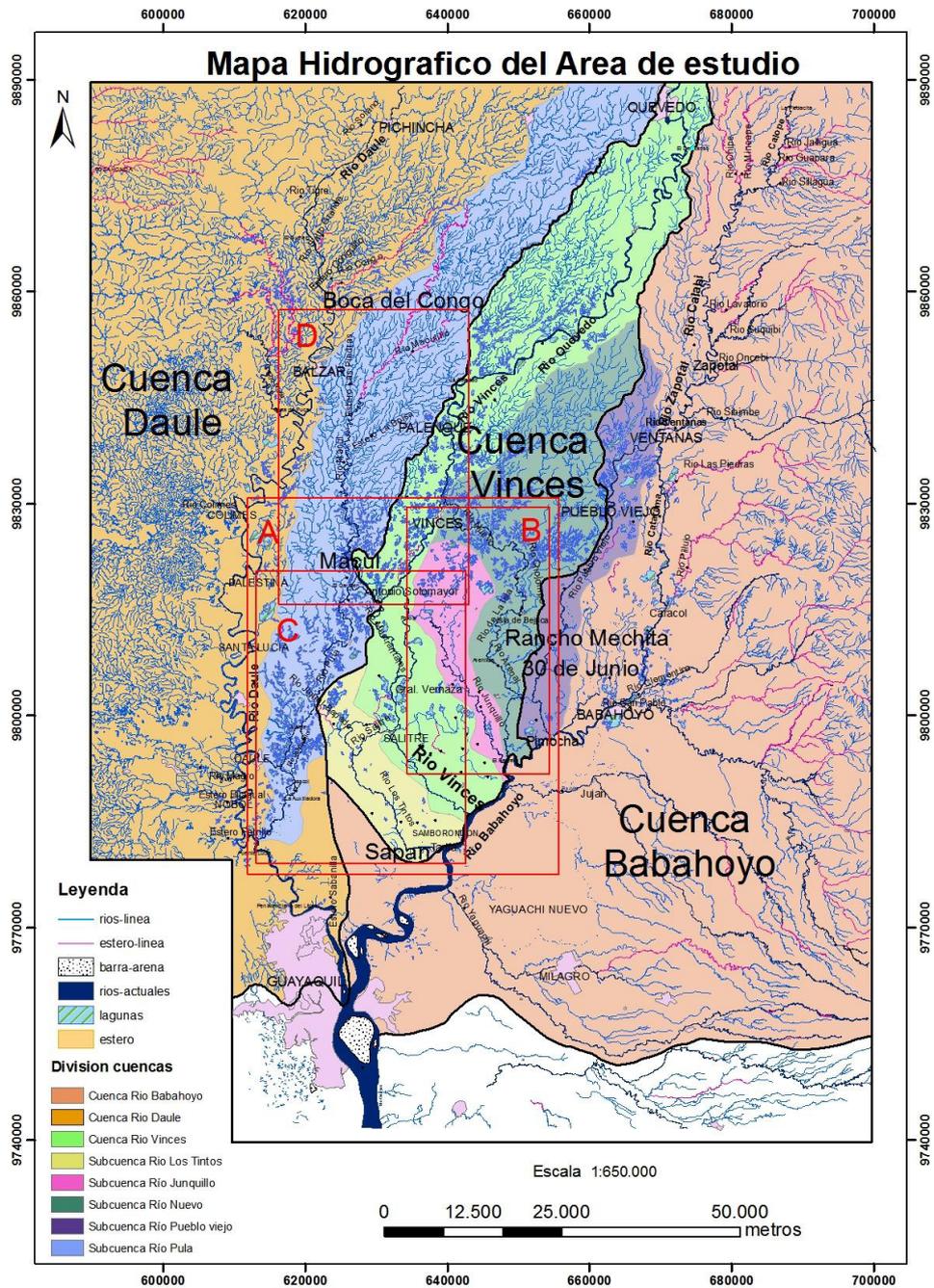
realizar formas escalonadas. Este comportamiento lo mantiene hasta su desembocadura en el Río Guayas, en el sector de La Puntilla. Geográficamente no es muy claro cual de los ríos constituye río arriba la continuación natural del Río Babahoyo. Sin embargo, se considera aquí como su extensión al norte la sucesión Río Catarama-Ventanas-Zapotal-Calabí-Calope, que es aparentemente la más larga. El río en total muestra un desnivel de 172 m de altura en un tramo de estudio de 240 km. con lo que su pendiente es de 0,07%. Si se considera solo el Río Babahoyo sensu stricto, la pendiente es de 0,006%. El Río Babahoyo supera el caudal del Río Daule en un orden de 60% en verano y 66% en invierno (CAAM 1996) **[3]**.

En el Río Babahoyo-Catarama-Ventanas-Zapotal-Calabí-Calope, tributan por su margen izquierda los ríos que vienen desde la Cordillera Occidental, tales como los ríos Jalligua, Guapara, Sillagua, Lavatorio, Suquibi, Oncebi, Sibimbe, Las Piedras, Pijullo, Clementina, San Pablo, Jujan y Yaguachi. Por su margen derecha están los ríos Minoape, Chipe, Pueblo Viejo, Nuevo, Junquillo, Vinces y Los Tintos.

Hacia la cabecera del Río Babahoyo, el Río Calope (que cambia su nombre al del Río Calabí, en el sector con el mismo nombre), recibe el caudal del Río Suquibi en el margen izquierdo 3km arriba de Zapotal.

En el poblado de Zapotal el río toma este nombre y recibe en su margen izquierda el Río Oncebi. Cerca de la ciudad de Ventanas, el Río Zapotal se une con el Río Sibimbe proveniente del este y forma el Río Ventanas. A 2,5 km. el Río Ventanas se bifurca originando el Río Pueblo Viejo y en este sector el río toma el nombre de Río Catarama. Aguas abajo 7,4 km. recibe el Río Las Piedras. Siguiendo aguas abajo, el Río Pijullo se une al Río Catarama, por el sector el Caracol. Avanza al Sur con dirección Suroeste, donde recibe al Río Clementina. En menos de 1 km. confluye con el Río San Pablo en la ciudad de Babahoyo, donde finalmente el río toma el nombre de Río Babahoyo.

En el margen derecho del Río Babahoyo, tributa el Río Pueblo Viejo que nace del Río Ventanas, cerca de la ciudad de Ventanas. Es alimentado en parte por lagunas alargadas situadas al Norte de ese sector, cerca de la zona de separación del Río Ventanas. Este río en su trayecto recibe pocos afluentes. El Río Babahoyo recibe también en la margen derecha, los afluentes Río Nuevo, Junquillo, Vincés y Los Tintos, que fueron detallados en la parte de la Cuenca del Río Vincés.



Mapa # 3. 3. Mapa Hidrográfico del área de estudio. Los extractos **A, B, C, D**, corresponden a las figuras 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8 respectivamente. **Elaboración:**

Guaranda-Muñoz, 2008.

3.5 CLIMA

La Cuenca Hidrográfica del Guayas está influenciada fuertemente por la posición geográfica en la que se encuentra. La Cuenca del Guayas se ubica dentro de una zona de transición de clima a escala continental. Esta zona comprende: los efectos fuertes de la corriente fría de Humbolt que se extiende hacia el Norte, lo que da un clima desértico hasta Tumbes, excepto en época del fenómeno del Niño y el clima ecuatorial o tropical húmedo que predomina desde el norte de Ecuador hacia Colombia. Por esta situación la cuenca está ubicada entre el semi-desierto de la Península de Santa Elena y Manabí al Oeste y las faldas tropicales húmedas de la Cordillera Occidental al Este. La cuenca depende principalmente para su disponibilidad de agua del clima tropical húmedo de la pendiente de la Cordillera Occidental de los Andes.

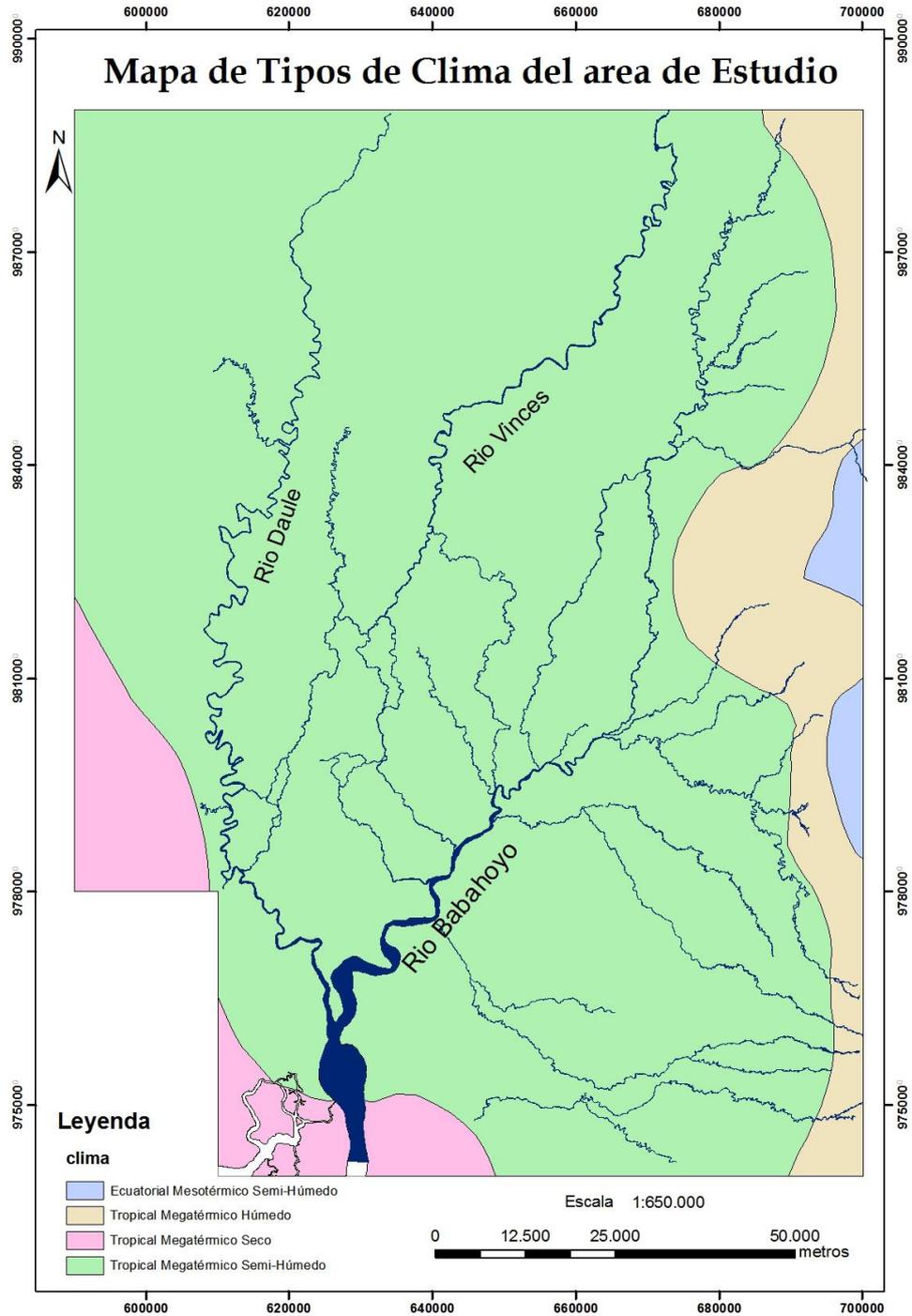
Para analizar los diferentes tipos de climas que se encuentran en la zona de estudio, se ha escogido el mapa de climas del Ecuador (*Ver mapa 3.4*) realizado por el PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agrícola) y el MAE (Ministerio de Agricultura del Ecuador):

Clima tropical megatérmico semi-húmedo: Ocupa la mayor parte de la zona de estudio, con un área de 1`300.000 ha aproximadamente. El total pluviométrico anual de esta zona va de 1000 a 2000 mm recogidos de diciembre a mayo. La estación seca es muy marcada de junio a noviembre. La temperatura media varía entre 24° C a 26° C [33] (*Ver mapa 3.4*).

Clima tropical megatérmico húmedo: Este clima es importante para la subsistencia de la cuenca y se encuentra ubicado en las faldas de la Cordillera Occidental con un área de 142000 ha en el área de interés. La precipitación anual varía generalmente entre 1500 a 3000 mm. Las lluvias se concentran en un periodo único de diciembre a abril, siendo el clima seco el resto del año. Las temperaturas medias fluctúan entre 18° C a 26° C y la humedad relativa varía entre 70 y 90 % según la época [33] (*Ver mapa 3.4*).

Clima tropical megatérmico seco: Comprende un área de 87.000 ha dentro de la zona de interés. Las temperaturas medias anuales varían entre 24° C a 26° C. Las precipitaciones anuales van desde 750 a 1000 mm. La vegetación está constituida principalmente de un bosque seco en donde predominan los ceibos [33] (*Ver mapa 3.4*).

Clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo: Es el clima característico de la región interandina. En la zona de interés tiene poca importancia, pues corresponde a una pequeña área de 19700 ha aproximadamente. La temperatura media anual comprende generalmente entre 16° a 24° C pero pueden en ocasiones ser inferiores en las vertientes menos expuestas al sol. Las temperaturas picos no sobrepasan los 30° C en la zona de interés. Dependiendo de la altitud y la exposición, la humedad relativa varía entre el 65 y el 85%. La precipitación anual fluctúa entre 1500 a 2000 mm y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y de octubre a noviembre. La estación seca que va desde junio a septiembre es muy marcada **[33]** (*Ver mapa 3.4*).



Mapa # 3. 4. Mapa de Tipos de Clima del área de estudio. **Fuente:**

PRONAREG - MAG. **Edición:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Uno de las consecuencias más importantes del efecto del clima que afecta a la cuenca son las inundaciones. Estas inundaciones ocurren **periódicamente** en época de lluvia, ocasionan grandes pérdidas económicas todos los años, tanto por desbordamiento de los ríos como por anegamiento. Los casos más graves están localizados en la parte baja de la cuenca del Guayas, entre los ríos Daule y Babahoyo. (PIGSA-CEDEGE) [7]. (Ver fig. 3.2)

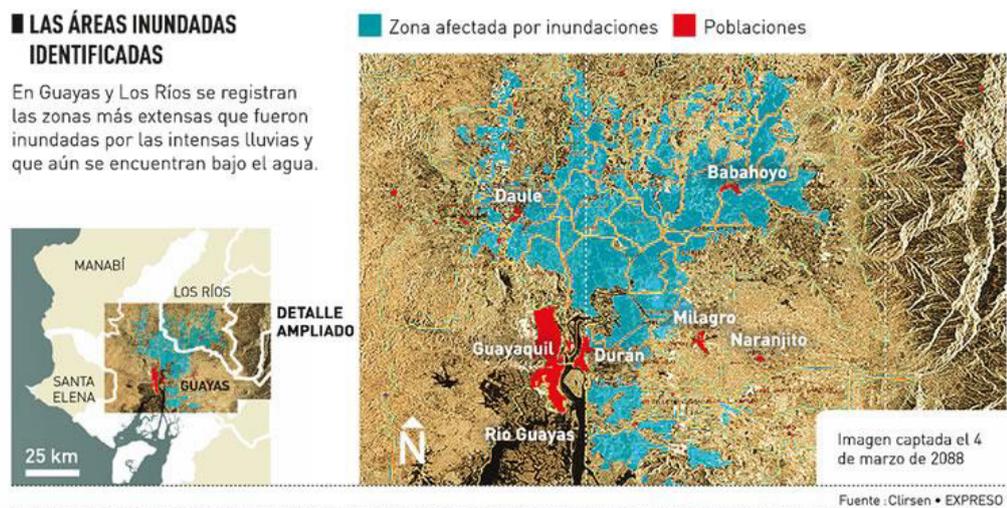


Fig. 3.9. Zonas afectadas por las inundaciones entre los Ríos Daule y Babahoyo. Imagen captada el 4 de marzo de 2008 por el CLIRSEN. **Fuente:** Diario Expreso.

Las inundaciones en la parte baja de la Cuenca del Río Guayas se deben principalmente a tres factores (CEDEGE) [7]:

1. Falta de capacidad portante de los ríos.
2. Deficiente drenaje de los suelos caracterizados por una baja permeabilidad.
3. Influencia de la marea, que ejerce una especie de tapón que impide o retrasa el drenaje de las aguas.

Se considera además la interferencia antrópica en el drenaje que puede empeorar la situación de las inundaciones.

La intrusión de la marea se realiza en gran parte del curso inferior de la Cuenca del Guayas por su escaso relieve. Esta intrusión alcanza hasta la ciudad de Daule por el Río Daule y hasta la ciudad de Babahoyo por el Río Babahoyo. En meses de estiaje cuando la escorrentía disminuye y el caudal es bajo, la influencia de la marea llega particularmente por el Río Daule hasta la Capilla, a veces hasta Palestina a 120 km. al norte de Guayaquil (CEDEGE) [34].

La cuenca es susceptible a los efectos de los Fenómenos del Niño y la Niña, cuya interacción determina la variedad climática de la región. El fenómeno de El Niño, presente en varias ocasiones desde el principio del siglo XX, y que evidencia con una frecuencia cada vez mayor su presencia devastadora, ha alterado el patrón de los caudales y su

influencia en las inundaciones. Se conoce que los períodos 1982-1983 y 1997-1998 del fenómeno del Niño se manifestaron con más fuerza y tuvieron impactos socio-económicos importantes, debido quizás a la poca capacidad de respuesta que tiene el país para prevenir desastres y sus efectos posteriores. [7]

Lo inverso a las inundaciones son las sequías. La escasez de lluvias se soporta en un período relativamente más largo que el de las crecientes. Sus efectos son negativos sobre la producción agrícola e hidroeléctrica y contrario de lo que sucede, con la presencia de las inundaciones, donde los períodos posteriores generalmente producen cosechas extraordinarias.

El período de sequía más dañino registrado en los últimos cincuenta años, es el período 1977-1979, y, el año más seco absoluto en el mismo período es el año 1978 [7].

CAPÍTULO IV. Análisis de las características geomorfológicas de la zona de estudio.

4.1. ANÁLISIS GLOBAL DE LA RED DE DRENAJE

El objetivo está dirigido a esquematizar una representación de la red de drenaje de la zona de estudio, para luego identificar los sectores de interés para un análisis detallado con la base de las fotografías aéreas georeferenciadas.

Este análisis global se lo realizó en escala 1:250000 con cartas topográficas a escala 1:250000, adquiridas en el Instituto Geográfico Militar (IGM), las cuales son:

- Guayaquil
- Babahoyo
- Portoviejo
- Santo Domingo

Esta parte se realizó en dos etapas:

- La primera fase consistió en el diseño a mano de la red de drenaje tal como aparecen en las hojas topográficas. Este gráfico incluye los ríos actualmente activos, esteros y zonas de pantanos que presentan relaciones obvias con la red de drenaje actual.
- La segunda etapa consistió en digitalizar el mapa diseñado anteriormente utilizando el programa ArcGIS Version 9.0, para obtener una presentación coherente con los documentos georeferenciados.

4.1.1 Análisis global

Como se ha mencionado anteriormente, la zona de estudio está caracterizada por tres cuencas principales: Cuenca del Río Daule, Cuenca del Río Vinces y Cuenca del Río Babahoyo (*Ver Mapa 4.1*). Las cabeceras de estos ríos se encuentran en las pendientes de la Cordillera Occidental. Estos a su vez se unen para formar el Río Guayas, el cual desemboca al Océano Pacífico a través del Golfo de Guayaquil.

Estos ríos cambian de nombre administrativamente, a excepción del Río Daule el cual se mantiene con el mismo nombre desde la confluencia de los ríos Pescadillo y de Oro. El Río Vinces desde su cabecera empieza con el nombre de Quevedo hasta a la altura de la ciudad de Vinces, en donde toma el nombre de la ciudad. El Río Babahoyo posee una toponimia más variada: Calope, Calabí, Zapotal, Ventanas, Catarama y Babahoyo.

En el norte de la zona de estudio, la red de drenaje representada tanto por los ríos como los esteros, tiene una orientación general hacia el suroeste. En la parte central se observa un cambio de orientación general N - S. Al sur, la red de drenaje cambia nuevamente su dirección general hacia el sureste.

Cuenca del Río Daule

La Cuenca del Río Daule tiene una forma alargada (de 130 Km. por 51 Km. aproximadamente). El Río Daule ocupa una posición occidental en la zona de estudio (*Ver Mapa 4.1*), cuya dirección al norte desde su cabecera es de Noreste-Suroeste, atraviesa toda la cuenca de interés hasta desembocar en el Río Guayas. En la parte central toma la dirección N-S por un trayecto de 50 Km. En los últimos 30 km. vuelve

a dar una vuelta dirigiéndose al Sureste hasta su confluencia con el Río Babahoyo.

No presenta meandros desarrollados en la parte Norte. En la parte central, tramos del río empiezan a hacerse rectos con direcciones hacia el Sureste. Desde el sector Boca de Puca hasta el sector La Esperanza se evidencia un comportamiento anormal del río, presentando tramos rectos con varias direcciones (*Ver figura 4. 34*).

A lo largo de todo el curso del río se evidencian meandros y cauces abandonados, tanto en el lado derecho como en el izquierdo de su cauce. El cantón Santa Lucía está asentado justo en un meandro abandonado del río, en el lado izquierdo de éste.

El Estero Sabanilla, con dirección N-S, se conecta al Río Daule donde hace un codo a la derecha para desembocar al sur hacia el Río Guayas.

La Cuenca del Río Macul-Pula está localizada al este del Río Daule. Al oeste del Río Macul se presencia un tramo abandonado del mismo río, el cual va desde la Cooperativa Nuevo Manantial hasta el sector El Carmen donde se une con el Río Pula (*Ver Mapa 4.1*).

Cuenca del Río Vinces

La Cuenca del Río Vinces tiene una forma muy alargada (de 117 Km. por 30 Km. aproximadamente). El Río Vinces ocupa una posición central en la zona de estudio (*Ver Mapa 4.1*). Desde el límite Norte de la zona de interés el Río Vinces corre en dirección de N-S hasta el cantón Mocache, en donde cambia progresivamente su curso hacia el suroeste. En este tramo del río, los esteros y las lagunas al norte y al sur, incluyendo el Río Macul, también cambian a la misma dirección antes mencionada. Esta dirección permanece aproximadamente hasta el sector La Soledad. Los meandros en este sector son bastante desarrollados.

A la altura del sector Estero de Caña hasta el sector San José de Macul, se encuentra el estero intermitente Pisco (Esteros Santa Martha), que corre entre los ríos Macul y Vinces.

A la altura del sector Antonio Sotomayor, del Río Vinces se separa el Río Mastrantales, el cual es un brazo lateral del río principal. Este río se vuelve a unir al Río Vinces por el sector Gral. Vernaza.

Aguas abajo, el Río Vinces realiza un cambio brusco hacia el este por el sector de Salitre, en donde sigue corriente abajo hasta tributar en el Río Babahoyo.

La Cuenca del Río Nuevo se localiza al este del Río Vinces (*Ver Mapa 4.1*). Se separa del Río Vinces al Norte de la ciudad de Vinces. Comienza con dirección hacia el Sureste hasta el sector Cerrito de Oro, donde cambia al Sur. Situación similar sucede con el Río intermitente Seco de Baba, el cual nace casi dentro de la ciudad de Vinces y que toma dirección semejante al del Río Nuevo hasta el sector de Baba, donde cambia su rumbo al Sur. En este tramo, al Norte del Río Nuevo se aprecian lagunas alargadas con dirección NE-SO, que se distribuyen hasta el Río Pueblo Viejo. Más al Sur, los dos ríos vuelven a sufrir dos desviaciones hacia el Este. El Río Nuevo o de La Isla (Río Arenal en este sector) vuelve a dar una vuelta hacia el Sur. Tanto el Río Nuevo como el Río intermitente Seco de Baba desembocan en el Río Babahoyo.

La Cuenca del Río Junquillo está localizada al este del Río Vinces (*Ver Mapa 4.1*). Nace del Río Vinces a la altura del sector Potosí. Aguas abajo, por el sector Las Marianitas, el Río Junquillo tiene el mismo comportamiento al de los Ríos Seco de Baba y Nuevo. Éste da un cambio brusco en la dirección de su curso hacia el oeste presentando

tramos rectos hasta el sector El Descanso. Desemboca al Río Babahoyo, en el sector El Recreo en el mismo sector en que lo hace el Río Seco de Baba.

Cuenca del Río Babahoyo

La Cuenca del Río Babahoyo tiene una forma alargada (de 145 Km. por 55 Km. aproximadamente). El Río Babahoyo y sus extensiones río arriba ocupa la posición oriental en la zona de estudio, al pie de la Cordillera Occidental Andina (*Ver Mapa 4.1*). Éste al norte recibe el nombre de Zapotal hasta la altura de la ciudad de Ventanas recibe el nombre de Río Ventanas. Más al sur con el nombre de Catarama. Generalizando, tiene una dirección de N-NE a S-SW hasta la altura de la ciudad de Babahoyo donde se une al Río San Pablo y al Río Clementina para formar el Río Babahoyo que corre hacia el suroeste producto de la Falla Guayaquil-Babahoyo que tiene la misma dirección (Baldock, 1982) **[25]**.

El Río Ventanas tiene una dirección de NE-SW a la altura de la ciudad de Ventanas, en donde vuelve a la dirección regional por la Hacienda San Enrique.

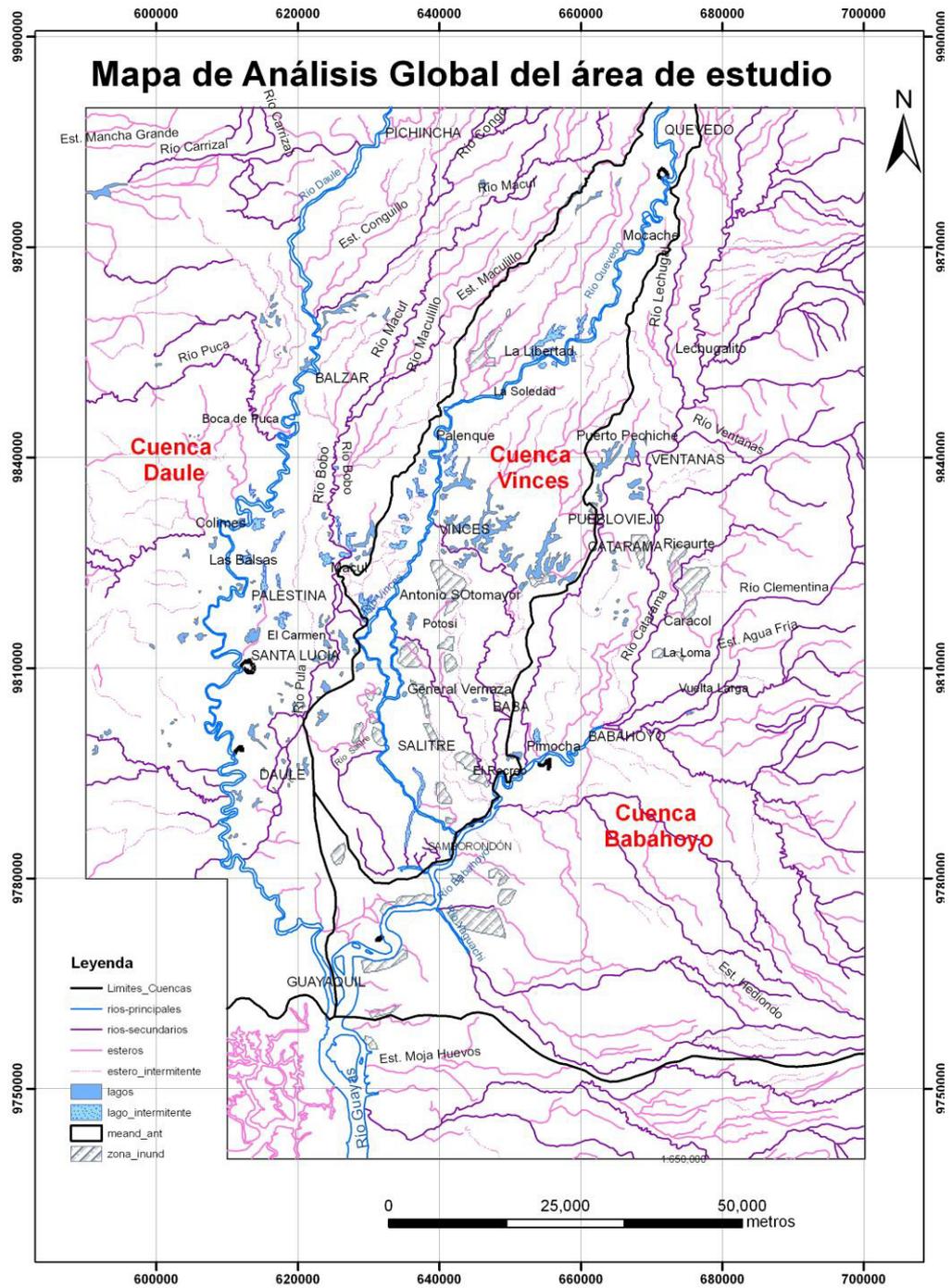
El Río Catarama, a la altura de la Hacienda San Mateo cambia de dirección a NO-SE, hasta el sector La hojita, donde nuevamente toma su dirección regional N-S. Por el sector Caracol, el Río Catarama vuelve a cambiar de dirección al NNE-SSO. La dirección del río se mantiene hasta la altura del sector La Loma, donde nuevamente retoma la dirección regional N-S. Por el sector Vuelta Larga, el río toma la dirección de NO-SE hasta unirse con los ríos Clementina y San Pablo para formar el Río Babahoyo.

La Cuenca del Río Pueblo Viejo está localizada al oeste del Río Ventanas-Catarama (*Ver Mapa 4.1*). El Río Pueblo Viejo se origina en el sector Puerto La Julia. Toma la dirección del Río Ventanas hasta la Hacienda San Eduardo para luego correr hacia el sur.

Al este del Río Pueblo Viejo se observa un estero que corre paralelo al río. En hojas topográficas 1:50000 que sirven de base para la georeferenciación de las fotografías aéreas, se identifica claramente un paleocauce denominado como Cauce antiguo del Río pueblo Viejo. Al sur de este paleocauce se confunde con los esteros allí existentes y hace difícil su análisis.

Al oeste del Río Pueblo Viejo, también se identificó un estero que corre paralelo al río, desde el sector San José de Tierras Coloradas hasta el sector Los Troncos. Este estero parece conectarse al Río La Isla por medio de un pequeño estero llamado El Chorro.

A seis kilómetros de su desembocadura, por el sector La Carolina, el Río Pueblo Viejo realiza una vuelta brusca hacia la derecha hasta unos pocos más de un kilómetro donde recupera su dirección anterior hasta desembocar en el Río Babahoyo.



Mapa 4.1. Mapa del Análisis de la red de drenaje global del área de estudio.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

4.2. PREPARACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE TELEDETECCIÓN.

La preparación de los documentos consiste en obtener mapas homogéneos de la superficie de la zona de estudio mediante programas de teledetección.

Las operaciones sucesivas son las siguientes:

1. Rasterización de la información.
2. Realización de fotomosaicos
3. Cartografía de referencia
4. Georeferenciación.

4.1.1 Rasterización de la información

Como primera etapa se digitalizaron 1354 fotografías aéreas de 23 x 23 cm. para luego ser utilizadas en formato digital. Esto se realizó en el campamento de CEDEGE, en Chongón.

El escaneo se lo hizo en un escáner A4 con una resolución de 300 dpi adquiriendo cada fotografía una dimensión de 22.86 x 21.59 cm. Estas fotografías no se pudieron escanear en su totalidad, dejando un pequeño borde que se ubica en la parte menos interesante o duplicada en la parte anterior o siguiente. Las fotografías corresponden al año 1966 al 1968 a escala 1:20 000.

4.1.2 Georeferenciación

El siguiente paso es la corrección geométrica de las fotos escaneadas. Estas correcciones geométricas consisten en hacer correcciones digitales de las fotografías escaneadas en comparación con los mapas topográficos. Para esto se usaron las hojas topográficas correspondientes a la Cuenca del Guayas en formato digital DWG de diferentes años dadas por CEDEGE y proporcionadas a este organismo por el IGM.

Para cada foto se realizó una distribución de puntos de control uniforme, de manera que el error sea menor de 1 píxel (*Ver subcapítulo 2.3.1.2. 5*). Generalmente el error estuvo dentro de 0.109 píxeles (*Ver Anexo A*), de este modo las fotografías obtienen las coordenadas de las hojas topográficas y su datum WGS84 Zona 17 Sur.

4.1.2.1 Realización de fotomosaicos

Dado el número de fotos y el tiempo requerido para realizar su respectiva georeferenciación una por una, se realizaron agrupaciones de fotografías que fueron georeferenciadas en conjunto. Estas agrupaciones de fotografías ó fotomosaicos se las hizo con el programa PHOTOSTICH Versión 3.1.

En el proceso de unión de fotografías aéreas se elige la distancia focal en la correspondiente caja de texto que es de 153.20 mm.

Se elige el **ajuste de la técnica de disparo**, en este caso se seleccionó *Imágenes digitalizadas en secciones*, el cual produjo menos error en la realización de cada fotomosaico.

En esta fase del estudio se usó el proceso automatizado de fusión. Sin embargo existe una opción de ajuste manual.

4.1.2.2 Cartografía de referencia

Se usaron las hojas topográficas sectorizadas del I.G.M. en formato DWG para la base cartográfica de referencia (*Ver Anexo B*). Estas hojas topográficas se prepararon en el programa ARCGIS 9 Version 9.0, donde se hizo la separación en las capas **ríos, vías, lagunas y antrópicos** de cada hoja a usarse para tenerlas en formato ESRI shapefile (.shp). Este formato es compatible con el programa ERDAS 8.5 que se usó para la georeferenciación.

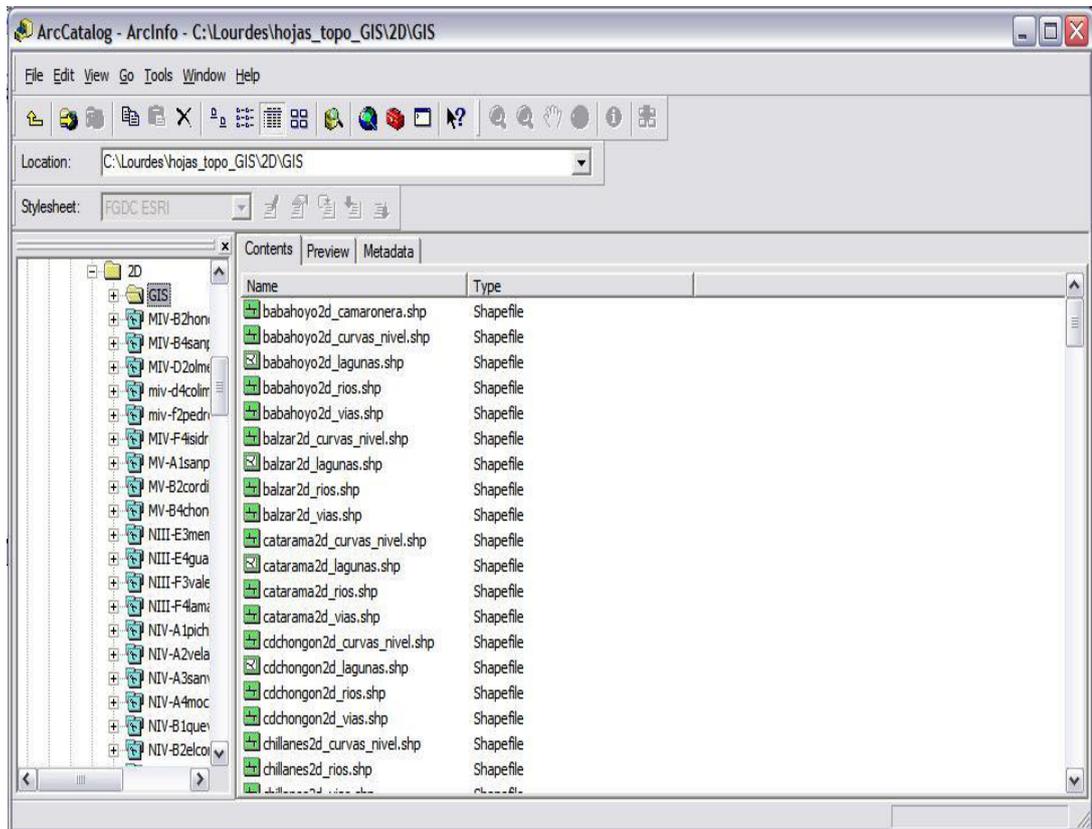


Fig. 4.1. Detalle de las capas realizadas en ARCGIS Versión 9.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

4.1.2.2. Proceso de Georeferenciación

Finalizado la unión de las fotografías en mosaicos en el programa PHOTOSTICH y las capas de datos topográficos en formato ESRI shapefile (.shp), se procedió a realizar la georeferenciación de los fotomosaicos en el programa para Teledetección Erdas Imagine 8.5.

Los pasos para realizar esto son los siguientes:

1. El primer paso consiste en abrir la imagen a georeferenciar en un primer Viewer y la hoja topográfica de referencia en otro Viewer. Estos dos Viewer se los visualiza simultáneamente en la pantalla con la opción "Tile Viewer".
2. Una vez finalizado el procedimiento anterior, se procede a la Georeferenciación dando clic izquierdo en la opción "Raster" de la imagen a georeferenciar.
3. Se escoge la opción Geometric Correction en donde se despliega la ventana "Set Geometric Model", y se elige el tipo de modelo geométrico, en este caso se trabajó con el modelo Polinomial.

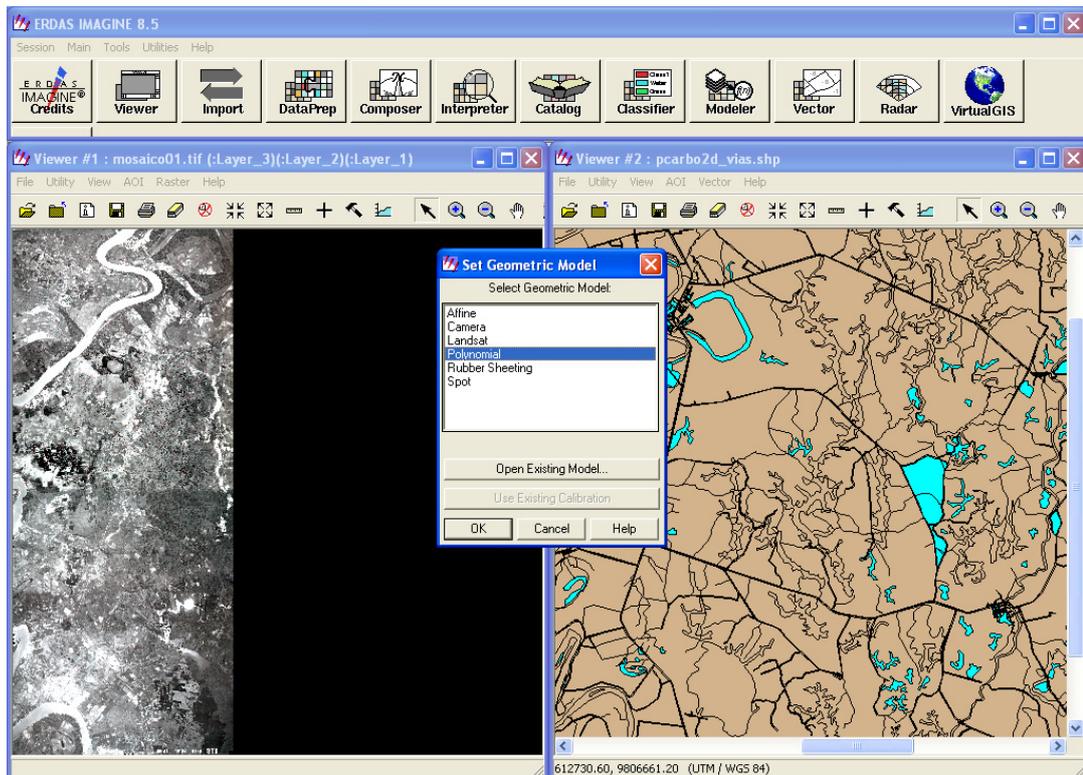


Fig. 4.2. Selección del modelo geométrico. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

Después de seleccionar el modelo polinomial se selecciona el orden del polinomio.

Para este estudio se escogió un polinomio de primer orden debido a que se trata de una zona con relieve que no supera los 20 m. sobre el nivel del mar en su mayor parte.

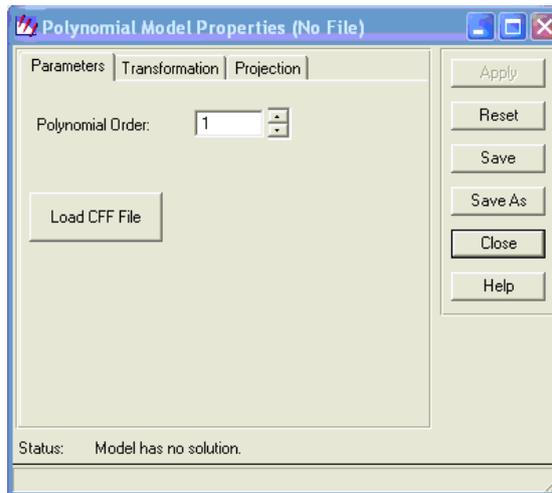


Fig. 4.3. Orden del polinomio. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

El programa requiere seleccionar la hoja topográfica para conocer la referencia que va a tener la imagen a georeferenciar.

Se abren dos ventanas adicionales que ayudan a la localización de los puntos de control homólogos, en la fotografía aérea y en el mapa topográfico. Para colocar el punto una vez localizado se activa para cada uno el icono **Create GCP**  como se observa en la figura 4. Se selecciona el punto en la fotografía y luego la ubicación del mismo en la hoja topográfica. En la tabla de la ventana "GCP Tool" se observa como este punto de control se posiciona con respecto a la coordenada de la hoja georeferenciada y el error entre los dos puntos.

A continuación se ubican y colocan los puntos de control necesarios según el criterio del georeferenciador, teniendo en cuenta que para

cumplir con el tipo de modelo geométrico, en este caso polinomio de primer orden, se debe de colocar un mínimo de tres puntos de control. Para obtener una buena georeferenciación se debe de colocar los cuatro primeros puntos lo más cercano posible a las esquinas del fotomosaico, y ordenarlos según la dirección de las manecillas del reloj.

El resto de puntos de control se los coloca de manera uniforme dentro de toda la imagen.

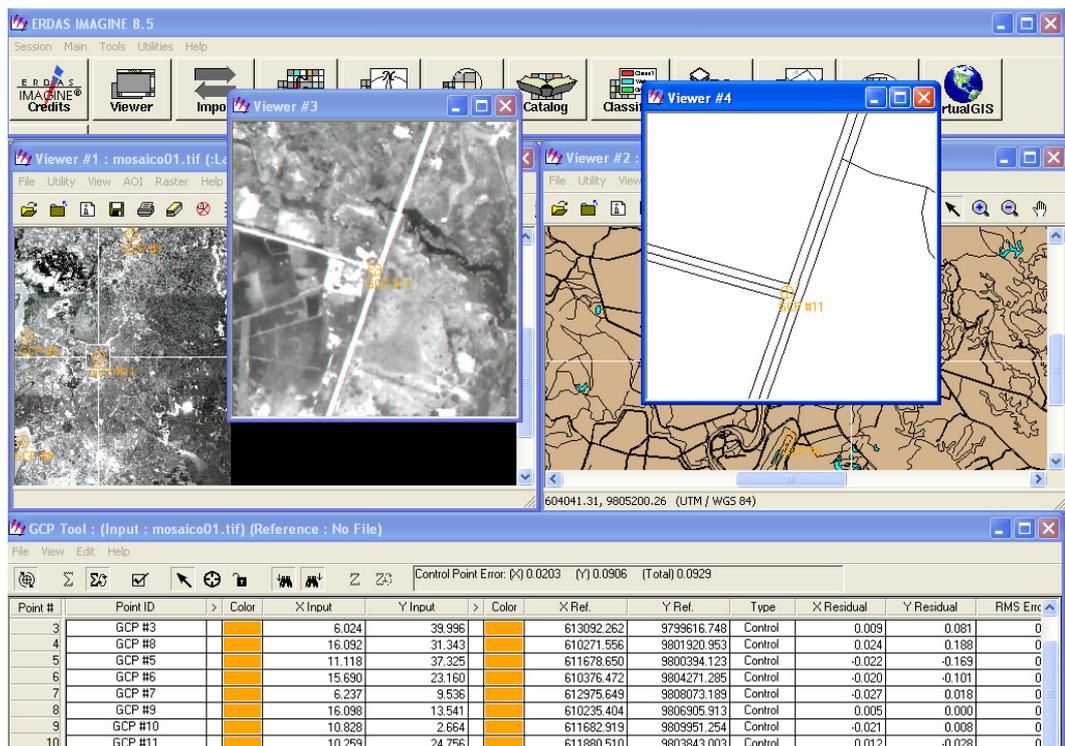


Fig. 4.4. Ubicación y colocación de los demás puntos de control.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

Una vez definidos todos los puntos de control, y con un error menor a 1 pixel (*Ver subcapítulo 2.3.1.2. 5*), (para este caso el resultado del error fue de 0.0929), se procede al respectivo remuestreo. Se va a la ventana ya existente **Geo Correction Tools** y se da clic en el icono “**Resample**”  en donde aparece la respectiva ventana.

Luego se crea el nombre del archivo de salida en formato Tiff en la carpeta ya creada Archivos_Erdas. Debido al tipo de trabajo que se está realizando se escoge Nearest Neighbor como método de remuestreo (*Ver subcapítulo 2.3.1.2. 6*).

Como se indicó en el subcapítulo 2.3 en el Marco Conceptual, en la tabla 2.3 se indica el tamaño del pixel que se obtiene por la resolución y la escala de la fotografía, para este caso el valor es de 1.69 m. Este valor es importante donde se coloca como tamaño de pixel de salida y para efectos de este trabajo se puede redondear el valor a 2 m.

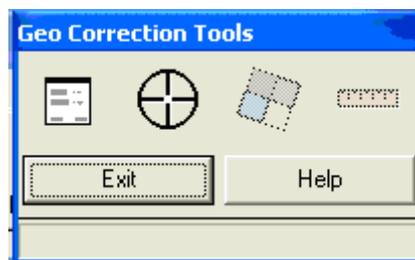


Fig. 4.5. Ventana Geo Correction Tools. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

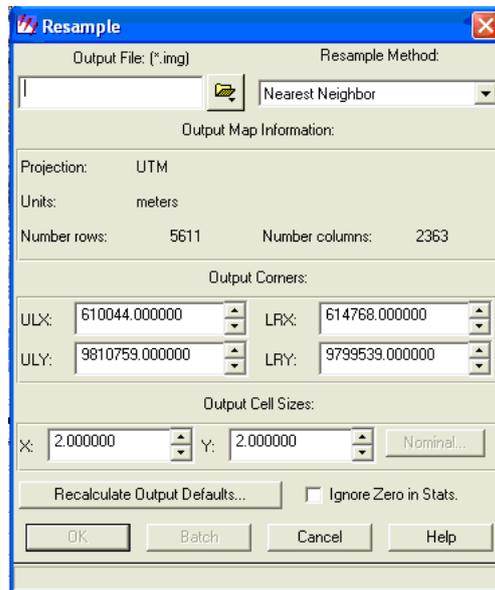


Fig. 4.6 Procesamiento del remuestreo. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008

Como parte de verificación se abre un nuevo Viewer y se va a la opción “File” en donde se abre el fotomosaico ya georeferenciado en la carpeta Archivos_Erdas.

Paso seguido se adjuntan en el mismo Viewer las hojas topográficas de la zona en formato ESRI Shapefile (.shp).

Si el resultado es correcto, se observa como el fotomosaico se superpone prácticamente sobre las hojas topográficas.



Fig. 4.7. Verificación del proceso de rectificación. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

En algunos casos los fотомосаicos ya georeferenciados no se posicionaron correctamente. Estos errores se pueden consultar en el Anexo A. A pesar de los errores, éstos no afectaron a la fase de identificación de las morfologías fluviales por la escala a la que se realizó.

Se añade además que se desconocen datos más precisos de las fotografías como para realizar una ortorectificación (*ver subcapítulo 2.3*) y el trabajo sea mas prolijo respecto a precisión.

4.3. INTERPRETACIÓN DIGITAL DE INFORMACIÓN ADQUIRIDA CON SENSORES REMOTOS.

El estudio de la red de drenaje comprende la identificación de morfologías fluviales tales como: cursos actuales, abandonados, lagos y esteros; análisis de las características geométricas de los cauces y paleocauces identificación de sus conexiones posibles río arriba y río abajo y por ultimo identificación de lineamientos y estructuras relacionadas con el drenaje.

Para la realización de esta etapa se utilizo el software ARCGIS Version 9. Se crearon capas con formato ESRI Shapefile (.shp) para la identificación de las siguientes morfologías fluviales:

- Esteros-polígono
- Esteros-línea
- Ríos-polígono
- Ríos -línea
- Lagunas
- Llanura_desbordamiento
- Barra – arena
- Paleocauces
- Lineamientos
- Lineamientos_interpretados

Es de saber que se usaron capas de polígonos para ríos y esteros que podían medirse el ancho de cauce. Se usaron capas de líneas para ríos y esteros sin ancho considerable.

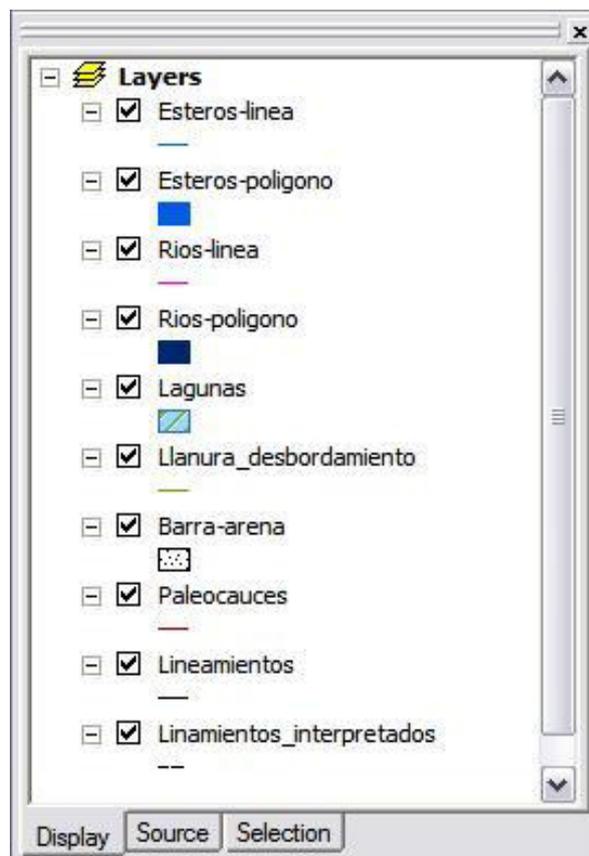


Fig. 4.8. Capas con formato ESRI Shapefile (.shp) creadas en el programa ARCGIS Versión 9. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

4.3.1. Identificación de cauces y Paleocauces

Para la identificación de ríos actuales se trabajó en la capa formato ESRI shapefile (.shp) de polígono llamada **ríos**, identificándose los siguientes ríos, ordenados de la siguiente manera (*Ver Anexo C*):

- a) Daule
- b) Pula
- c) Macul
- d) Jigual-Bapado
- e) Candilejo
- f) Salitre
- g) Los Tintos
- h) Mastrantales
- i) Vincas – Quevedo
- j) Babahoyo – Catarama- Ventanas - Zapotal
- k) Arenal –De la isla- Chojompe- Nuevo
- l) Junquillo
- m) Pueblviejo

Para la identificación de los cauces antiguos se trabajó en una capa formato ESRI shapefile (.shp) de líneas llamado **Paleocauces** y se encontraron los siguientes, ordenados numéricamente (*Ver Anexo C*):

- 1) Meandros abandonados a lo largo del Río Daule
- 2) Paleocauce – Estero Sabanilla hasta Chanduy
- 3) Meandros abandonados a lo largo del Río Babahoyo
- 4) Paleocauce del Río Seco
- 5) Paleocauce Estero La Jigua
- 6) Paleocauce Poza de Jaboncillo y sus dos ramales
- 7) Paleocauce Estero La Javilla
- 8) Paleocauce Maderas Negras
- 9) Paleocauce por el Centro Infantil Campesino
- 10) Paleocauce por el sector Picadura
- 11) Paleocauce Estero Rejo Curado
- 12) Paleocauce Estero Santa Marta (Estero Pisco)
- 13) Paleocauce Estero Morochal
- 14) Meandros abandonados a lo largo del Río Vines – Quevedo
- 15) Paleocauce Estero Zanja de Pérez
- 16) Paleocauce Estero Roncador
- 17) Paleocauce Río La Victoria
- 18) Paleocauce Estero Bejuco Prieto
- 19) Paleocauce Estero Zarza de mate
- 20) Paleocauce Estero Río Viejo
- 21) Paleocauce Estero Rosa de Oro
- 22) Paleocauce Río Seco de Baba

- 23) Paleocauce Estero San Antonio
- 24) Paleocauce Río Perdido
- 25) Paleocauce Estero La Envidia
- 26) Paleocauce al W del Río Pueblviejo
- 27) Cauce antiguo del Río Pueblviejo

A continuación se observan ejemplos de paleocauces identificados nítidamente en las fotografías aéreas como son: Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo (al este) (Ver Fig. 4.9), Paleocauce Estero Santa Martha (Estero Pisco) (Ver Fig. 4.10) y Paleocauce Estero San Antonio (Ver Fig. 4.11).

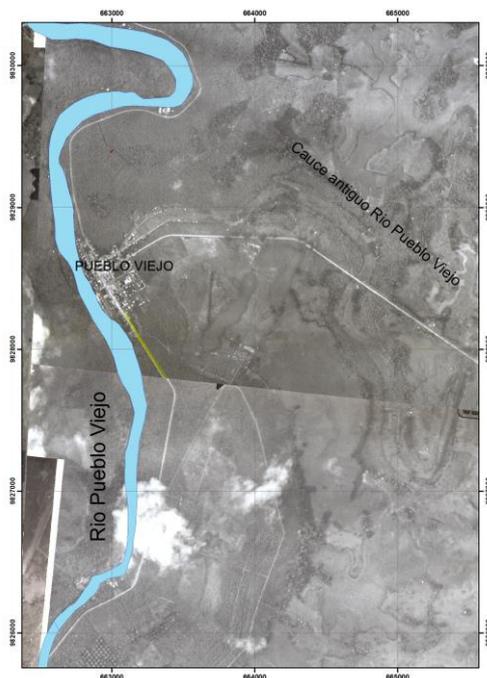


Fig. 4. 9. Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo, identificado en las fotografías aéreas. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

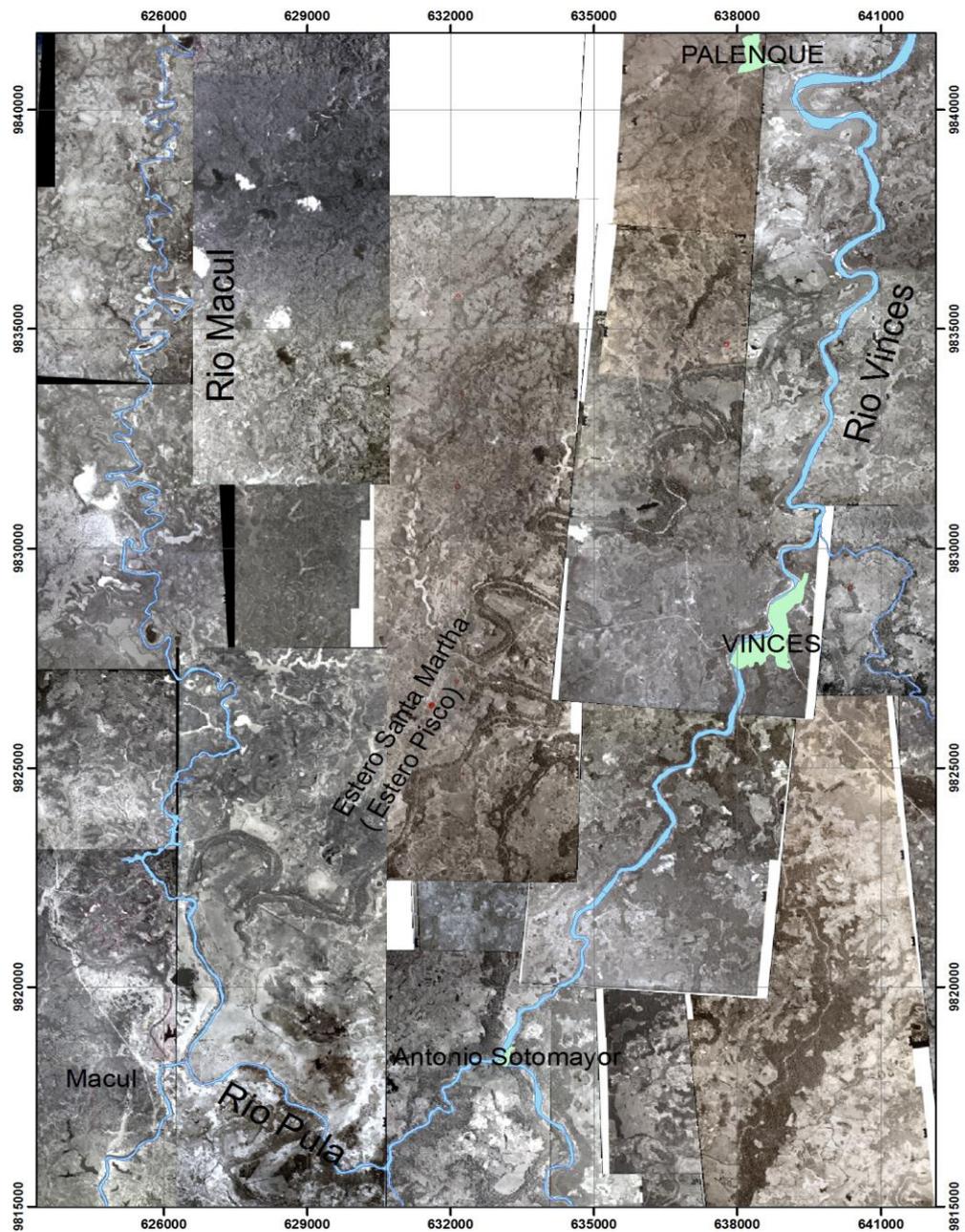


Fig. 4.10. Paleocauce Estero Santa Martha (Estero Pisco), identificado en la fotografías aéreas. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

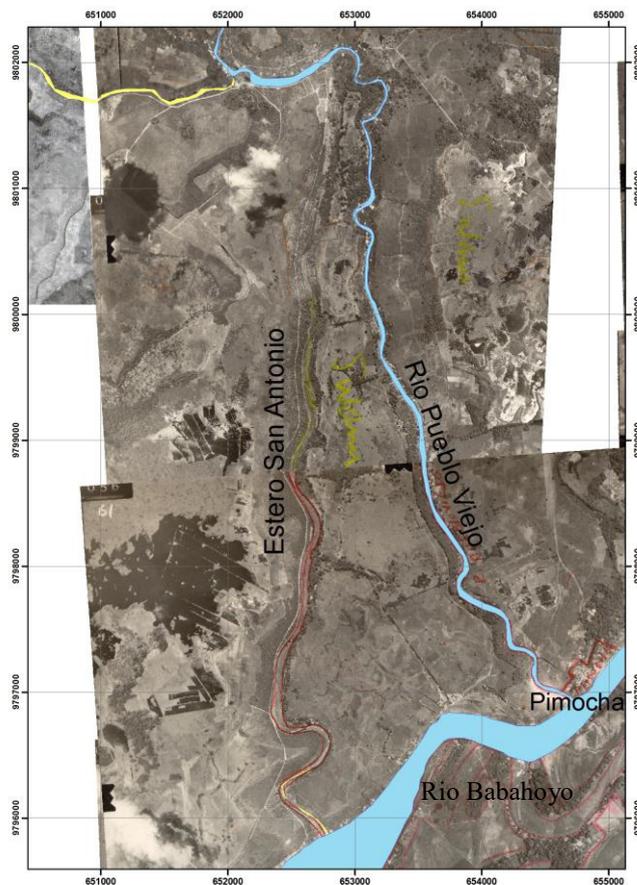


Fig. 4.11. Paleocauce Estero San Antonio, identificado en las fotografías aéreas. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

4.3.1.1 Identificación de morfologías fluviales artificiales.

En la zona de estudio se identificaron unas morfologías particulares en los alrededores del Cerro Samborondon y entre el Río Los Tintos y Río Seco, denominados “campos elevados”, “camellones”, “raised fields” o “waru - waru” (Ver Fig. 4.12 y 4.13). Estas morfologías fluviales son artificiales y se

atribuyen a la Cultura Milagro – Quevedo, etnia Chono, perteneciente al Período de Integración (700 A.C. – 1600 D.C) (2650 BP – 350 BP) (Delgado, 2002) **[35]**.

Los camellones se consideran obras prehispánicas que muestran el buen manejo que han tenido antiguas poblaciones frente a fenómenos de la naturaleza. El sistema de camellones o campos elevados ha servido para controlar las inundaciones en un área de 50 000 hectáreas en la Cuenca Baja del Río Guayas (Denevan y Mathewson, 1983). Este sistema no bloqueaba el curso de los caudalosos ríos de la cuenca sino que facilitaba la entrada de las crecientes a los canales artificiales. Con esto se obtenían los siguientes beneficios (Kashyapa A. S. Yapa) **[36]**:

- Reducir el nivel del río manteniendo los campos agrícolas y partes urbanas secos y seguros.
- Facilitar el transporte mediante los canales
- Traer abono en forma de sedimentos
- Suplir la dieta con fauna acuática.

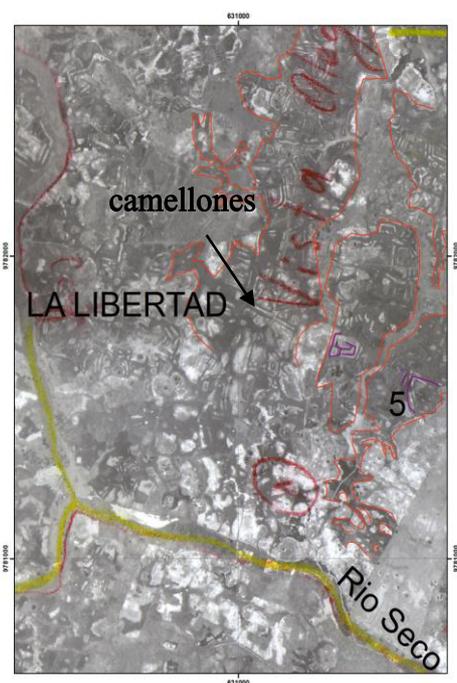
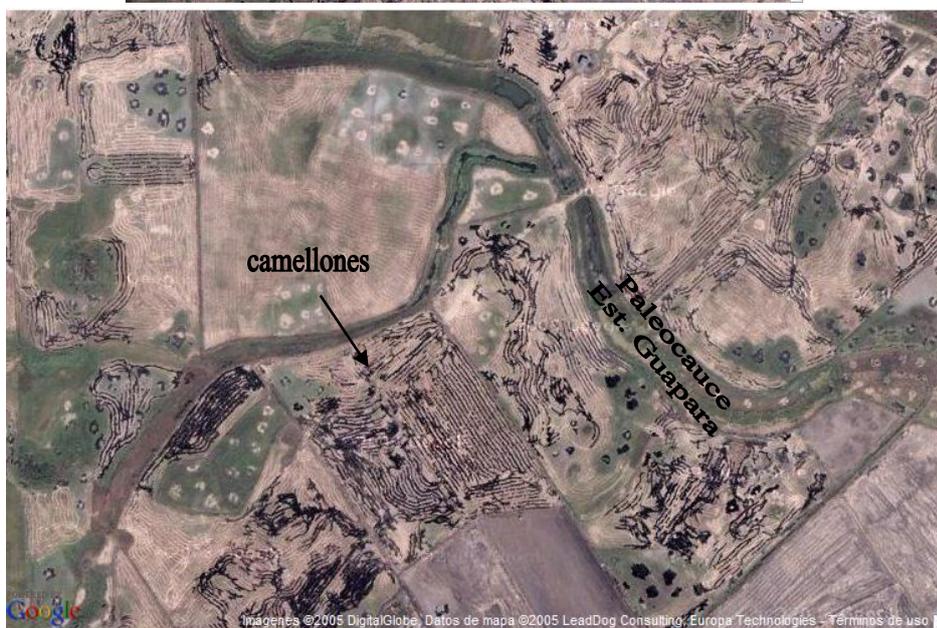
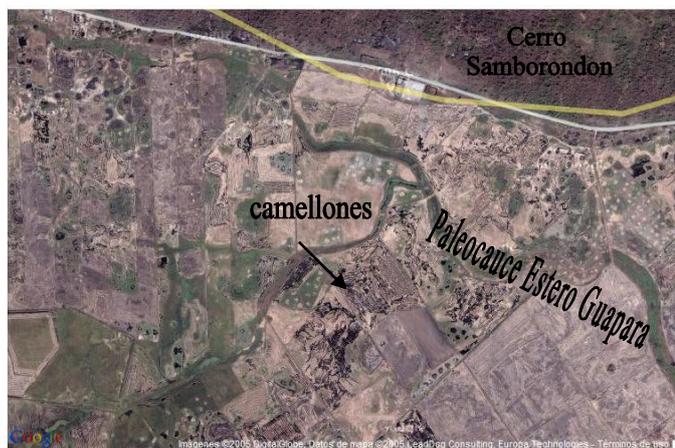


Fig. 4. 12. Campos elevados en el sector del paleocauce Río Seco identificados en las fotografías aéreas y en las imágenes satelitales obtenidas en Google Earth. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

a)



b)

Fig. 4.13. Campos elevados al sur del Cerro Samborondón, en los alrededores del paleocauce Estero Guapara (ramal del paleocauce Poza de Jaboncillo), identificados en las imágenes satelitales en Google Earth. **a)** Vista panorámica **b)** Vista a detalle. **Elaboración:**

Guaranda-Muñoz, 2008.

4.3.1.1. Características geométricas de los ríos actuales y de los paleocauces de la zona de estudio

Como características geométricas de los ríos actuales y paleocauces para el análisis se obtuvieron las medidas de la sinuosidad y ancho de los cauces con la ayuda del programa ARC GIS Version 9.

Tal como se indica en el capítulo 2 la sinuosidad de un tramo de río es la relación entre la longitud total del cauce (ver subcapítulo 2.1.4) y la longitud en línea recta del río. Un cauce se considera semirrecto cuando la sinuosidad es menor de 1.1 y se considera meandrónico cuando la sinuosidad es mayor de 1.5. Cuando la sinuosidad se encuentra entre 1.1 y 1.5 se dice que el río es sinuoso (Schumm & Khan, 1972) [6], aunque algunos autores (Brice, 1983) consideran que un río es meandrónico cuando la sinuosidad es mayor de 1.25 [15].

Se calcula con la ayuda del programa ARCGIS Version 9 la longitud del cauce y la longitud del río que se mide en línea recta entre los puntos de inflexión de los meandros. Para esto se crearon tres capas con formato ESRI Shapefile (.shp): **longitud cauce (C)**, **longitud en línea recta (L)** y **puntos** para los puntos de inflexión para cada río y paleocauce.

Con estas medidas se divide la longitud del cauce para la longitud del cauce en línea recta y se obtiene la sinuosidad (**S**).

Para la determinación del ancho del cauce actual y de los anchos de los paleocauces se creó la capa línea **ancho de cauce (A)** para cada uno.

En las tablas siguientes 4.1 y 4.2 se observa para cada río y paleocauce su respectivo cauce, longitud del cauce en línea recta, la sinuosidad y el ancho de cauce.

Tabla 4.1. Características geométricas de los ríos actuales.

Ríos	C (Km.)	L (Km.)	S	Clasificación	A máx. (m)	A mín. (m)
Daule	227,2	140,73	1,614	meándrico	770	80
Pula	61,3	53,44	1,15	sinuoso	83	27
Macul(tramo norte)	66,65	44,04	1,51	meándrico	*	
Macul (tramo sur)	51,83	37,01	1,4	sinuoso	66,6	18,6
Jigual-Bapado	7,86	7,15	1,1	sinuoso	41	21
Candilejo	6,01	5,64	1,07	semirrecto	34,3	16,8
Salitre	9,59	8,84	1,09	semirrecto	50,7	20,2
Los Tintos	24,44	22,28	1,1	sinuoso	151	37,5
Vinces -Quevedo	180,97	141,44	1,28	sinuoso	247	36,6
Arenal - De la isla - Chojompe - Nuevo	70,61	60,61	1,17	sinuoso	82,23	22,38
Junquillo	37,7	31,99	1,18	sinuoso	85,58	14,28
Babahoyo - Catarama - Ventanas - Zapotal - Calabí - Calope	240	178,07	1,348	sinuoso	2981	18,53
Pueblo Viejo	62,09	51,52	1,2	sinuoso	127,67	17
Mastrantales	21,75	18,76	1,16	sinuoso	92,29	19,54
* No se pudo medir el ancho						

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

Tabla 4.2 Características geométricas de los paleocauces identificados.

Paleocauces	# de cauces	A prom.(m)	S	Clasificación
Estero Sabanilla hasta Chanduy	1	301,7	1,61	meándrico
	2	249,41	1,79	meándrico
	3	175,15	1,13	sinuoso
sector Puntilla	1	306,24	*	*
	2	170,4	*	*
	3	385,67	*	*
	4	270,75	*	*
	5	212,01	*	*
Río Seco	1	51,36	1,09	semirrecto
	2	47,55	*	*
Estero Jigua		50,45	1,17	sinuoso
Poza de Jaboncillo	1	342,96	1,06	semirrecto
	2	113,87	*	*
Dos ramales de la Poza de Jaboncillo	1	144,64	1,12	sinuoso
	2	83,41	1,09	semirrecto
	3	312,35	*	*
Estero La Javilla		1,71	1,14	sinuoso
Maderas Negras		96,29	*	*
Sector Las Peñas		37,04	*	*
Sector Picadura		155,06	1,15	sinuoso
Estero Rejo Curado		31,28	1,09	semirrecto
Estero Santa Martha	1	53,26	1,15	sinuoso
	2	75,49	1,15	sinuoso
	3	82,99	1,06	semirrecto
Estero Morochal		33,65	1,03	semirrecto
Estero Zanja de Pérez		104,76	1,5	meándrico
Estero Roncador		89,83	1,16	sinuoso
Por el sector san francisco		33,96	*	*
Río La Victoria		38,17	1,17	sinuoso
Estero Bejuco Prieto		80,53	1,23	sinuoso
Estero Río Viejo		33,67	1,08	semirrecto
Estero Zarza de Mate	1	28,75	*	*
	2	215,28	*	*
	3	133,48	*	*
Estero Rosa de Oro		63,11	1,08	semirrecto
Río Seco de Baba		84,27	1,19	sinuoso
Estero San Antonio		50,93	1,04	semirrecto
Río perdido	1	51,37	*	*
Estero La Envidia		27,04	1,18	sinuoso
W del Río Pueblo Viejo		40,57	1,19	sinuoso
Cauce antiguo Río Pueblo Viejo		85,78	1,24	sinuoso

* no se pudo medir sinuosidad

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

4.3.2. Identificación de conexiones de paleocauces

Con lo observado en el análisis global de la red de drenaje y con las identificaciones de las morfologías fluviales a escala mas detallada se escogieron cuatro sectores de interés en el área de estudio, los cuales se detallan a continuación. Esta sectorización es conveniente para realizar las identificaciones de las conexiones.

SECTOR VINCES (ZONA CENTRAL)

En esta zona las cuencas principales son las siguientes: (*Ver Fig. 4.14.*)

- Cuenca del Río Vinges
- Cuenca del Río Junquillo
- Cuenca del Río Arenal o Nuevo

Se identificaron los siguientes paleocauces: (*Ver Fig. 4.15 - Fig. 4.18.*)

- Río Seco de Baba
- Poza de Jaboncillo y sus ramales
- Río La Victoria
- Estero Bejuco Prieto
- Estero Río Viejo
- Estero Roncador

- Estero Rosa de Oro
- Estero Cañaverl
- Estero de Pavana

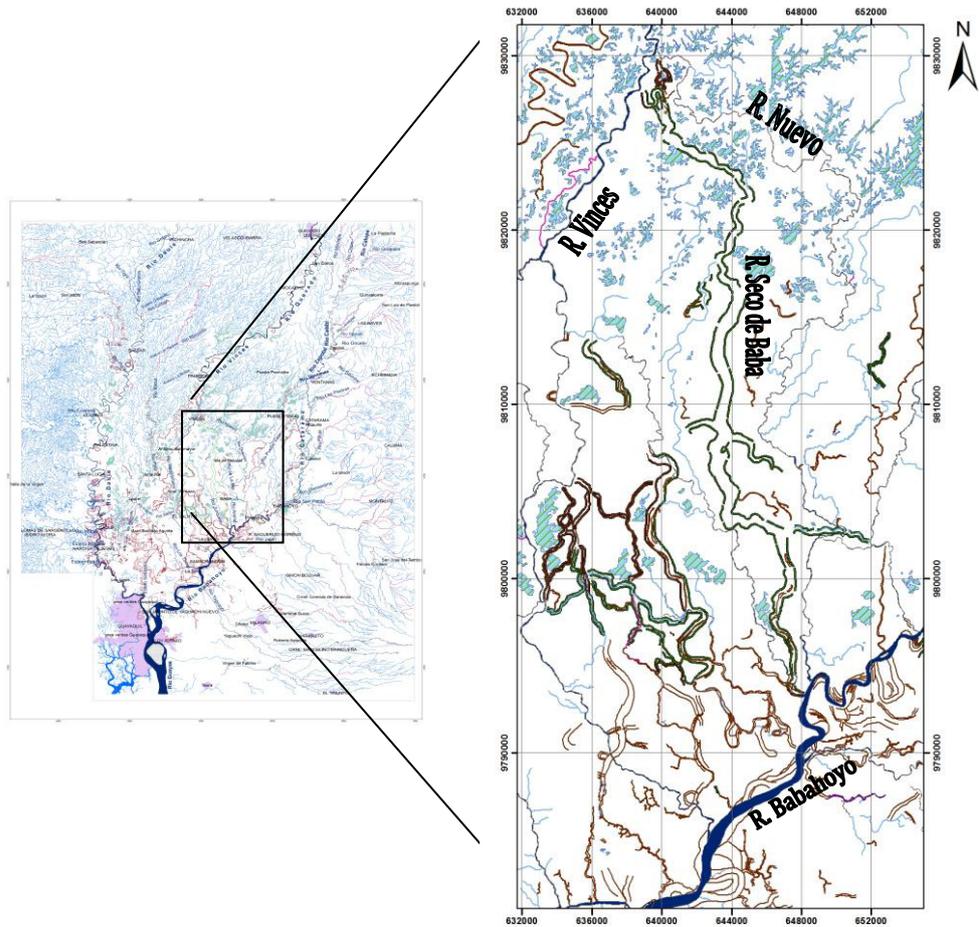


Fig. 4.14. Sector Vinces (zona central). *Elaboración:* Guaranda-Muñoz,

2008

Río Seco de Baba

El Río Seco de Baba, es un paleocauce del Río Vinces tal como lo indica Wolf (*Ver subcapítulo 1.1*). En la actualidad se observa que es un estero remanente (*Ver Fotos # 5.5 – 5. 11*). Se origina casi dentro de la ciudad de Vinces. Tiene una dirección subparalela al del Río Nuevo, entre el Río Vinces y éste.

La conexión aguas abajo del Río Seco de Baba con el Río Babahoyo se observa claramente en las fotografías aéreas. Su desembocadura se encuentra donde actualmente desemboca el Río Junquillo hacia el Río Babahoyo cerca del sector El Recreo. Río arriba, el Río Seco de Baba continúa hasta la cercanía de la ciudad de Vinces, zona en la que su cauce se acerca al del Río Vinces. Esta conexión no se la distingue a simple vista debido a que la ciudad de Vinces se asentó justo en ese sector (*Ver Fig. 4.15*).

No se observa una faja fluvial definida debido al estado de abandono que lo categoriza. Pese a este se observa tanto en las fotografías aéreas como en las observaciones de campo una llanura de desbordamiento poblada de vegetación frondosa.

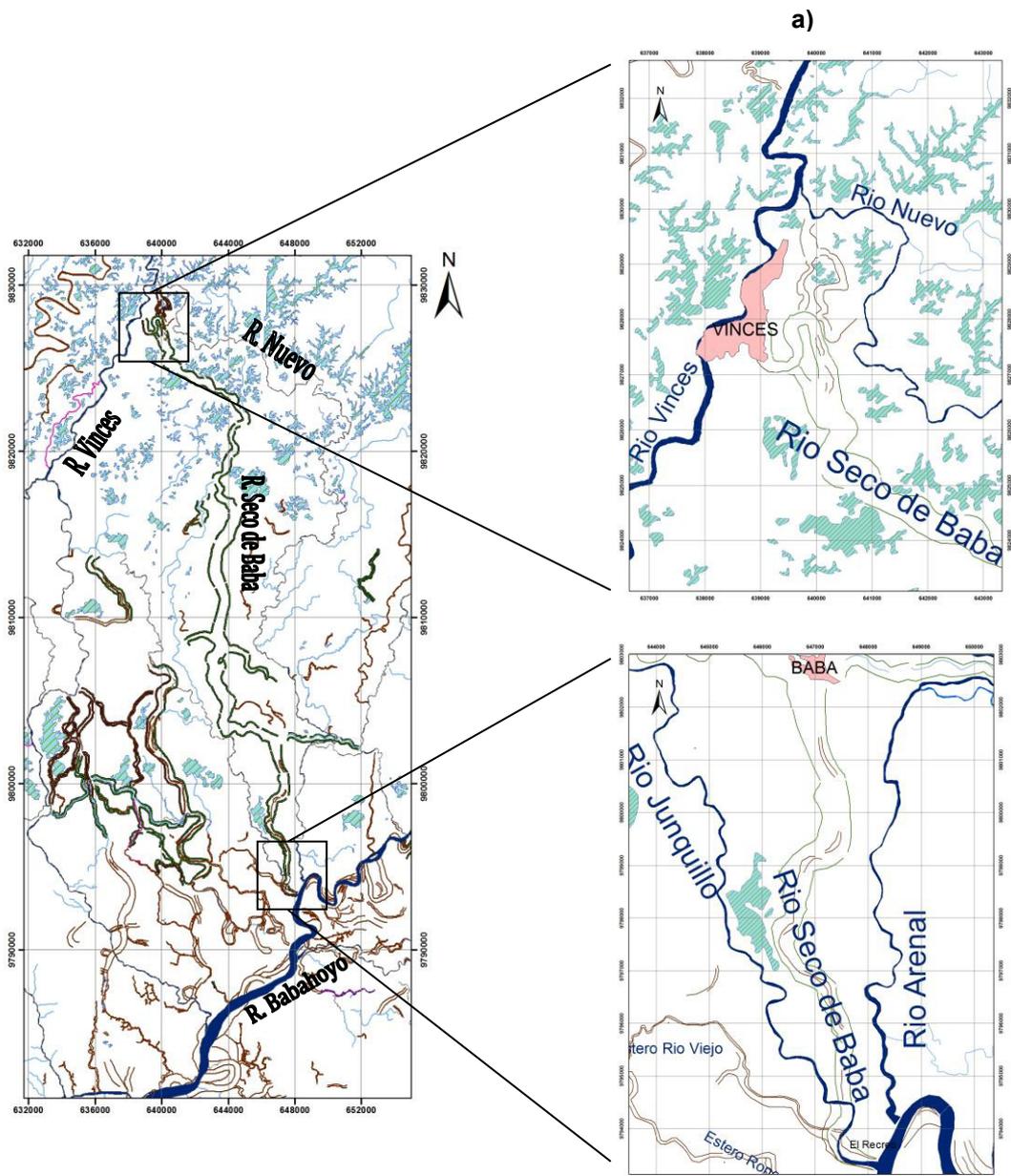


Fig. 4.15. Conexiones Río Seco de Baba. **a)** Conexión aguas arriba del Río Seco de Baba con el Río Vinces en la ciudad de Vinces. Ésta está totalmente abandonada **b)** Zona de confluencia aguas abajo del Río Seco de Baba con el Río Babahoyo. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008

Poza de Jaboncillo y sus ramales

El paleocauce Poza de Jaboncillo se identificó visiblemente por su nitidez y continuidad. Presenta un ancho promedio de 343 m. (*Ver Tabla # 4. 2*).

No se observa una continuidad clara hacia el norte, lo que se observa es una continuidad aparente hacia el Estero Rompe Hato. Avanzando hacia el sur la Poza de Jaboncillo bordea el cerro de Samborondon al oeste. Terminando el cerro este cauce se divide en dos cauces de menor ancho. Uno tiene como remanente el Estero Guapara que continua casi al borde del cerro y desemboca en un meandro antiguo del Río Babahoyo. El otro tiene el Estero Sapan y desemboca en el Río Los Tintos (*Ver Fig. 4.16*).

El Río Vinces cruza el paleocauce Poza de Jaboncillo, 7 km. antes de la confluencia con el Río Babahoyo. Sin embargo, el paleocauce Poza de Jaboncillo no presenta una faja fluvial definida.

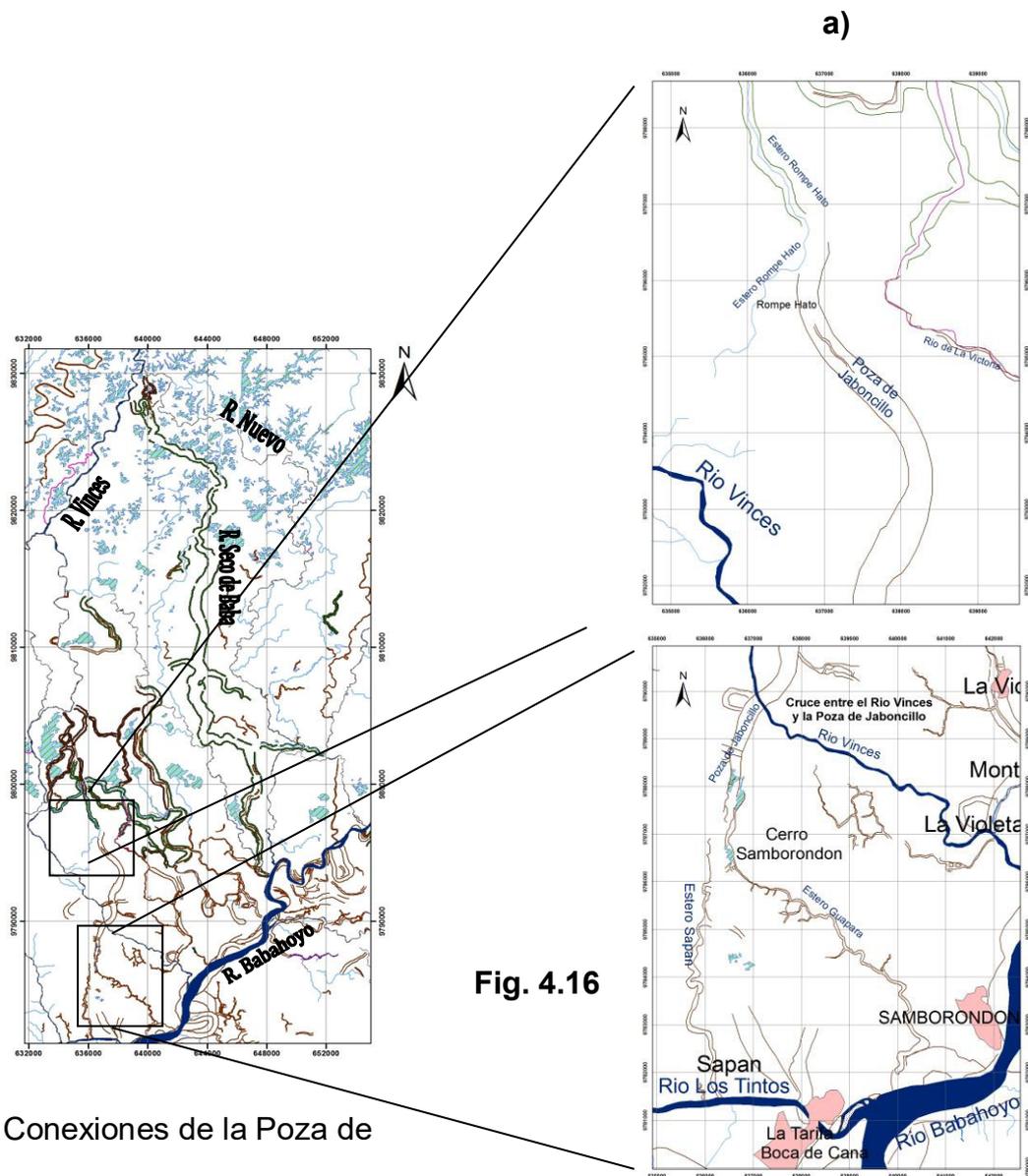


Fig. 4.16

Conexiones de la Poza de

Jaboncillo y sus ramales. **a)** Parte norte

del paleocauce Poza de jaboncillo sin continuidad clara aguas arriba **b)** cruce

del Río Vinces y la Poza de Jaboncillo y confluencia del último con el Río

Babahoyo, a través de dos esteros. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Paleocauces entre el Río Vinces y el Río Junquillo

En esta zona se observan varios cauces abandonados enlazados entre si, como son: Estero Cañaveral, Estero Roncador, Estero Rosa de Oro, Estero Río Viejo, Estero Bejuco Prieto, Río La Victoria.

Desde el norte se observa la conexión aguas arriba entre el Estero Cañaveral y el Río Junquillo, por el sector El Resbalón. Se observa además el Estero Chontal que sigue su curso entre el Estero Cañaveral y el Río Junquillo hasta que desemboca en el último por el sector El Progreso. Siguiendo al sur, el Estero Cañaveral se conecta con el Estero Roncador (*Ver figura 4.17*).

En el sector Barrio Nuevo (H. El Tillo) se observa la conexión entre el Estero Roncador y el Estero Río Viejo. A 2,7 Km. al sur, ambos esteros se unen por la Hacienda América, en donde el estero Roncador continúa en dirección NO-SE hasta desembocar aguas abajo en el Río Babahoyo. Por el contrario el Estero Río Viejo hace un meandro hacia la izquierda y retoma el sentido de dirección del Estero Roncador, cambiando el nombre más al sur por Bejuco Prieto. La conexión aguas abajo de este último estero es poco clara con el estero Roncador (*Ver figura 4.17*).

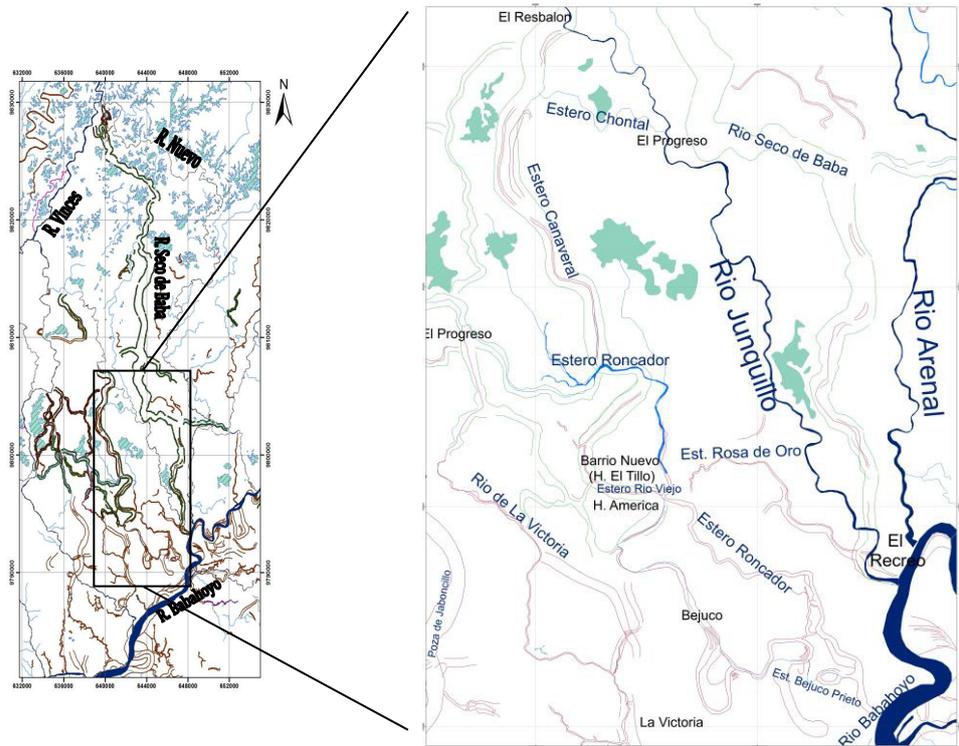


Fig. 4.17. Conexiones de los esteros Cañaveral - Roncador – Río Viejo – Bejuco Prieto – Rosa de Oro. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

A 600 metros de la Hacienda América, se observa el Estero Rosa de Oro que tiene una boca hacia el Estero Roncador y al este presenta una desembocadura hacia el Río Junquillo (Ver figura 4.17).

En las fotografías aéreas los esteros mencionados anteriormente aparecen entrelazados uno con respecto a otro. Es zona es muy dinámica, consecuente a esto no existe faja fluvial definida.

Río La Victoria

El Río de La Victoria se conecta aguas arriba a otro sistema de esteros y cauces parcialmente abandonados hacia la zona central del estudio en la cuenca, por el sector El Progreso. Desemboca aguas abajo en el Río Vinces, por el sector La Violeta. Al este existe otro tramo de este río que desemboca hacia el Río Babahoyo, aunque su conexión aguas arriba no es clara porque el cauce está ocupado por la vegetación en el sector Monte de Abajo (*Ver Fig. 4.18*).

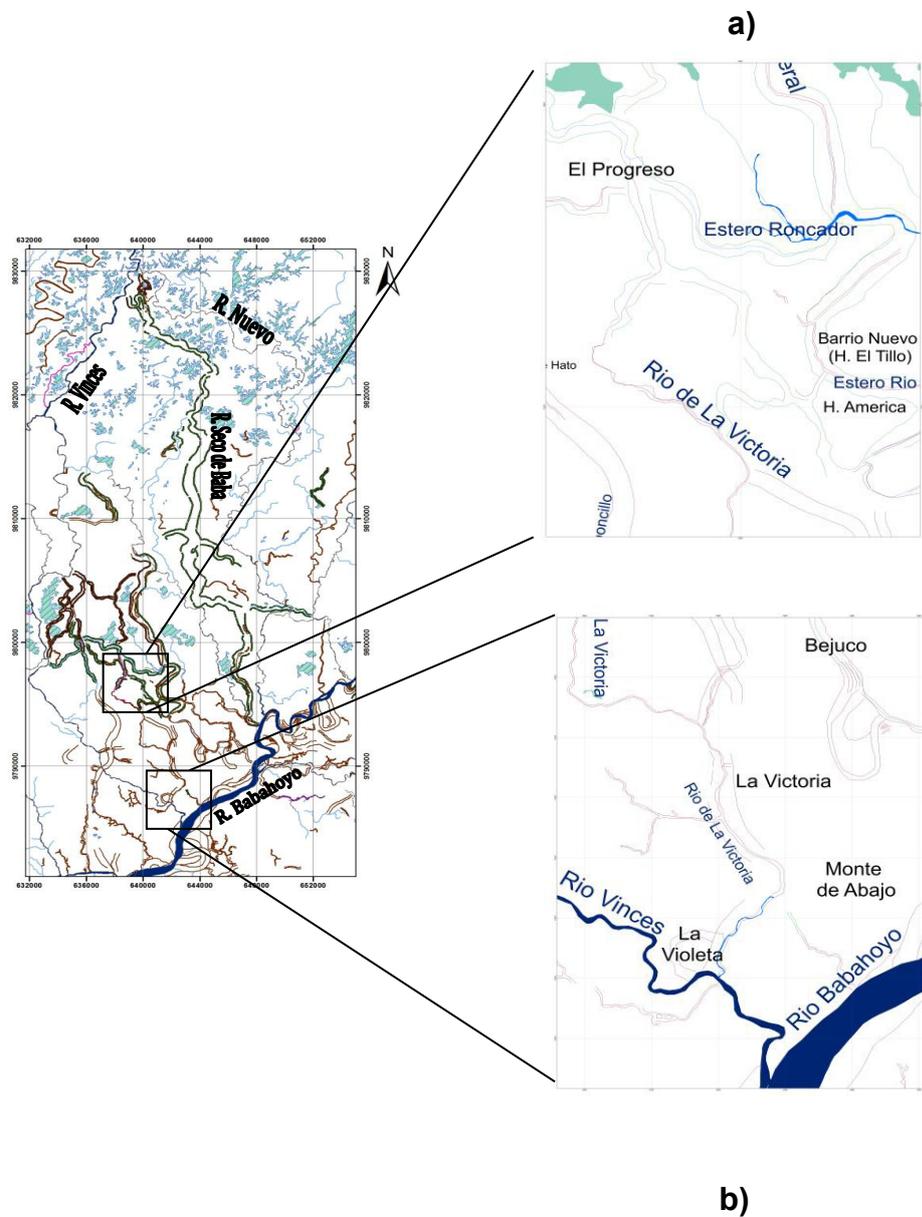


Fig. 4.18. Conexiones Río La Victoria. **a)** conexión aguas arriba a otro sistema de esteros y cauces parcialmente abandonados hacia la zona central. **b)** conexión aguas abajo con el Río Vinges y el Río Babahoyo.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

SECTOR SABANILLA – DAULE PULA

Este sector implica las cuencas de los ríos Daule, Vinces, Pula y Los Tintos (*Ver Fig. 4.19*). Los ríos presentes en este sector son:

- Daule
- Pula
- Cascol
- Bapado
- Candilejo
- Salitre
- Mastrantales
- Los Tintos
- Jaboncillo

Se identificaron en este sector los siguientes paleocauces:

- Estero Sabanilla hasta Chanduy
- Río Seco
- Estero Zanja de Pérez

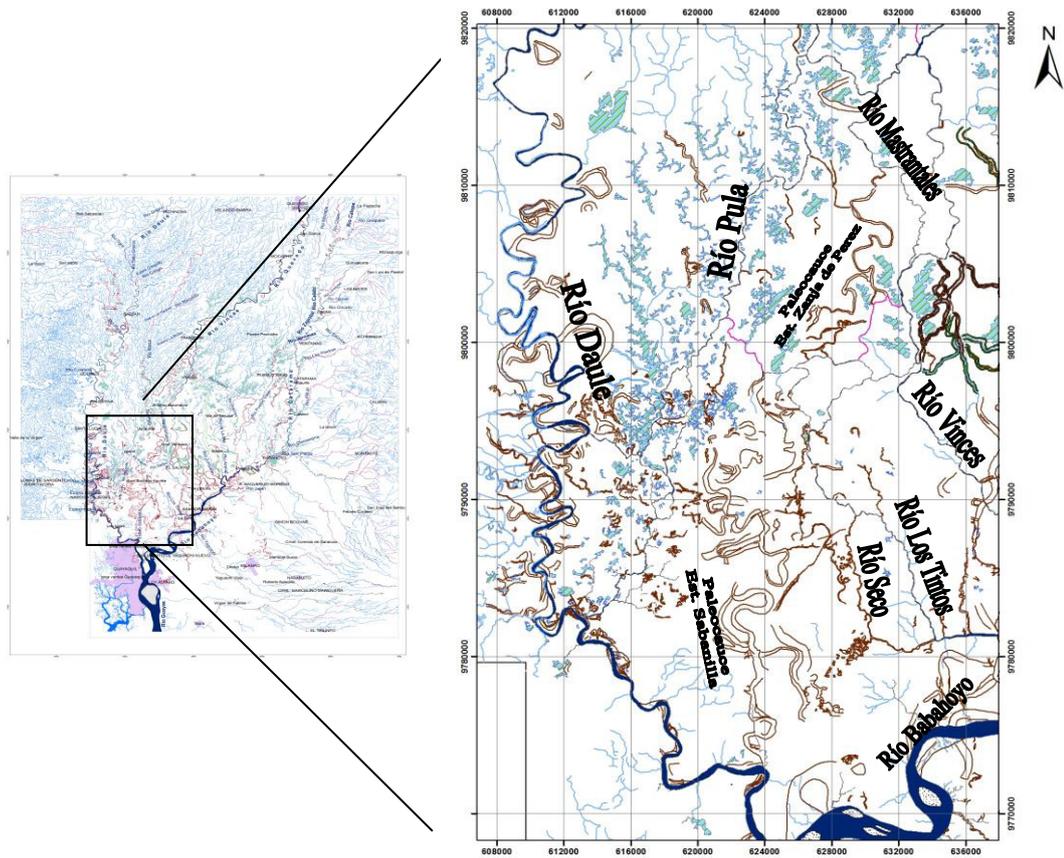


Fig. 4.19. Sector Sabanilla – Daule – Pula. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

Estero Sabanilla

El paleocauce del Estero Sabanilla fue identificado notablemente en tramos discontinuos hasta el sector de Chanduy. Estos tramos del paleocauce son meándricos. El paleocauce en general tiene una orientación N-S. Posee un ancho variable de 146 m. a 534 m., de norte a sur. No presenta una faja fluvial bien delimitada. Está localizado en una zona altamente inundable. En las campañas de campo realizadas y detalladas en el capítulo 5.2 se observó la antropización de este paleocauce a lo largo de la vía La Aurora-La T.

El paleocauce muestra claramente la conexión aguas abajo con el Río Daule por el sector Capricho. Mas al Norte, el lugar de donde se origina este cauce abandonado es incierto. En la figura 4.20 se extiende hacia la zona central hacia el Río Vinces a través del paleocauce Zanja de Pérez.

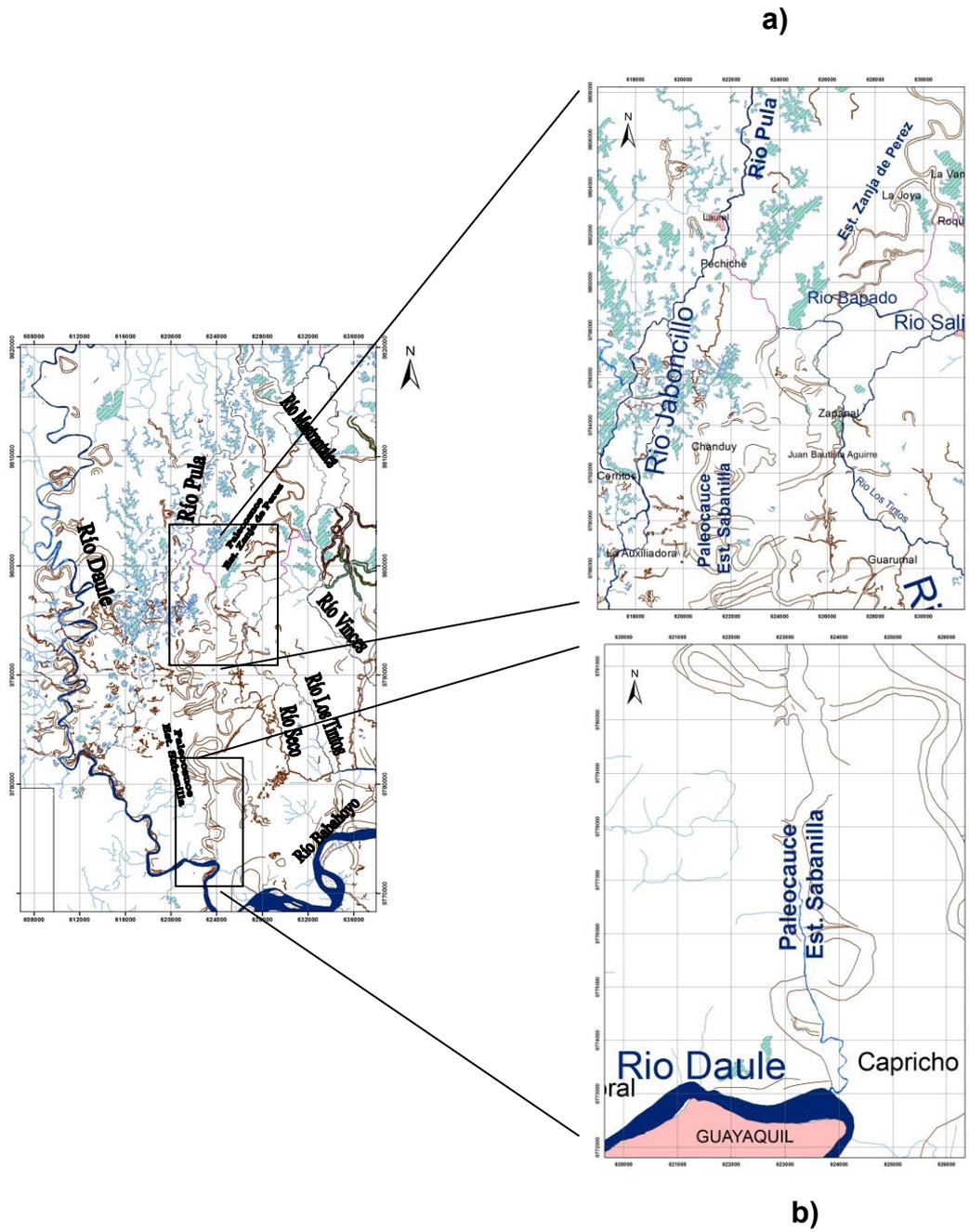


Fig. 4.20. Conexiones del Cauce antiguo del Estero Sabanilla. **a)** Al norte conexión con la zona central a través del paleocauce Zanja de Pérez. **b)** conexión aguas abajo en el Río Daule. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Río Seco

El paleocauce Río Seco es nítido y continuo en todo su trayecto, en la identificación en las fotografías aéreas. Posee un ancho promedio de 48 m. y se ubica al oeste del Río Los Tintos. Este paleocauce muestra las conexiones aguas arriba, por el sector Guarumal y aguas abajo con el Río Los Tintos, en la Boca de Río Seco, muy claras (Ver figura 4.21).

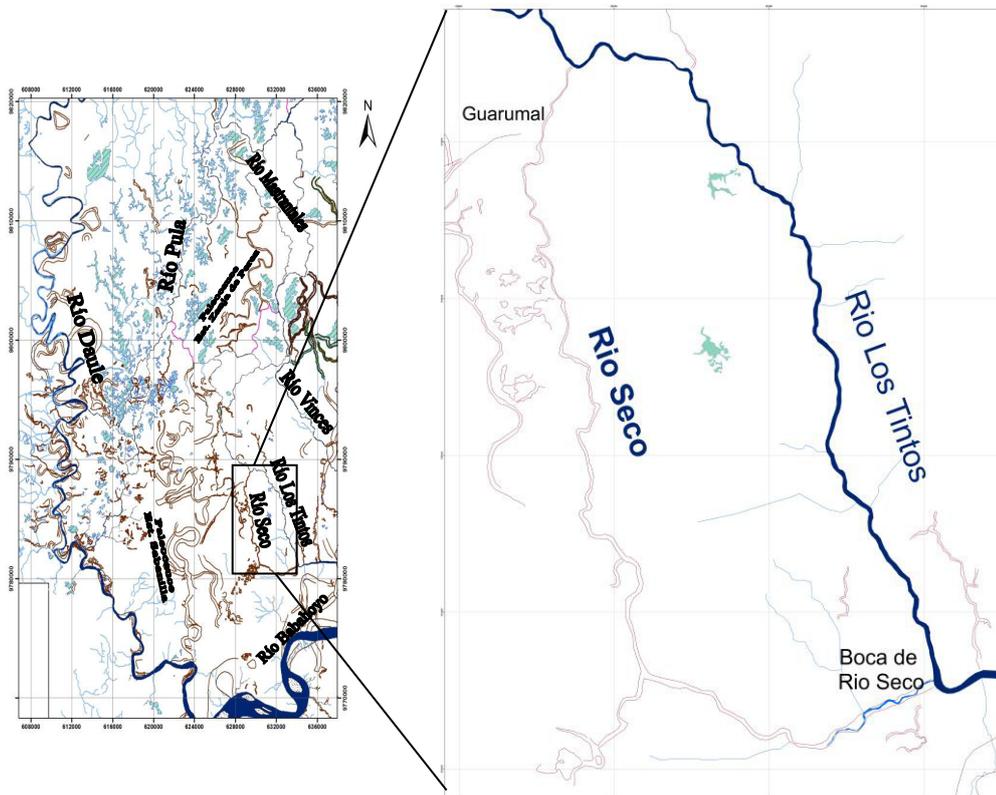


Fig. 4.21. Conexiones del paleocauce Río Seco con el Río Los Tintos.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

Estero Zanja de Pérez

El paleocauce Estero Zanja de Pérez se identificó nítidamente en las fotografías aéreas, en dos tramos discontinuos. Se observó, además que este estero tiene un ancho promedio considerable de 105 m., similar al del río Vinces con 120 m.

La conexión aguas arriba de este paleocauce es notoria con el Río Mastrantales frente al sector La Pelea. La desembocadura se da en un pequeño estero frente al sector Roque. A 1 km. aproximadamente al este del sector La Joya tiene un tramo que se conecta al sur con el Río Candilejo. Si se realiza una visualización general, el Estero Zanja de Pérez tiene una tendencia a conectarse aguas abajo hacia la zona del paleocauce Estero Sabanilla (*Ver figura 4.22*).

Debido al sector en que se encuentra este estero es difícil precisar alguna faja fluvial.

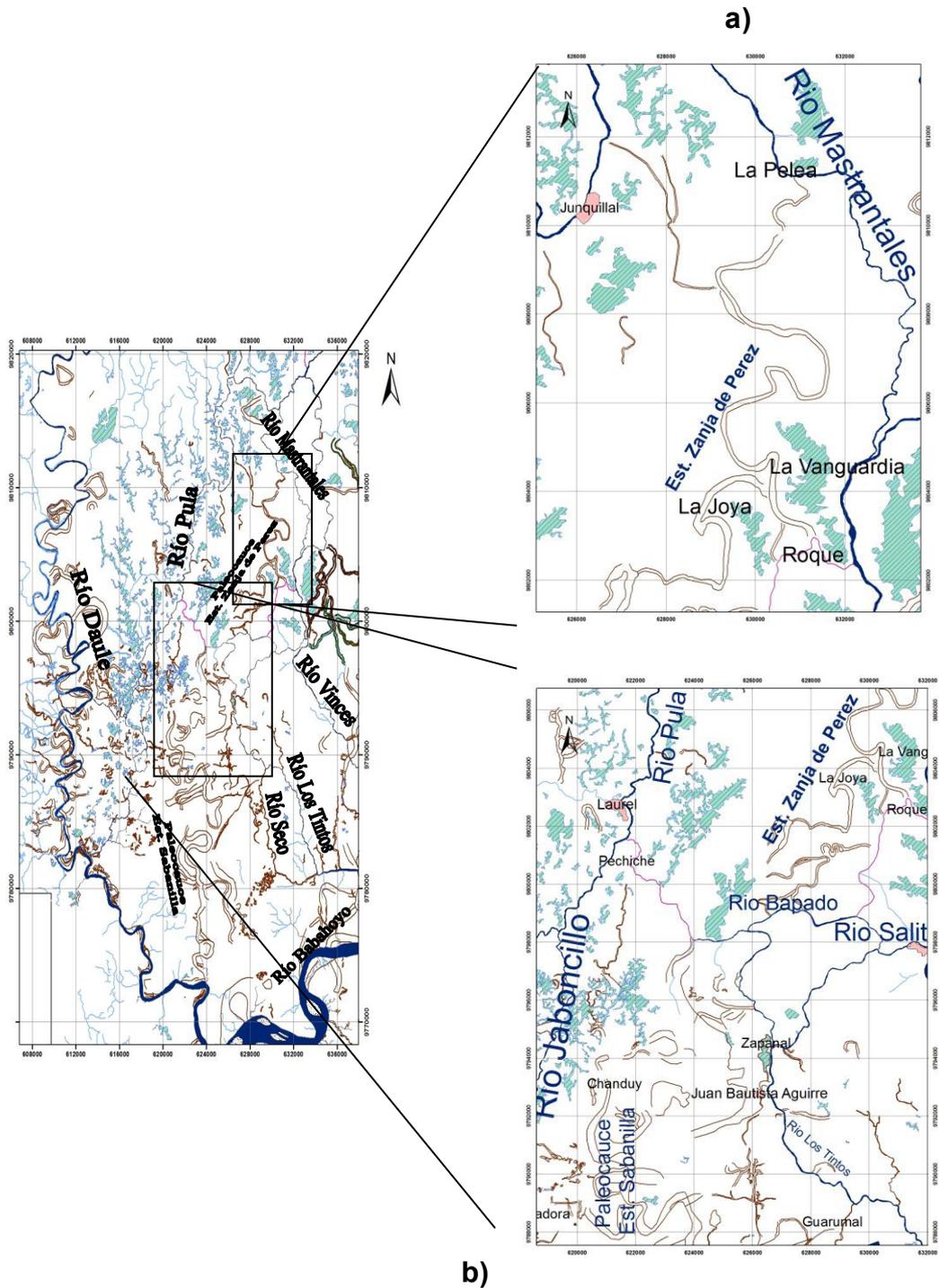


Fig. 4.22. Conexiones del Estero Zanja de Pérez. **a)** conexión aguas arriba.

b) conexión aguas abajo. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008

SECTOR PUEBLOVIEJO

En esta zona se encuentran las cuencas de los ríos Babahoyo-Catarama –Ventanas – Zapotal- Calabí - Calope y Pueblo Viejo (Ver *Fig. 4.23*). Este último río nace desde el Río Ventanas y desemboca en el Río Babahoyo.

Se identificaron en este sector cuatro cauces abandonados:

- Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo (al este)
- Estero La Envidia
- Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo (al oeste)
- Estero San Antonio
- Estero El Chorro

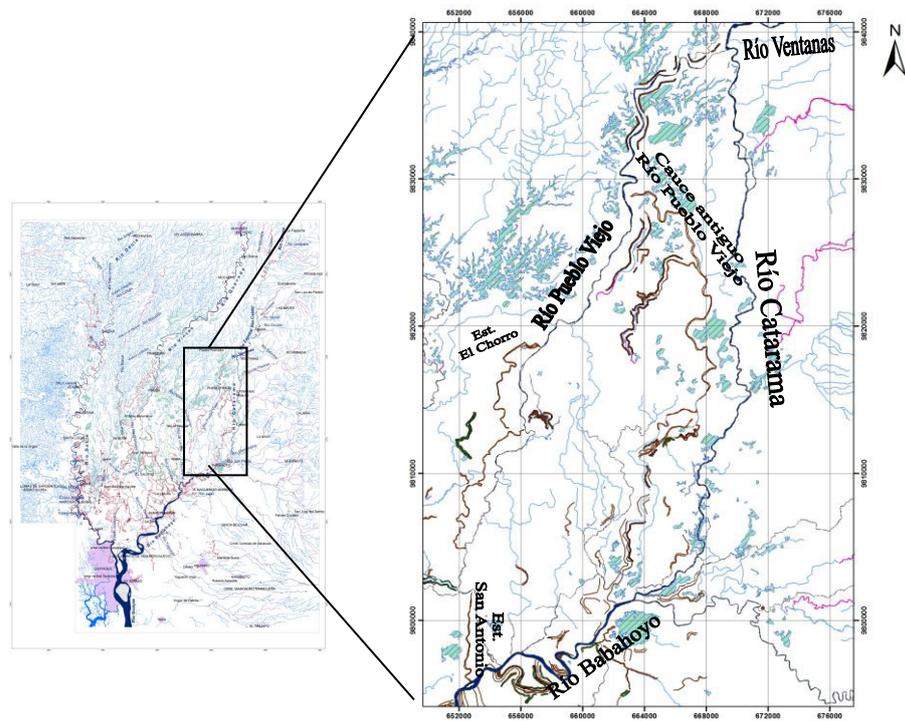


Fig. 4.23. Sector Pueblo Viejo. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008

Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo (Al este)

Este paleocauce se observa nítido y continuo en las fotografías aéreas hasta el sector El Rosario. Desde ahí, aguas abajo sigue en tramos y en forma de un estero delgado. Tiene un ancho promedio de 86 m.

La conexión aguas arriba del Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo con el Río Pueblo Viejo actual está ubicada dentro de la ciudad de Pueblo Viejo. La conexión aguas abajo se hace con el Río Babahoyo a través del Estero de La Virgen en la ciudad de Babahoyo a 8.5 Km. de donde

se encuentra la desembocadura actual del Río Pueblo Viejo, en Pimocha (Ver Fig. 4.24).

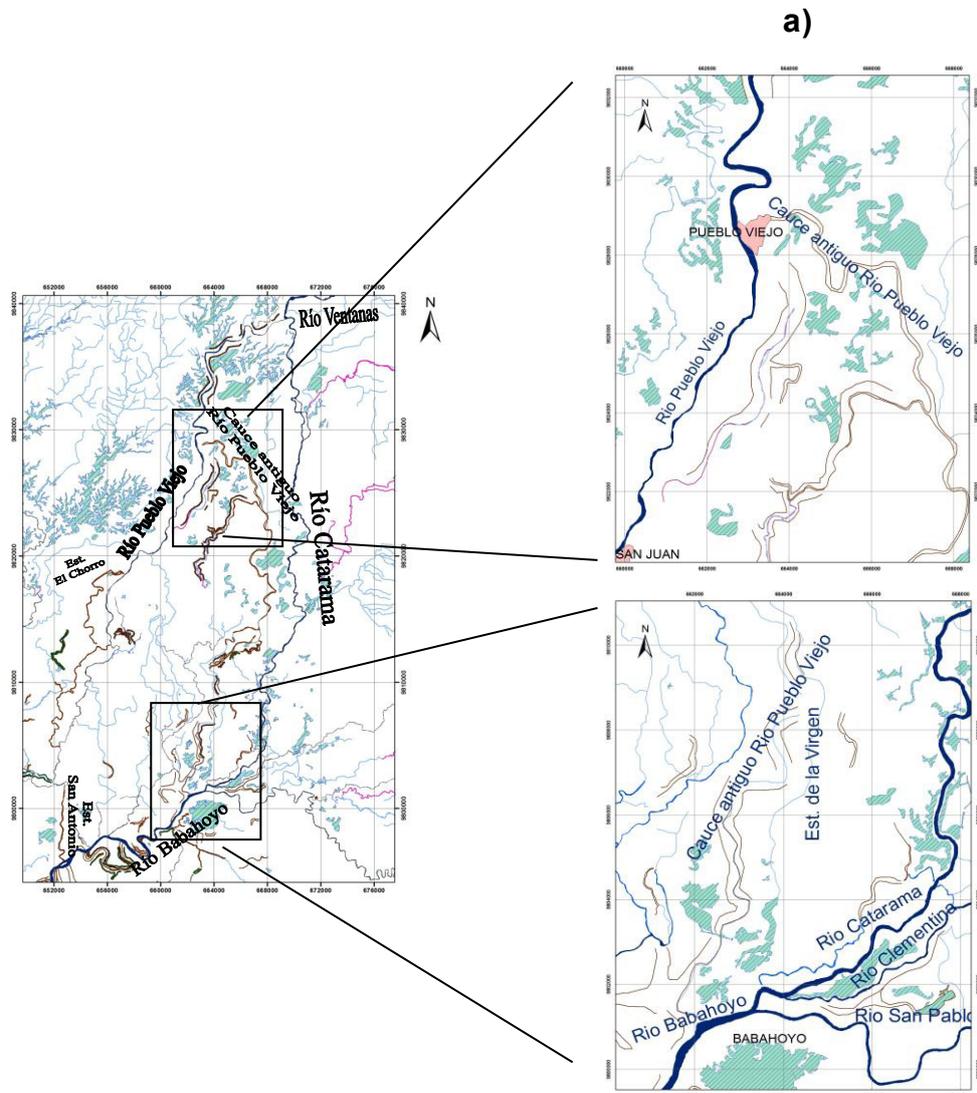


Fig. 4.24. Conexiones cauce antiguo al este del Río Pueblo Viejo. **a)**

conexión aguas arriba. **b)** conexión aguas abajo. **Elaboración:**

Guaranda-Muñoz, 2008.

Estero La Envidia

El Estero La Envidia se pueda apreciar claramente y continuo en la identificación en las fotografías aéreas. Posee un ancho promedio de 27 m.

Las conexiones del Estero La Envidia aguas arriba, por el sector del Rancho Mechita y aguas abajo, por el sector 30 de Junio, son bastante claras y se muestra como un tramo al oeste del Río Pueblo Viejo (Ver Fig. 4.25).

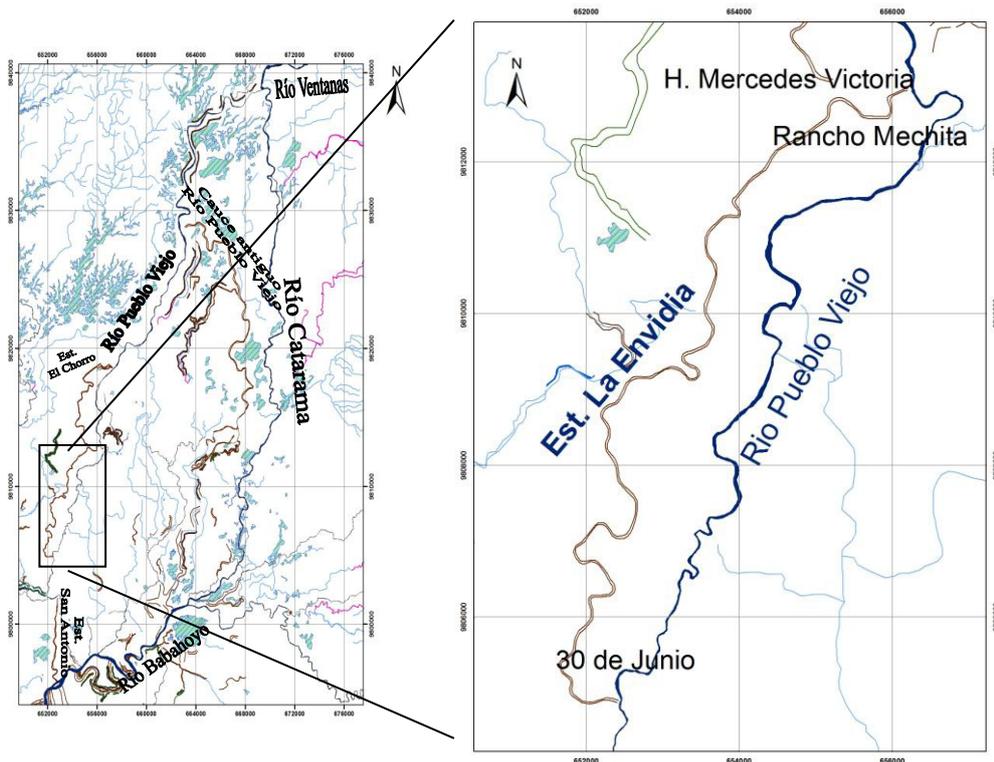


Fig. 4.25. Conexiones aguas arriba y aguas abajo del Estero La Envidia. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008

Paleocauce del Río Pueblo Viejo (al oeste)

El paleocauce se encuentra al oeste y paralelo al Río Pueblo Viejo. Se identificó nítidamente en las fotografías aéreas. Presenta un ancho promedio de 41 m.

Este paleocauce tiene una conexión clara aguas arriba con el Río Pueblo Viejo, por el sector San Francisco y aguas abajo se conecta con el Estero La Envidia por la Hcda. Mercedes Victoria (Ver Fig. 4.25), pero es poco visible debido a la vegetación (Ver Fig. 4.26).

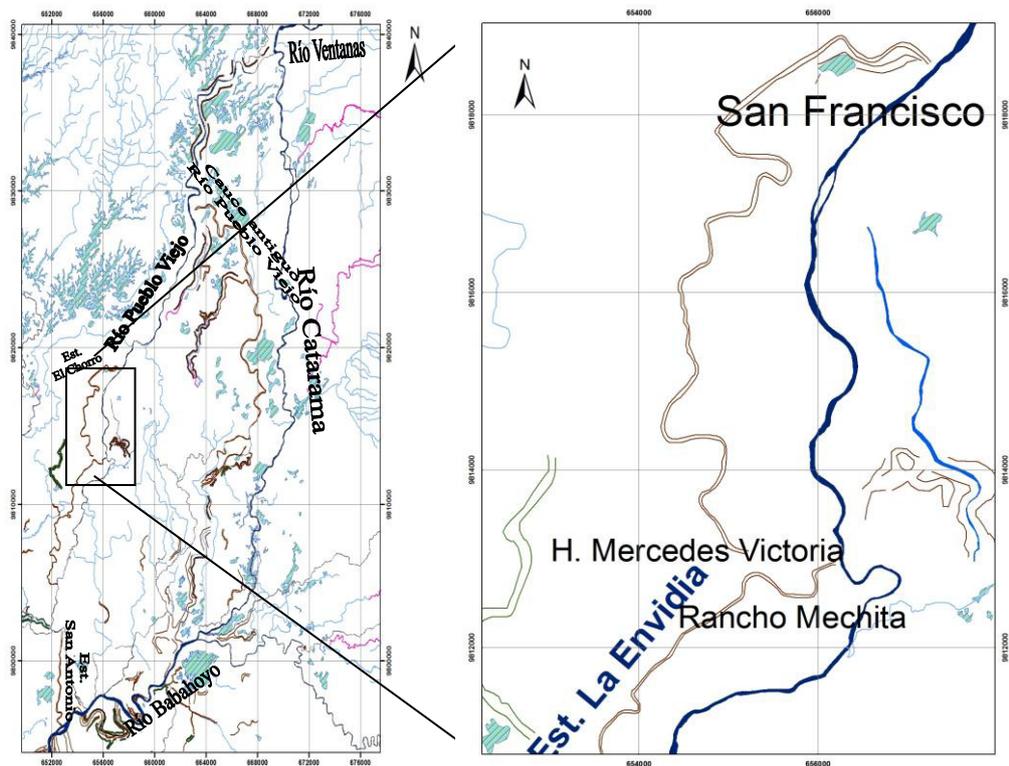


Fig. 4.26. Conexiones aguas arriba y debajo del cauce al W del Río Pueblo Viejo. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Estero San Antonio

El Estero San Antonio es remanente de un cauce mayor cuya conexión aguas abajo con el Río Babahoyo es clara al parecer por la acción de la marea que alimenta el estero. El cauce sigue claramente hacia el norte con la conexión aguas arriba con el Río Pueblo Viejo, en el sector La Carolina (Ver Fig. 4.27).

El Estero San Antonio se distingue claramente en las fotografías aéreas, en donde se observa la similitud de ancho con el río Pueblo Viejo en este sector, con 51 m. y 45 m., respectivamente.

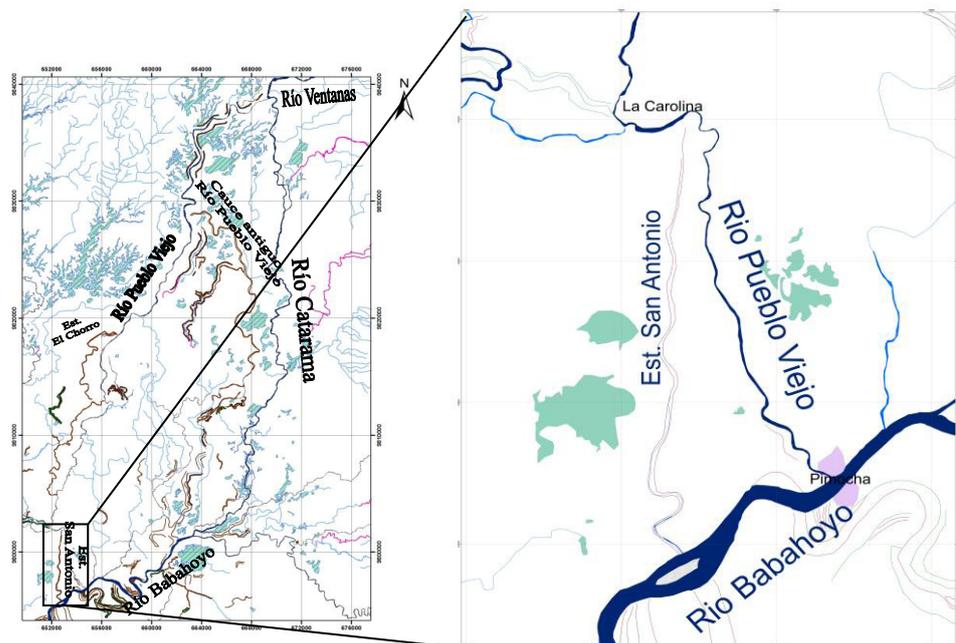


Fig. 4.27. Conexiones Estero San Antonio. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz,

Estero El Chorro

Este paleocauce tiene como remanente un estero donde aguas abajo recibe el nombre de Estero El Chorro. Este cauce tiene conexiones definidas, tanto aguas arriba con el Río Pueblo Viejo por la altura de la Hacienda San José como aguas abajo con el Río de La Isla (Río Nuevo – Chojompe – de La Isla – Arenal), por el sector La Isla del Bejucal (Ver Fig. 4.28).

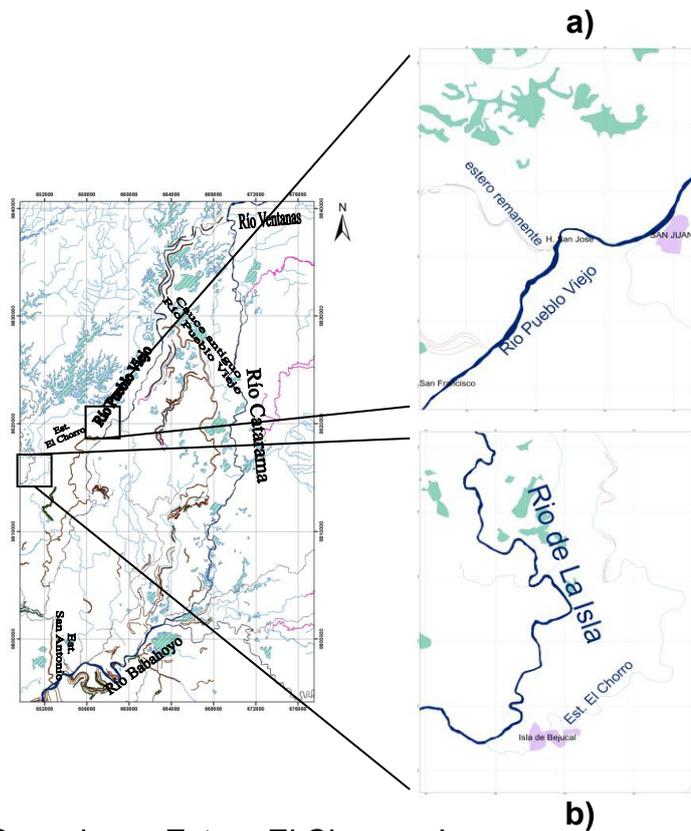


Fig. 4.28. Conexiones Estero El Chorro. **a)** conexión aguas arriba. **b)** desembocadura por el sector Isla de Bejucal. **Elaboración:**

Guaranda-Muñoz, 2008.

SECTOR VINCES NORTE – MACUL

En este sector se encuentran las siguientes cuencas:

- Cuenca del Río Macul (Pula)
- Cuenca del Río Vines

Se identificaron en este sector los siguientes cauces abandonados

(Ver Fig. 4.29):

- Estero Santa Martha
- Estero Rejo Curado

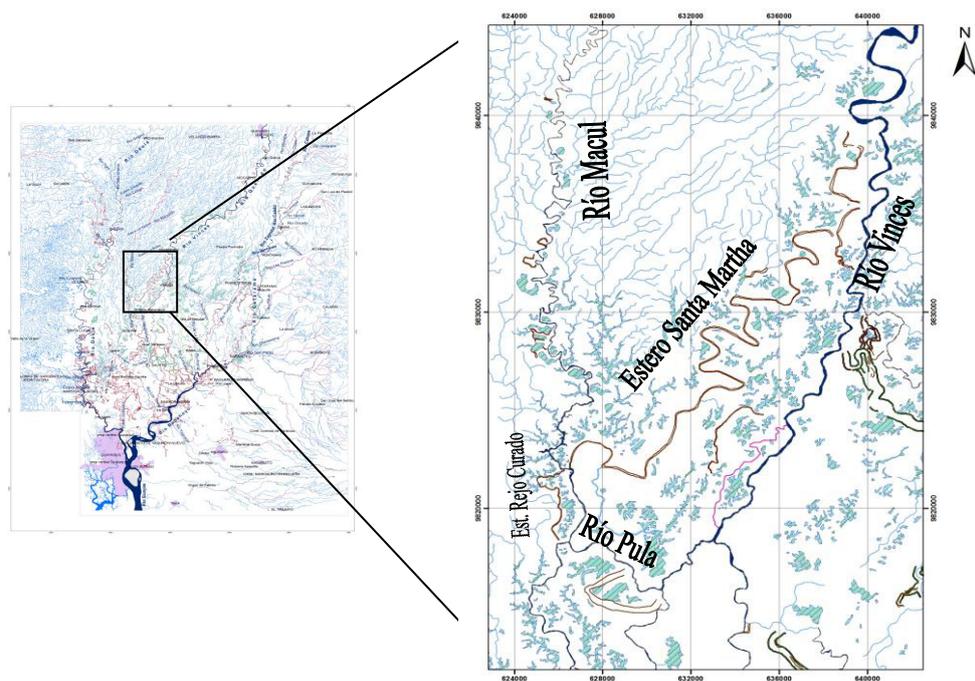


Fig. 4.29. Sector Vines Norte –Macul. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

Estero Santa Martha

El paleocauce Estero Santa Martha se lo identificó fácilmente por la nitidez que presenta en las fotografías aéreas. Muestra un curso continuo, con tramos rectos.

La conexión aguas arriba del estero Santa Martha (conocido además como Estero Pisco) se encuentra al oeste del Río Vinces, por el sector Las Ánimas, a 2 km. al SE de Palenque. Aguas abajo, el Estero Santa Martha se conecta con el Río Macul (*Ver Fig. 4.30*).

En las campañas de campo realizadas y detalladas en el capítulo 5.2 se pudo medir el ancho de este estero, similar al ancho del Río Vinces medido en las fotografías aéreas, con 90 m. y 100m. respectivamente. Tiene características claras de un paleocauce.

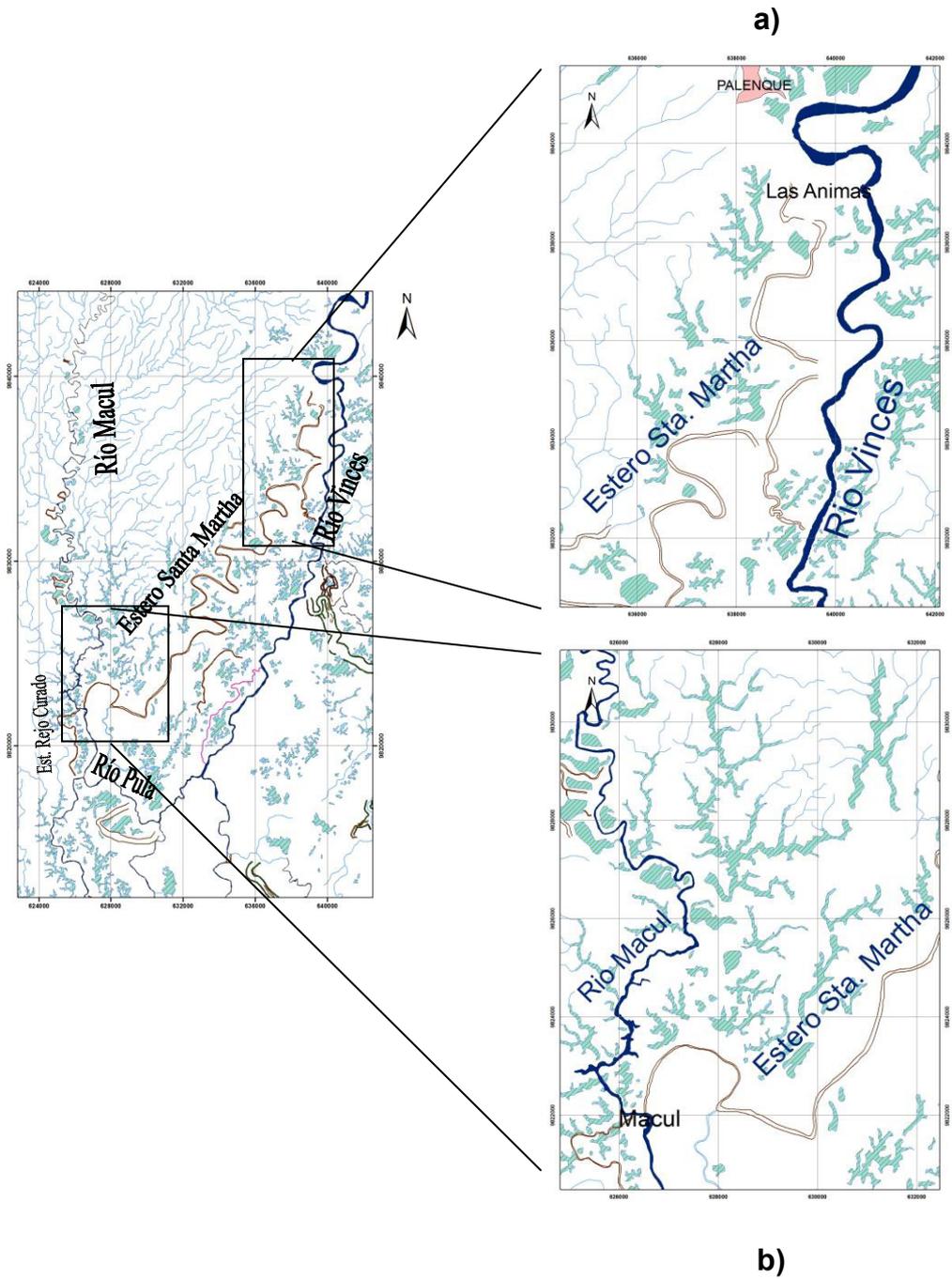


Fig. 4.30. Conexiones Estero Santa Martha. **a)** conexiones aguas arriba. **b)** conexiones aguas abajo. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Estero Rejo Curado

Este estero es un tramo lateral al oeste del Río Macul. Aguas arriba nace del Río Macul por el sector Macul y se conecta río abajo al Río Pula (continuación río abajo del Río Macul) por el sector El Carmen (Ver Fig. 4.31).

En las fotografías aéreas este estero aparece como un tramo remanente del Río Macul, el cual está abandonado.

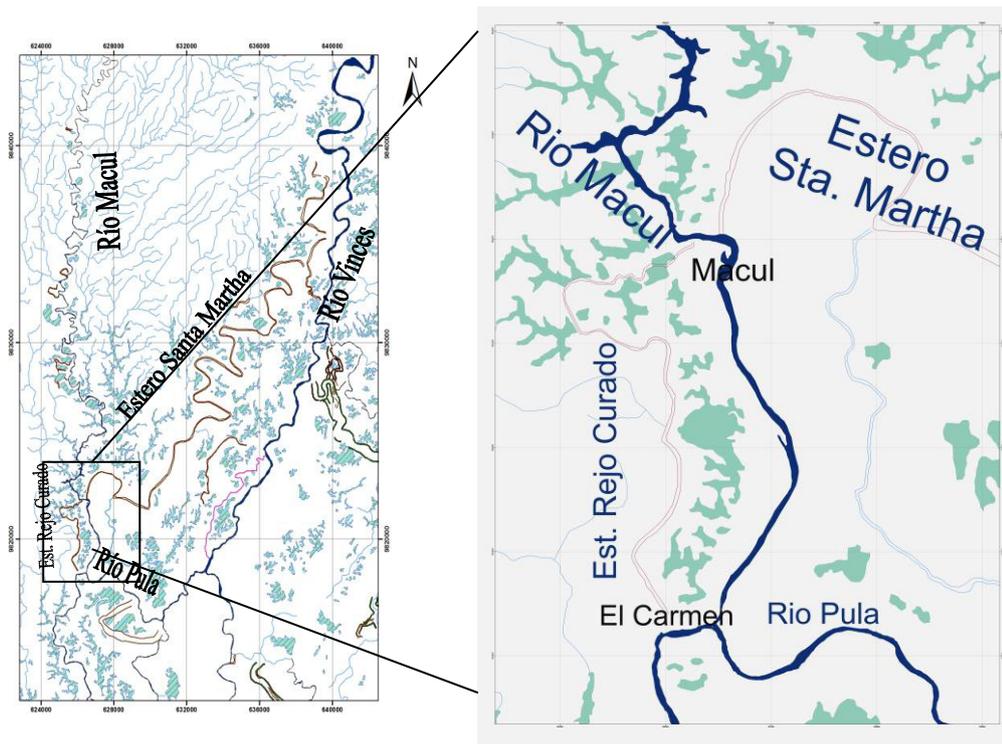


Fig. 4.31. Conexiones aguas abajo y aguas arriba del Estero Rejo Curado. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008

4.3.3. Identificación de lineamientos y estructuras relacionados con la morfología fluvial

La red de drenaje tiene una orientación general hacia el SW que viene desde el Norte (lado Sur del cono aluvial de Santo Domingo), luego cambia en la parte media corriendo con dirección al Sur y finalmente girando hacia el SE en la Cuenca Aluvial del Río Guayas.

Analizando las morfologías encontradas en la parte superior, son identificadas las direcciones que están indicadas en la tabla (*Ver Tabla 4.3*). La forma en que se presenta la red de drenaje parece conforme a las estructuras regionales. Este es uno de los parámetros que ayuda a determinar estructuras neotectónicas o si siguen estructuras del basamento.

Los criterios para la determinación de lineamientos estructurales son:

- Forma de la red de drenaje
- Pendiente
- Encajonamiento de los cauces
- Cambio de sinuosidad
- Relación entre longitud y ancho de un tramo de cauce (L/A) debe de ser mayor a 10.
- Unión de puntos de inflexión de los meandros de los ríos

Tabla 4. 3. Lineamientos estructurales identificados sobre el drenaje
en el área de estudio

Lineamiento estructural	Direccion (Grados Azimuth)	Longitud (km.)
1	45°	60
2	143°	15
3	123°	6
4	122°	4
5	121°	5,5
6	138°	7,5
7	97°	10
8	121°	8,5
9	107°	21,5
10	107°	3,5
11	122°	15
12	127°	19,5
13	122°	2,7
14	54°	19
15	56°	30
16	41°	19
17	8°	7

Elaboración: Guaranda - Muñoz, 2008

En base a los criterios descritos anteriormente, se identificaron los siguientes lineamientos estructurales dentro de la zona de estudio (Ver Fig. 4.32 y Mapa 4.2):

Lineamientos sobre el Río Daule

El Río Daule muestra que ha abandonado meandros para tomar tramos más rectos, lo que es evidencia del control de estructuras. Además de que este control estructural lo hace variar dentro de su faja fluvial.

El Río Daule esta controlado por 53 lineamientos estructurales interpretados a lo largo de todo el trayecto dentro del área de estudio (Ver Fig. 4.34). Mediante un diagrama de rosa se determinaron 11 clases de direcciones y longitudes de lineamientos que afectan al Río Daule (Ver Fig. 4.32 y 4.33). Estas clases se indican en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Direcciones de los lineamientos estructurales identificados sobre el Río Daule.

Lineamientos identificados sobre el Río Daule

Clases	Longitud acumulada (km.)
0°-10°	14
25°-35°	25
35°-45°	39
50°-60°	15
60°-70°	9,5
80°-90°	7
115°-130°	13
130°-140°	14,5
140°-150°	4
150°-160°	7
165°-175°	4

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

Estos lineamientos generan cambios en la morfología del Río Daule.
En la fig. 4.32 se observan tramos rectos que siguen la dirección de los lineamientos.

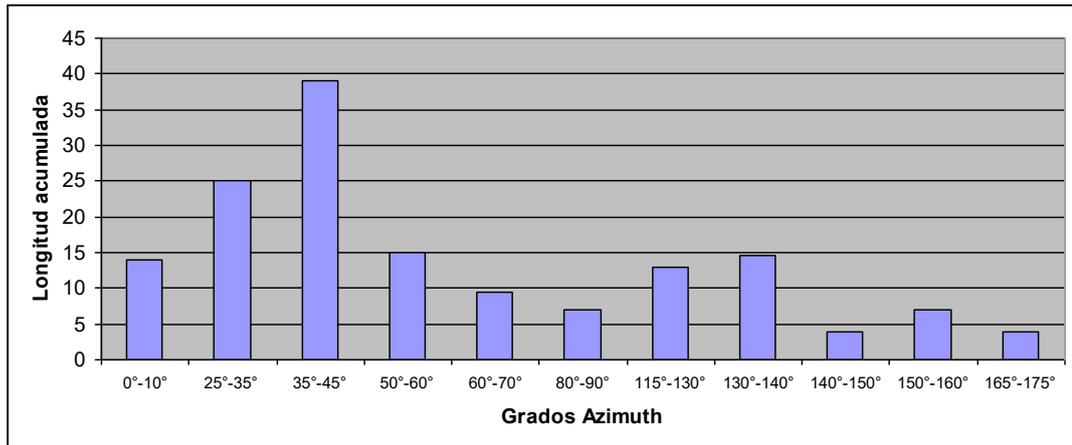


Fig. 4.32. Distribución de los lineamientos sobre el Río Daule, en términos de distancia/dirección. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

Diagrama de rosa de los lineamientos identificados sobre el Río Daule

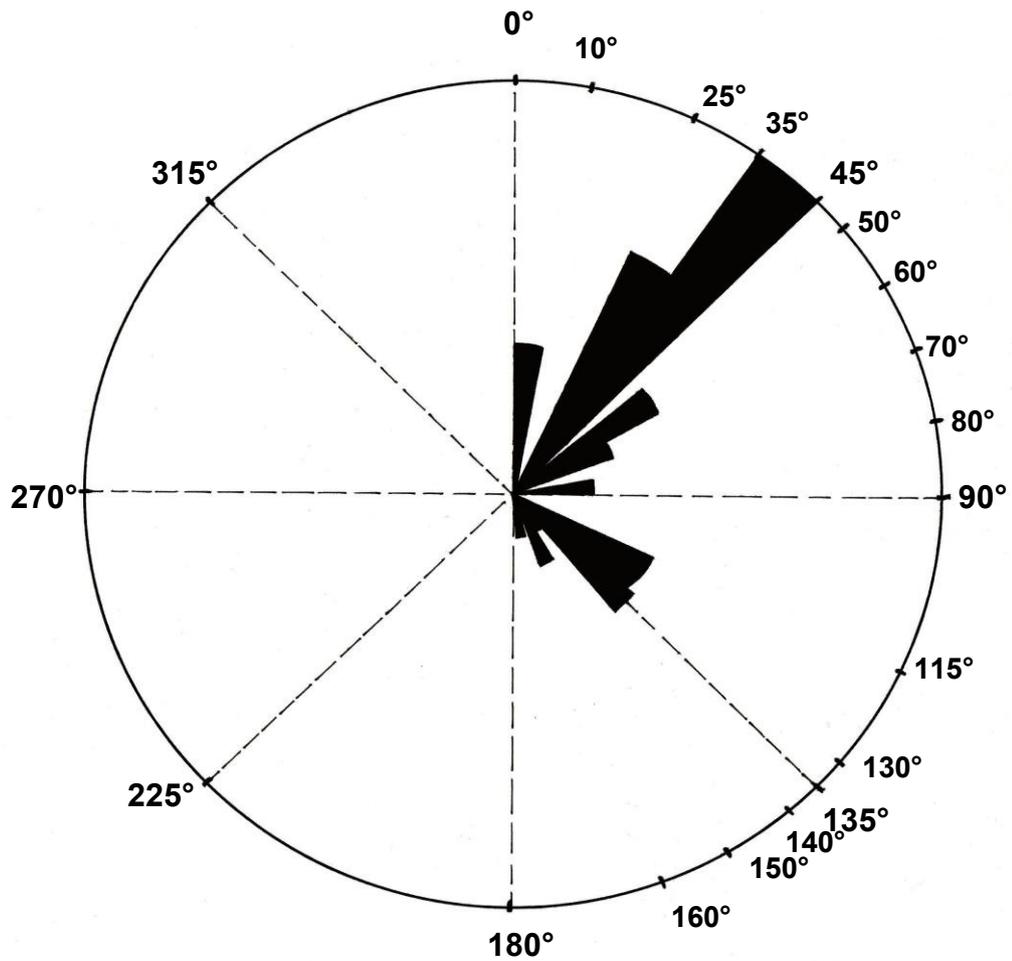


Fig. 4. 33. Diagrama de rosa de lineamientos identificados sobre el Río

Daule. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

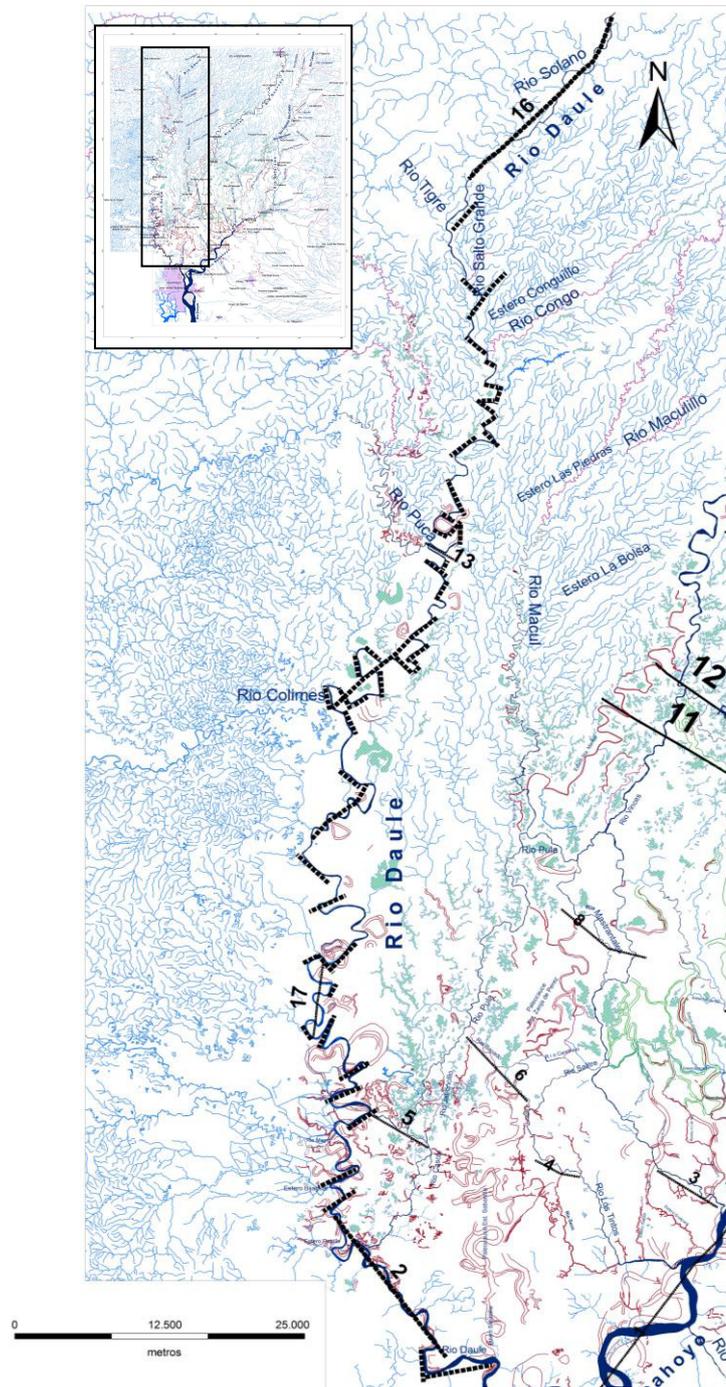


Fig. 4.34. Lineamientos particulares interpretados sobre el Río Daule. Los lineamientos 2, 13, 16 y 17 están indicados en los lineamientos generales en el mapa 4.2. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Lineamientos sobre los ríos de la zona de estudio.

Lineamiento 1 (*Ver Mapa 4.2*)

Este lineamiento se determinó siguiendo los puntos de inflexión del Río Babahoyo, desde la confluencia entre los ríos Catarama, Clementina y San Pablo hasta su confluencia con el Río Daule. Tiene una orientación general de 45° Azimuth, es decir una dirección NE – SO. El curso del Estero Salado parece ser una extensión de este lineamiento.

Lineamiento 2 (*Ver Mapa 4.2*)

En la parte sur del Río Daule se identifica un lineamiento con dirección 143° Azimuth. Esta dirección se interpretó en base al cambio de dirección que presenta el Río Daule, corriendo de N-S hacia la dirección antes mencionada. Se menciona además que los cerros Germania y Totoral bordean a este tramo del Río Daule.

Lineamiento 3 (*Ver Mapa 4.2*)

Se identificó este lineamiento con dirección 123° Azimuth por la desviación o cambio de dirección que presenta el Río Vines desde el Cerro Samborondón hasta desembocar en el Río Babahoyo.

Lineamiento 4 (*Ver Mapa 4.2*)

Este lineamiento presenta una dirección de 122° Azimuth. Fue identificado por el cambio de dirección que hace el Río Los Tintos. El paleocauce Río Seco es evidencia del desplazamiento.

Lineamiento 5 (*Ver Mapa 4.2*)

Este lineamiento con dirección 121° Azimuth se identifica por la orientación del Río Banife que nace desde el Río Pula y por la desviación que hace éste último río para juntarse con el Río Jaboncillo. Del lado oeste del Río Daule no se aprecia continuidad de este lineamiento. En la parte norte de este lineamiento, las lagunas se estancan por la contención que aparece a lo largo del lineamiento y confirma su carácter estructural.

Lineamiento 6 (*Ver Mapa 4.2*)

Este lineamiento sigue la orientación del Río Jigual hasta la confluencia del Río Bapado con el río Salitre. Tiene una orientación general de 138°Azimuth. El Río Jigual sirve como barrera natural para las lagunas localizadas en la parte norte.

Lineamiento 7 (*Ver Mapa 4.2*)

Este lineamiento implica a los ríos Junquillo, Arenal, Pueblo Viejo y el Río Seco de Baba. Se lo identifica en base al cambio de orientación hacia el este que hace la red de drenaje antes mencionada y vuelven a retomar la orientación al sur. Tiene una dirección promedio de 97° Azimuth.

Lineamiento 8 (*Ver Mapa 4.2*)

Se lo identifica por la desviación que presenta un tramo del Río Mastrantales y el Río Vines hacia el SE. Tiene una dirección 121° Azimuth. Por debajo de este tramo no se observan lagunas. El abandono de un tramo denominado Estero Zanja de Pérez, ratifica la identificación del lineamiento.

Lineamiento 9 (*Ver Mapa 4.2*)

En la conexión del Estero La Envidia con el Río Pueblo Viejo se observa un desvío que afecta a ambos. Esto es interpretado como la presencia de un lineamiento estructural que tiene dirección 107° Azimuth y que fue identificado desde el Estero Los Limos, pasando por el Pueblo Viejo, hacia el oeste del Río de La Isla. Este lineamiento también afecta al Río Seco de Baba.

Lineamiento 10 (Ver Mapa 4.2)

Este lineamiento se lo identifica por el desvío que realizan el Río Nuevo y el Estero el Chorro hacia el este. Tiene una dirección de 107 ° Azimuth.

Lineamiento 11 (Ver Mapa 4.2)

El lineamiento 11 se lo identifica desde el Estero Santa Martha y coincide con la dirección que tiene el Río Seco de Baba desde la ciudad de Vinces hasta más al este donde cambia la dirección al sur. El lineamiento tiene dirección 122° Azimuth. Los tramos rectos del Estero Santa Martha tienen una longitud mayor a diez veces el ancho.

Lineamiento 12 (Ver Mapa 4.2)

El lineamiento 12 tiene una dirección de 127° Azimuth. Es identificado por la forma de la red de drenaje. El Estero Santa Martha (Estero Pisco) se ve afectado haciendo un tramo recto en donde la longitud supera 10 veces el ancho. El Río Nuevo se separa del Río Vinces y sigue la orientación del lineamiento hasta aproximadamente 15 km. al este en donde cambia al sur. Este lineamiento funciona como barrera natural de los rías-lagos formados a lo largo de quebradas con orientación de NE a SO.

Lineamiento 13 (Ver Mapa 4.2)

En esta parte el Río Daule presenta tramos rectos con longitudes que superan 10 el ancho. Tiene una dirección de 122° Azimuth. Se ubica en continuación del lineamiento 12.

Lineamiento 14 (Ver Mapa 4.2)

Este lineamiento tiene dirección general de 54° Azimuth. Se lo identifica por la forma de la red de drenaje. En esta parte, tanto el Río Ventanas como el Río Pueblo Viejo tienen la misma dirección del lineamiento. Las lagunas que están en los alrededores también toman la misma orientación.

Lineamiento 15 (Ver Mapa 4.2)

El lineamiento 15, cuya dirección general es de 56° Azimuth, está identificado en el Río Quevedo, al norte, el cual tiene una dirección de N-S hasta que realiza un cambio brusco hacia el SW, sigue su curso en esa dirección hasta volver a tomar hacia el sur donde cambia su nombre por el Río Vinces. En la parte norte de este tramo, la red de drenaje sigue la dirección del río el cual lo limita. En la parte sur de este tramo, la red de drenaje también sigue la dirección del río, pero ningún estero se origina del Río Quevedo.

Lineamiento 16 (Ver Mapa 4.2)

El lineamiento 16 esta localizado en la parte Norte de la zona de estudio, en el Río Daule. Tiene una dirección general de 41 ° Azimuth. La red de drenaje en la parte este del Río Daule es de tipo dendrítico. En la parte oeste del río, la red de drenaje es de tipo paralelo.

Lineamiento 17 (Ver Mapa 4.2)

Este lineamiento fue identificado en un tramo del Río Daule, uniendo los puntos de inflexión del mismo. Tiene una orientación promedio de 8° Azimuth.

Mediante un diagrama de rosa se determinaron 4 clases de direcciones y longitudes de lineamientos que afectan el drenaje de la Cuenca del Guayas (Ver Fig. 4.35 y 4.36). Estas clases se indican en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Direcciones de los lineamientos identificados sobre el drenaje de la zona de estudio.

Lineamientos identificados sobre el drenaje de la Cuenca del Guayas

Clases	Longitud acumulada (km.)
45°-56°	109
97° -107°	35
120°-130°	93,5
135°-145°	7,5

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

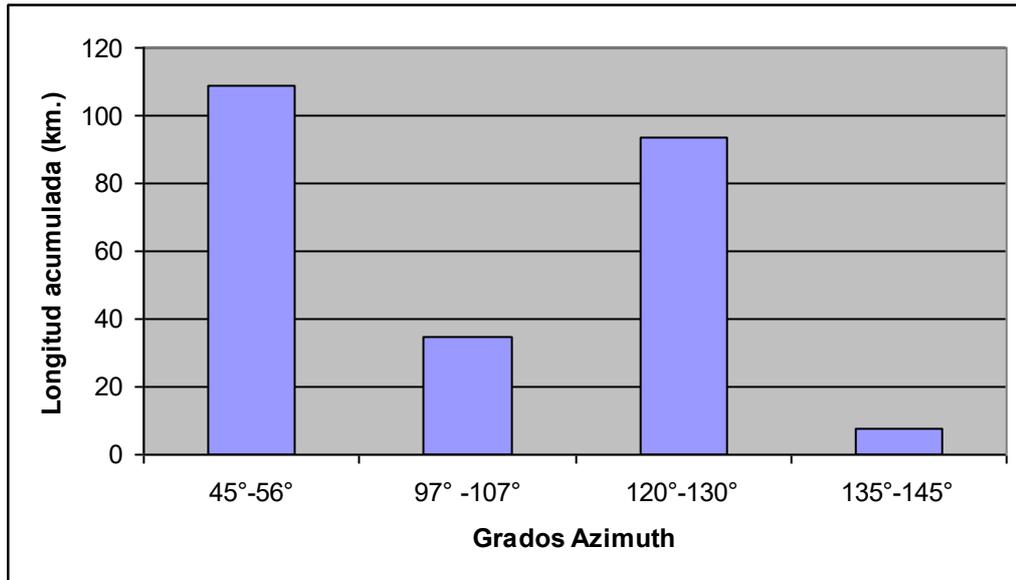


Fig. 4.35. Distribución de los lineamientos sobre el drenaje de la zona de estudio, en términos de distancia/dirección. **Elaboración:** Guaranda-Muñoz, 2008.

Diagrama de rosa de los lineamientos identificados en el área de estudio.

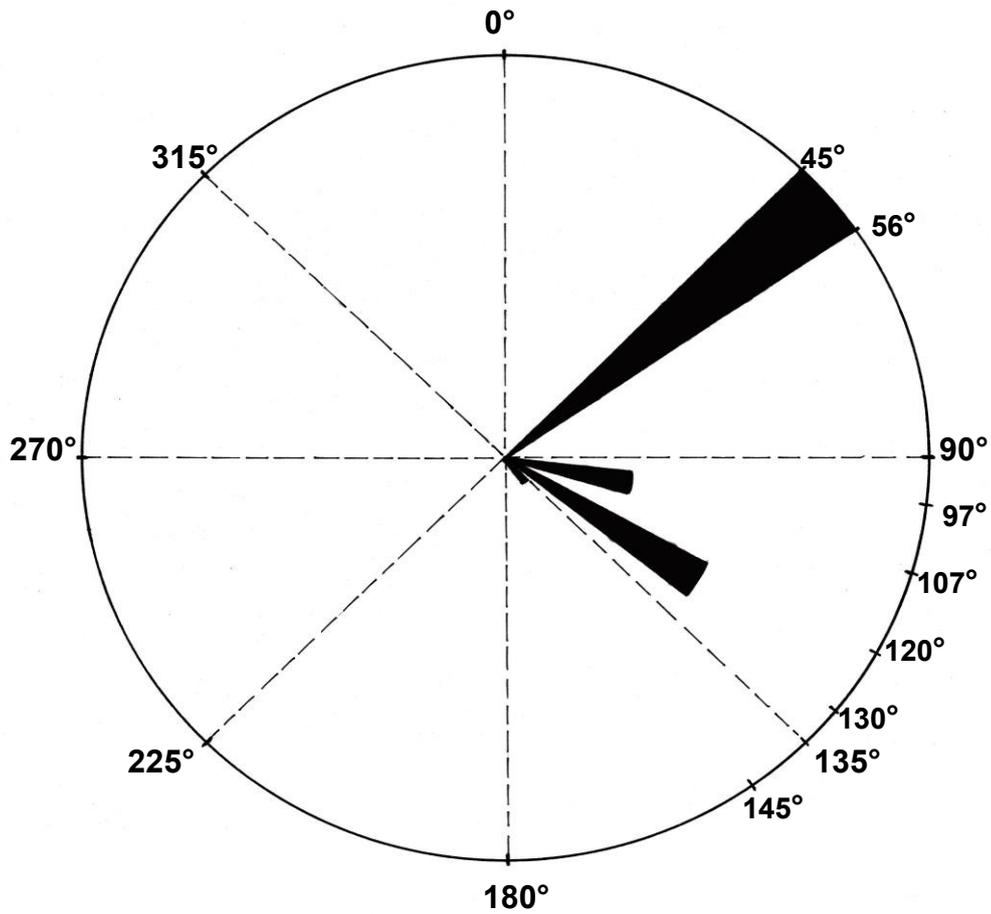


Fig. 4. 36. Diagrama de rosa de lineamientos identificados sobre los ríos de la zona de estudio. *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

Las direcciones principales de los lineamientos que predominan a lo largo del Río Daule están en dos rangos de 25°-45° y 115°-140°. Similar situación ocurre con los lineamientos identificados sobre los demás ríos de la cuenca,

donde se determinaron dos rangos de direcciones principales, 45° - 56° y 120° - 130° . Analizando los dos rangos de cada sistema se observa que el primer rango de lineamientos de ambos sectores son adyacentes. Por otra parte, el segundo rango de los lineamientos sobre la red de drenaje en general está incluido en el segundo rango de los lineamientos sobre el Río Daule.

CAPÍTULO V. Datos de campo

5.1. OBSERVACIONES DE CURSOS ABANDONADOS

Esta etapa del estudio consiste en la observación en el campo de cauces abandonados, identificados previamente con la ayuda de la Teledetección. El objetivo de esta fase es cumplir con la verificación de datos y determinar las características de estos cauces.

Gracias al aporte de la Teledetección se pueden identificar cauces abandonados que en el campo no son visibles.

Como dato de verificación se ha considerado el ancho del cauce en el terreno, para poder establecer relaciones cuantitativas con los datos obtenidos de la imagen. Las medidas fueron tomadas con cinta métrica de 30 metros y el ancho del paleocauce Poza de Jaboncillo fue medido con GPS. Además, las posiciones geográficas de los puntos de observación fueron tomadas con GPS de mano de marca Garmin con una precisión relativa del orden de 20 m. en horizontal.

Las características consideradas para cada punto de observación o curso abandonado son las siguientes: ubicación geográfica, ancho del cauce, vegetación, forma del barranco, fondo, drenaje actual y continuidad del cauce.

Para cumplir el objetivo planteado, considerando el acceso y recursos, se visitaron los cursos abandonados para su observación casi en su totalidad. Estos cauces serán descritos en el subcapítulo posterior y son listados en la *tabla 5.1*.

Tabla 5.1. Cursos abandonados visitados.

Sitio	nombre del cauce
Julia María, lado W Cerro Samborondon	Poza de Jaboncillo
El Progreso, camino a Baba	Río Junquillo
Baba	Río Seco de Baba
Concepción	Río Seco de Baba
Casa de Teja, camino a Vines	Río Seco de Baba
Santa Martha, cerca de Macul	Estero Santa Martha
Puebloviejo, camino a Catarama	Cauce antiguo Río Puebloviejo
La Unión, camino a Isla de Bejucal	Río Pueblo Viejo
Coop. San Guillermo, camino desde la T hacia la Aurora	Paleocauce del Estero Sabanilla
Entre San Jacinto y Mirvam de Jesús, camino desde la Aurora hacia la T.	Paleocauce del Estero sabanilla
cerca de la hacienda Mango Mocho, camino desde la aurora hacia la T	Paleocauce del Estero sabanilla
Monte Mono	Paleocauce del Estero sabanilla
Recinto Amelia Maria	Río Seco
La Joya	Estero Zanja de Pérez

Elaboración: Guaranda – Muñoz, 2008

Para la elaboración de la toma de datos se organizaron tres salidas de campo, tomando en cuenta las rutas de acceso y la temporada de estiaje. Algunos cauces se lograron observar desde puentes, otros a partir de rutas de primer o segundo orden y caminos de herradura.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS CAUCES Y BARRANCOS

Se describen a continuación las características detalladas de los cauces abandonados agrupados en la tabla 5.1. Ver ubicación de los puntos de observación en el *Anexo D*.

PRIMERA JORNADA

Poza de Jaboncillo

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	636.313	636.572
Y	9'786.592	9'786.966

Accesibilidad

Para acceder a este sector se sigue la vía Guayaquil-Samborondón hasta llegar a la ciudad de Samborondón. De allí se escoge un camino de segundo orden el cual bordea el Cerro Samborondón y sigue junto al Estero Guapara hasta llegar al sector Santa Rosa donde se toma el camino de herradura a la izquierda.



Foto # 5.1 Margen izquierdo del paleocauce Poza de Jaboncillo. Se subraya con una línea naranja el borde inferior del barranco de la margen izquierda (Muñoz-Guaranda, 2008).

Descripción

En este punto el cauce no se ha conservado totalmente. Se pudo observar claramente la margen izquierda y deducir la margen derecha por la alineación de construcciones ubicadas a lo largo de una plataforma más elevada de la misma altura que el barranco de la margen izquierda (*Ver Foto # 5.2*). La distancia entre ambos márgenes es de 336 ± 4 m., medidas con el GPS.

La margen izquierda (*Ver Foto # 5.1*) está ocupada por vegetación de diversos tipos, y el tope del barranco está cubierto de pasto de 50 cm. de alto aproximadamente. El tope del barranco forma una terraza discontinua, que es aprovechada para cultivos de maizales. El barranco tiene una altura de 1 a 1.5 m. encima del nivel del agua, al final de la época de lluvia y se encuentra suavemente inclinado.

El cauce está cubierto de agua con una débil corriente hacia el suroeste. En el campo no se observa una clara continuidad del paleocauce debido a que el sector ha sido organizado con canales, caminos de terraplén y cierta parte del paleocauce está ocupado por cultivos. El camino de terraplén desde donde se hizo la observación, se comporta como una barrera artificial que hace que se represen las aguas en este paleocauce.

Según comentarios de moradores de este sector, la zona es propensa a inundaciones en época de invierno, lo que es coherente con su posición en una antigua faja fluvial.



Foto # 5.2. Margen derecho del paleocauce Poza de Jaboncillo. En el lado derecho de la foto se observa el terraplén artificial que atraviesa el cauce, represando en parte el drenaje. La línea marca la posición de la margen derecha, interpretada por el barranco donde se aprecian las casas (Muñoz-Guaranda, 2008).

Río Junquillo

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	643.103	643.361
Y	9'803.545	9'803.919

Accesibilidad

Se tomó el camino de segundo orden que va de Samborondón a Salitre. Luego se avanzó 8 km. antes de llegar a General Vernaza donde se toma un desvío hacia Baba por un camino de segundo orden hasta llegar a la localidad de El Progreso.

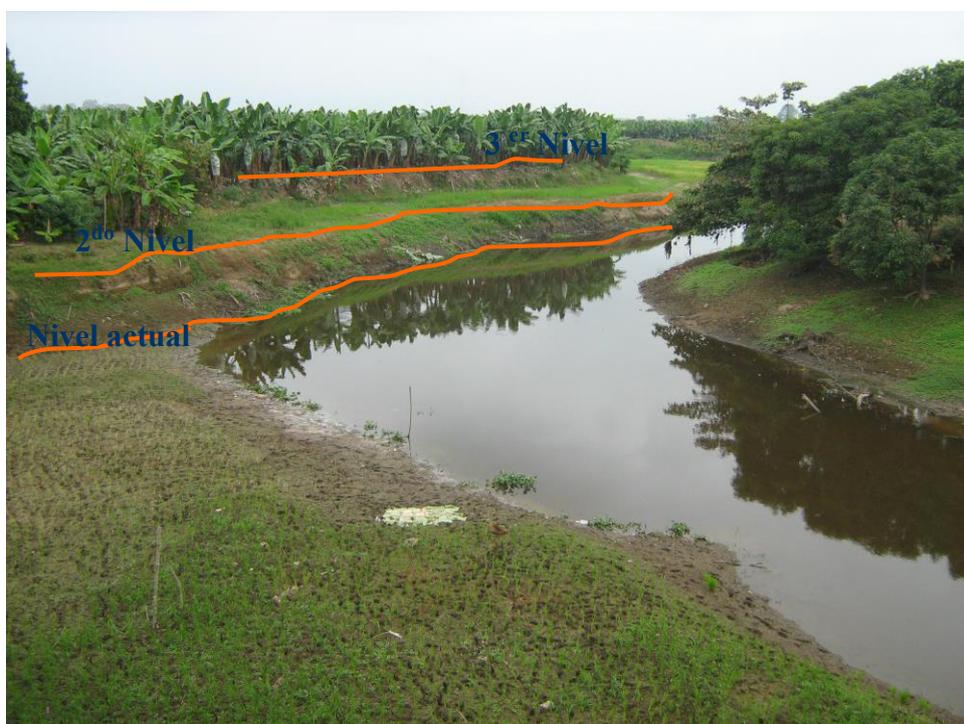


Foto # 5.3. Río Junquillo, en el Sector El Progreso. Se observa desde el lado derecho del puente sobre el Río Junquillo dirigiéndose hacia el Este (Muñoz-Guaranda, 2008).

Descripción

El cauce actual del Río Junquillo presenta un ancho de 16.5 m, menos de la mitad del ancho total que es de 38,6 m. medido entre los bordes de los barrancos. Tiene una continuidad visible, tanto en el campo como en las fotografías aéreas. Corre con una corriente débil hacia el sur.

En el margen izquierdo se observa que el barranco está escalonado, evidenciando dos terrazas. La primera está de 2 a 3 m. encima del nivel del agua (al final de la época de lluvia). Esta terraza baja presenta en su superficie pasto de 0,5 m. aproximadamente y un barranco activo con una superficie plana libre de vegetación. Por esto tiene la apariencia de una terraza activa en época de creciente. La segunda terraza está a 2,5 m. encima de la primera. Su barranco está cubierto de vegetación y su superficie está ocupada por plantaciones de banano. Tiene el aspecto de una terraza no cubierta de manera regular por las crecientes anuales. En la margen izquierda, el nivel actual del cauce presenta una orilla, aprovechada para cultivo de arroz.

En el margen derecho, una sección del río tiene forma de point bar (*Ver Foto # 5.3*) y del otro lado del puente este mismo margen

presenta un barranco ligeramente inclinado (*Ver Foto # 5.4*). En la margen derecha la terraza se encuentra arborizada.

El barranco de ambas márgenes esta cubierta por vegetación de ribera en el otro lado del puente (*Ver Foto # 5.4*).



Foto # 5.4. Río Junquillo, en el Sector El Progreso. Se observa desde el lado izquierdo del puente haciendo el recorrido al este (Muñoz-Guaranda, 2008).

Río Seco de Baba (en Baba)

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	646.891	647.149
Y	9'802.542	9'802.916

Accesibilidad

Se sigue el mismo camino secundario desde El Progreso a Baba.

Descripción

El ancho del cauce del río entre los barrancos es de 50,6 m. aproximadamente en ese sector, de los cuales 10 m. de los bordes están urbanizados por los pobladores de Baba. El cauce sigue un curso continuo y presenta una corriente muy débil.

La margen izquierda presenta dos terrazas menores de 1 y 2 m. de altura aproximadamente (*Ver Foto # 5.7*). En la margen derecha se observan también dos terrazas, la primera aprovechada como campo de fútbol y la segunda ocupada por construcciones urbanas. (*Ver Foto # 5.5*)

El cauce se encuentra cubierto en su totalidad con vegetación flotante y de ribera (*Ver Foto # 5.6*). En ambos márgenes, la terraza más próxima al cauce presenta pasto en la mayoría de su superficie y la segunda terraza está ocupada por árboles y viviendas.



Foto # 5.5. Río Seco de Baba, en el poblado de Baba (Muñoz-Guaranda, 2008).



Foto # 5.6. Río Seco de Baba del otro lado de la carretera, en el poblado de Baba (Muñoz-Guaranda, 2008).



Foto # 5.7. Medición con cinta del ancho del paleocauce Río Seco de Baba, en el poblado de Baba. (Muñoz-Guaranda, 2008). Los números 1, 2 y 3 indican la terraza superior, terraza más baja y nivel actual respectivamente.

Río Seco de Baba (Concepción)

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	643.247	643.503
Y	9'813.137	9'813.511

Accesibilidad

A este sector se llega mediante una ruta de acceso de primer orden desde Baba hacia Vines.



Foto # 5.8. Río Seco de Baba avanzando al Norte hacia Vinces, observado hacia el sur desde un puente de caña (Muñoz-Guaranda, 2008).

Descripción

Este punto está localizado en el sector Concepción. El ancho de cauce es de 25 m. y el cuerpo de agua tiene un ancho de 20,2 m. Estas medidas se obtuvieron cruzando un puente de caña y midiendo sus bordes. No presenta corriente visible, debido a que sus aguas permanecen estancadas.

Asumiendo que la continuidad de la corriente del cauce era hacia el sur, la margen derecha presenta barrancos más definidos que la

margen izquierda, con una altura de 1,5 m. aproximadamente y una inclinación pronunciada. (*Ver Foto # 5.9*)

El río y los barrancos presentan la misma vegetación que aparece desde las riberas y se extiende flotando sobre el río.

En época de invierno tiene un desbordamiento mínimo llegando a rellenar su cauce sin sobrepasar sus bordes. En la época de verano es un riachuelo.



Foto # 5.9. Río Seco de Baba al otro lado del puente de caña, observado hacia el Norte (Guaranda-Muñoz, 2008).

Rio Seco de Baba (Casa de Teja)

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	644.941	645.199
Y	9 821 642	9 822 016

Accesibilidad

Siguiendo la misma ruta desde Baba hacia Vinces se llega hasta la vía principal de San Juan hacia Vinces hasta llegar al punto de observación ubicado sobre un puente en el sector Casa de Teja.

Descripción

En esta parte el cauce del Río Seco de Baba (*Ver Foto # 5.10*), tiene un ancho de 16,7 m. (*Ver Foto # 5.11*). Se muestra continuo y aparentemente sin corriente o muy débil. Parte del cauce del río está ocupado por vegetación flotante.

Los barrancos en ambos lados son fuertemente inclinados. Estos barrancos están libres de vegetación, al contrario de las terrazas que muestran en sus bordes matorrales y plantaciones de banano.

Este cauce es aprovechado como zanja para drenar el agua o irrigar las bananeras que se encuentran a los costados.



Foto # 5.10. Paleocauce Río Seco de Baba, en el sector Casa de Teja
(Muñoz-Guaranda, 2008).



Foto # 5.11. Medición del ancho del paleocauce Río Seco de Baba con cinta
(Muñoz-Guaranda, 2008).

Estero Santa Martha

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	632.475	632.733
Y	9'827.407	9'827.781

Accesibilidad

A este sitio se llega desde la vía Vinces-Macul hasta llegar al sector Santa Martha.

Descripción

Este cauce antiguo llamado Estero Santa Martha (*Ver Foto # 5.12*) posee un ancho de 90 metros. El cauce no tiene corriente visible, solo pequeñas pozas de agua.

Los bordes del estero están limitados por árboles tupidos, lo cual ayuda a distinguir la continuidad del curso.

Tanto el cauce del estero como sus barrancos están ocupados por vegetación.

Según versiones de un morador de Santa Martha, en invierno fuerte el estero se desborda algunos metros fuera de su cauce limpiándolo de

la vegetación que la cubre. En el Fenómeno de El Niño 1982-1983 arrasó el puente por lo que ahora éste se encuentra mas elevado.



Foto # 5.12. Estero Santa Martha, avanzando hacia Macul al Oeste (Muñoz-Guaranda, 2008).

SEGUNDA JORNADA

Cauce antiguo Río Pueblo Viejo

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	664 760	665 018
Y	9 828 458	9 828 832

Accesibilidad

Para llegar a el punto de observación se tomó la vía Guayaquil-Pueblo Viejo. Luego se tomó la ruta hacia Catarama 1,5 km. de la ciudad de Pueblo Viejo.

Descripción

Este paleocauce denominado cauce antiguo del Río Pueblo Viejo, en la hoja topográfica Pueblo Viejo del IGM está ubicado al este del río mencionado anteriormente (*Ver Foto # 5.13 y 5.14*). El ancho del cauce medido con cinta es de 76 metros. Los árboles forman una línea que marca las márgenes del río y muestra la continuidad del cauce.

El fondo esta sedimentado al nivel de los árboles o bordes. Los barrancos tienen una suave pendiente (*Ver Foto # 5.15*). El cauce presenta en su fondo pasto de algunos centímetros y algunos charcos de agua.



Foto # 5.13. Cauce antiguo del Río Puebloviejo. Se lo observa del lado izquierdo de la carretera dirigiéndose al Este (Muñoz-Guaranda, 2008).



Foto # 5. 14. Cauce antiguo del Río Puebloviejo. Se lo observa del lado derecho de la carretera dirigiéndose al Este (Guaranda - Muñoz, 2008).



Foto # 5.15. Diferencia del nivel del cauce antiguo del Río Pueblo Viejo. En la fotografía se observa una casa a un nivel de 1,5 a 2 m aprox. más alto que el nivel del fondo (Muñoz-Guaranda, 2008).

Río Pueblo Viejo

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	655895	656153
Y	9 816112	9 816486

Accesibilidad

Para llegar al punto de observación se tomó la vía Pueblo Viejo – Vinces.

Descripción

Se observó un cauce remanente del río actual (*Ver Foto # 5.16 y 5.17*) con 21 m. de ancho del total del cauce que es de 65 m. Tiene una débil corriente hacia el sur.

Este cauce presenta dos aparentes terrazas debido a la vegetación que cubre todo, especialmente la primera que está aproximadamente a 1 m. del nivel del río, al final de la época de lluvia. La segunda terraza que está encima de la primera tiene 3 m. de altura aproximadamente y es aprovechada para plantaciones de banano. Los barrancos presentan una inclinación suave (*Ver Foto # 5.17*).



Foto # 5. 16. Río Pueblo Viejo al lado derecho del puente dirigiéndose al oeste (Guaranda - Muñoz, 2008).



Foto # 5. 17. Río Pueblo Viejo al lado izquierdo dirigiéndose al oeste
(Muñoz-Guaranda, 2008).

Cauce antiguo que sigue el Estero Sabanilla

Este paleocauce fue identificado en las fotografías aéreas con bastante nitidez y continuidad; además un ancho variable entre 146 y 534 m. Sin embargo, no se observa ningún vestigio claro del paleocauce en los sectores visitados en el campo, a lo largo de la carretera desde la T a Aurora, pues está ocupado en su mayor parte por cultivos.

La carretera desde la T a Aurora atraviesa en algunos sectores el paleocauce y desde ésta se realizaron las observaciones de campo.

Paleocauce Estero Sabanilla (Sector Monte Mono)

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	62357	623832
Y	9789092	9789465

Accesibilidad

El trayecto se lo realizó desde la Vía Pueblo Viejo – Vinces. De la ciudad de Vinces se toma la vía a Palestina, luego hacia la Aurora hasta llegar al punto localizado en el sector Monte Mono.

Descripción

Este fue el primer punto de observación del paleocauce que sigue el Estero Sabanilla. En ambos lados de la carretera no se observa el paleocauce, solo se observó viviendas, arrozales cultivados y otras zonas ocupadas con pozas a ser cultivadas (*Ver Foto # 5.18 y 5.19*).

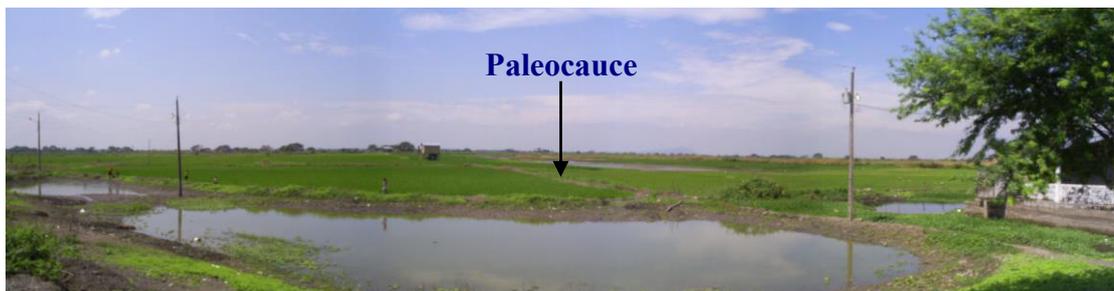


Foto # 5.18. Parte del paleocauce Estero Sabanilla, se observa en el lado izquierdo en la cercanía de la carretera las pozas y mas atrás los arrozales (Guaranda-Muñoz, 2008).

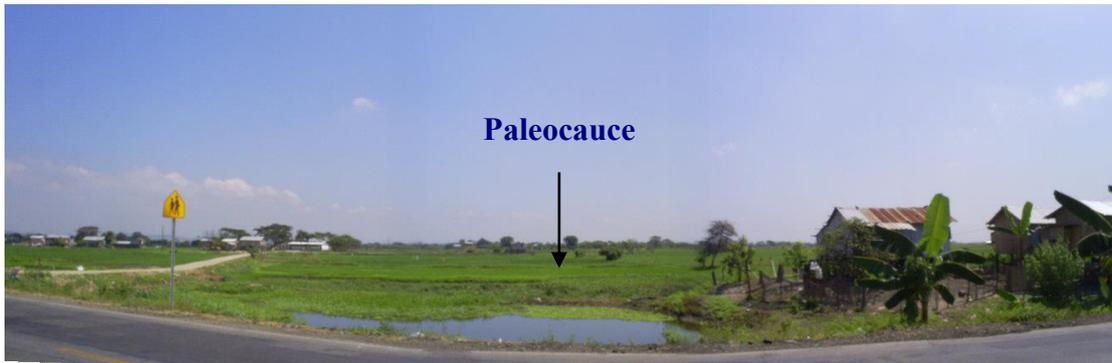


Foto # 5. 19. El paleocauce Estero Sabanilla aparece poco evidente comparado con lo identificado en las fotografías aéreas. En el lado derecho de la carretera se ven arrozales y viviendas (Guaranda-Muñoz, 2008).

Estero Sabanilla (San Jacinto)

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	624438	624696
Y	9783494	9783868

Accesibilidad

Se recorre la carretera desde la T hacia Aurora hasta llegar al punto localizado en el sector San Jacinto.

Descripción

En este tercer punto de observación, el paleocauce que sigue el estero Sabanilla se observa solo en las fotografías aéreas. Estas fotografías aéreas ocupan más área, las cuales permiten observar detalles que en las observaciones de campo se aprecian sutilmente; además existe 40

años de diferencia entre ambas observaciones. Se observó terrenos con cultivos para pastoreo y viviendas (*Ver Foto # 5.20*).



Foto # 5. 20. El paleocauce del Estero Sabanilla en este sector se observa solo en las fotografías aéreas. El terreno es ocupado para pastoreo (Guaranda-Muñoz, 2008).

Estero Sabanilla (Guasmal Uno)

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	625590	625848
Y	9780449	9780823

Accesibilidad

Se recorre la carretera desde la T hacia Aurora hasta llegar al punto localizado en el sector Guasmal Uno.

Descripción

Siguiendo el camino, solo se reconoció un aparente levée o borde de un tramo del curso del paleocauce del Estero Sabanilla, en este sector del lado izquierdo de la carretera avanzando hacia Aurora. La forma de lomas con matorrales presenta cierta continuidad que marca el supuesto margen (*Ver Foto # 5.21*).



Foto # 5. 21. Se observan lomas con una continuidad que marcan un posible margen de un tramo del paleocauce del Estero Sabanilla (Guaranda-Muñoz, 2008).

TERCERA JORNADA

Río Seco

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	626128	626386
Y	9777818	9778192

Accesibilidad

El trayecto se lo realizó desde Guayaquil hacia Tarifa, 1.5 km. antes de Tarifa se toma un camino de segundo orden que lleva a Guare Firme y 1.2 km. mas adelante al Recinto Amelia María.

Descripción

El ancho del paleocauce Río Seco (*Ver Foto # 5.22*) no se pudo medir directamente porque no existe un puente, pero tiene un ancho aproximado de 100 m. Presenta una continuidad visible con una corriente moderada en dirección al oeste debido a las mareas que entran desde el Río Babahoyo al Río Los Tintos y luego a este estero o antiguo cauce del Río Los Tintos.

El estero esta cubierto de vegetación flotante y vegetación de ribera. Una parte del borde izquierdo del estero es utilizado para cultivo de arroz.

Según versiones de un morador del sector, el estero presenta un fondo de 2 metros o mas dependiendo del sitio. Además, de tener un fondo fangoso cuando está seco.



Foto #. 5. 22. Estero Río Seco en el Recinto Amelia María. El estero presenta barrancos indefinidos (Guaranda-Muñoz, 2008).

Estero Zanja de Pérez

Coordenadas UTM

	WGS84	PSAD56
X	629428	629685
Y	9802898	9802271

Accesibilidad

Se tomó el camino desde Tarifa a Aurora. Luego, la ruta principal de la Aurora a Salitre. Desde el pueblo de Salitre se toma un camino de segundo orden hacia el sector La Joya.

Descripción

El ancho del paleocauce Zanja de Pérez (*Ver Foto # 5.23*) no se pudo medir directamente porque no existe una manera de cruzarlo, pero tiene un ancho aproximado de 120 metros, según un morador del sector. Presenta una continuidad notable con una corriente débil hacia el sur.

El nivel del agua del cauce está al nivel de los bordes. La vegetación de ribera cubre las márgenes y la vegetación flotante cubre el agua presente en el paleocauce en ciertas partes.



Foto # 5. 23. Paleocauce Zanja de Pérez en el sector La Joya (Guaranda-Muñoz, 2008).

CAPÍTULO VI. Síntesis de los resultados

6.1. ANÁLISIS DE SECUENCIA DE PALEOCAUCES

El análisis de secuencias de paleocauces se basa en la relación que se puede observar entre los paleocauces identificados (*Ver subcapítulo 4.3.1*) con un río principal, mediante las conexiones también identificadas entre ambos (*Ver Subcapítulo 4.3.2*). Analizando la tendencia de abandono de los cauces y su posición respecto al río actual; adicionalmente con la comparación de los anchos y sinuosidades entre paleocauces y ríos actuales se pudo establecer como ocurren las ocupaciones sucesivas. El análisis de secuencias de paleocauces nos lleva a comprender las variaciones de los ríos del área de estudio.

Se determinó un análisis de secuencia que expone un esquema de evolución general de los ríos de la cuenca en estudio. El Río Vinces y el Río Babahoyo (en su tramo Catarama-Ventanas), son los que muestran más variabilidad en su cauce.

Río Vinces

En la zona del Río Vinces se identificaron paleocauces con una conexión clara con este río como el Río Seco de Baba, el Estero Santa Martha y el Estero Zanja de Pérez. El Estero Sabanilla se presenta sin una conexión establecida pero con una tendencia clara hacia la zona central. Se identificaron, además entre el Río Vinces y el Río Junquillo, otros paleocauces sin una conexión clara y con una configuración complicada. El Río Vinces realiza ramificaciones actuales de su cauce en ambos márgenes, lo que es evidencia de la alta inestabilidad de este río. Por todo esto, se pudo determinar un orden de las variaciones de cauces sucesivos del Río Vinces.

Se establecen cinco etapas de los cambios del Río Vinces, donde se desconoce la posición de los ríos principales Daule y Babahoyo. Sin embargo, se considera al Río Daule estable dentro su faja fluvial actual. El Río Babahoyo, en el tramo Río Catarama-Ventanas fue tratado particularmente.

Etapas Petrillo y Etapa Sabanilla

La Etapa Petrillo la comprende el Estero Santa Martha (**A**) y el Río Pula actual (**A**), debido a las lagunas observadas bordeando el río en posición de

faja fluvial antigua. Esta etapa conforma el paleocauce del Río Vinces más occidental del sistema (*Ver Figura 6.1*).

La Etapa Sabanilla la conforman el Estero Santa Martha (**A-B**), junto al Estero Zanja de Pérez (**B**) y el Estero Sabanilla (**B**) (*Ver Figura 6.1*). Siguiendo aguas abajo, el Estero Zanja de Pérez se conecta claramente con el Río Mastrantales (bifurcación actual del Río Vinces), pero se desconoce su conexión con el Estero Santa Martha, por eso se indica con líneas punteadas. Finalmente el Estero Sabanilla, es el tramo final de este paleocauce desembocando en el Río Daule (*Ver Figura 6.1, Etapa Sabanilla*). Existe otra interpretación del paleocauce, pues al sur de Vinces pudo haber seguido un tramo diferente al Estero Santa Martha, luego seguir por el Estero Zanja de Pérez y finalmente por el Estero Sabanilla.

El Estero Santa Martha es semejante en ancho con el Río Vinces, con anchos promedios de 90,66 m. y de 92,2 m, respectivamente. En sinuosidad difieren, pues el Estero Santa Martha se muestra mas sinuoso (con un valor de 1,54) que el Río Vinces (1,28). El Estero Zanja de Pérez tiene un ancho de 104 m. cercano al Río Vinces y poco menos al Estero Santa Martha. Al contrario, en términos de sinuosidad el Estero Zanja de Pérez (con un valor de 1,5) se parece más al Estero Santa Martha (1,54). El Estero Sabanilla es el paleocauce de mayor ancho y sinuosidad. Este estero tiene un ancho

variable de 146 m a 534 m. El ancho menor se encuentra aguas arriba, cercano al Estero Zanja de Pérez y el segundo ancho en la desembocadura en el Río Daule. Por lo contrario, el Estero Sabanilla es mas sinuoso aguas arribas (1,79) y menos sinuoso hacia la salida (1,61) (*Ver tabla 6.1*).

Tabla 6.1. Comparación de ancho y sinuosidad de los paleocauces de la Etapa Sabanilla del Río Vines.

Comparación ancho y sinuosidad

río actual- cauce abandonado	A (m)	S
Vinces	92,2	1,28
Estero Santa Marta	90,66	1,54
Estero Zanja de Pérez	104,76	1,5
Estero Sabanilla (aguas arriba)	146	1,79
Estero Sabanilla (aguas abajo)	534	1,61

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

Etapa Jaboncillo

En esta etapa se conoce el tramo del Río Vines hasta la ciudad de Vines (C), su curso antiguo medio y bajo no se determinó por los numerosos paleocauces identificados entre el Río Vines y el Río Junquillo (C?) (*Ver subcapitulo 4.3.2*), que se presentan sin una conexión clara y con una configuración complicada (*Ver Figura 6.1, Etapa Jaboncillo*).

Etapa Río Seco de Baba

Es característico de esta zona el paleocauce del Río Seco de Baba (**C**), que se sabe por Wolf (1892), que este río era el tramo principal del Río Vinces antes de 1764 donde cuenta que un sacerdote con apellido Vinces hizo una zanja que al final desvió todo el río y formo un canal nuevo, que es el cauce actual del Río Vinces (**D**), en la cercanía de la ciudad actual de Vinces (*Ver Figura 6.1, Etapa Río Seco de Baba*). Se considera el curso antiguo más oriental de la secuencia.

El ancho del paleocauce Río Seco de Baba se pudo medir en los tramos que se identificaron en las fotografías aéreas, pues es más notable en este cauce una llanura de desbordamiento (*Ver subcapítulo 4.3.2*). El ancho promedio obtenido es de 84,27 m. y una sinuosidad de 1,19 que son comparables con el Río Vinces que tiene un ancho promedio al sur de Vinces en la boca antigua con el Río Seco de Baba de 92,2 m. y una sinuosidad de 1,28(*Ver tabla 6.2*). El ancho del Río Seco de Baba fue verificado en el campo, donde se midieron tres anchos menores de 50,6m; 25m y de 16,7m.

Tabla 6.2. Comparación de ancho y sinuosidad del paleocauce Río Seco de Baba y el Río Vinces.

Comparación ancho y sinuosidad

río-cauce antiguo	A (m)	S
Vinces	92,2	1,28
Seco de Baba	89,66	1,19

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

Etapa Actual

El Río Vinces actual (**E**) es formado por la desviación del Río Seco de Baba, hacia el Oeste (*Ver figura 6.1, Etapa Actual*). Su posición reciente, se encuentra en la zona de la 2^{da} etapa, por lo que aunque Wolf indica que se formó un canal nuevo, pudo haber aprovechado un paleocauce de esta zona. El Río Vinces realiza ramificaciones actuales de su cauce en ambos márgenes (*Ver subcapítulo 3.4.2*), lo que es evidencia de la alta inestabilidad de este río.

Río Catarama- Ventanas

El tramo del Río Babahoyo, Río Catarama-Ventanas es analizado individualmente. En este sector se encuentran actualmente los ríos Pueblo Viejo, al oeste y el Río Catarama-Ventanas, al este en el piedemonte Andino Occidental. Los paleocauces identificados en el subcapítulo 4.3.1 ordenados como una secuencia son los siguientes:

- Paleocauce al W del Río Pueblo Viejo (**A**)
- Paleocauce Estero La Envidia (**B**)
- Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo (**D**)

Según los criterios de observación mencionados en la parte inicial del presente capítulo, los paleocauces se ordenaron como se observa en la *Figura 6.2*.

Desde el oeste están dos cauces que han sido abandonados, los cuales son: el Estero La Envidia al sur (**B**) (*Ver Figura 6.2, Etapa La Envidia*) y al norte el paleocauce al oeste del Río Pueblo Viejo (**A**) (*Ver Figura 6.2, Etapa San Francisco*), que están localizados al oeste del río. Se considera el Río Pueblo Viejo (**C**) como un curso anterior del Río Catarama-Ventanas (*Ver Figura 6.2, Etapa Pueblo Viejo*). Éste río se encuentra actualmente como un cauce subadaptado. El Río Pueblo Viejo se pudo haber originado por la acción de la

falla # 14 identificada en el *subcapítulo 4.3.3*. Según Wolf, el Río Pueblo Viejo era la vena principal del Río Ventanas, que se originaba por la ciudad de Ventanas pero la boca del río se cerraba paulatinamente y el Catarama que era un estero se llevo el caudal. Con la comparación entre ancho y sinuosidad de ambos ríos (*Ver tabla 6.2*) se comprueba lo anteriormente mencionado por Wolf.

Entre los ríos Pueblo Viejo y Catarama-Ventanas, se encuentra el Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo (**D**) (*Ver Figura 6.2, Etapa Cauce antiguo Río Pueblo Viejo*), llamado así en la hoja topográfica Pueblo Viejo. Esto significa que el Río Pueblo Viejo corría más al este. El río más reciente del sistema corresponde al Río Catarama -Ventanas (**E**) (*Ver Figura 6.2, Etapa Actual*).

En la *tabla 6.2* se puede observar el ancho promedio y la sinuosidad de los paleocauces y ríos actuales. El paleocauce al oeste del Río Pueblo Viejo y el paleocauce La Envidia tienen anchos y sinuosidades similares, 43,22 m. con 1,19 y 30,24 m. con 1,18 respectivamente. Estos paleocauces presentan anchos y sinuosidades afines con un tramo de 15 km. del Río Pueblo Viejo cuyo ancho es de 40,46 m. y la sinuosidad de 1,20.

El cauce antiguo del Río Pueblo Viejo tiene un ancho de 97,66 m. y una sinuosidad de 1,24, comparable con el Río Pueblo Viejo, cuyo ancho y sinuosidad en el tramo en donde se origina el paleocauce es de 97,5 m. y 1,21 respectivamente. Este paleocauce es semejante además con el Río

Catarama-Ventanas cuyo ancho y sinuosidad es de 91,36 m. y 1,20 respectivamente (*Ver tabla 6.3*). El ancho del Río Pueblo Viejo decrece aguas abajo, debido al aporte que hace al Río Nuevo, a través del Estero El Chorro y al Río Babahoyo a través de pequeños esteros.

Tabla 6.3 Comparaciones de anchos y sinuosidades entre los paleocauces y ríos actuales en el sistema de los ríos Pueblo Viejo y Catarama-Ventanas.

paleocauce- río actual	A (m)	S
Río Pueblo Viejo	50,06	1,21
Río Catarama-Ventanas	91,36	1,20
paleocauce W del Río Pueblo Viejo	43,22	1,19
paleocauce Estero La Envidia	30,24	1,18
paleocauce Estero San Antonio	50,93	1,04
paleocauce del Río Pueblo Viejo	85,78	1,24

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008

Con lo indicado anteriormente se determina que el Río Catarama -Ventanas (**E**) tiene paleocauces que han servido sucesivamente como su cauce principal, desde el oeste al paleocauce al W del Río Pueblo Viejo (**A**), luego el Estero La Envidia (**B**), después el cauce subadaptado del Río Pueblo Viejo(**C**) y finalmente el paleocauce del Río Pueblo Viejo (**D**) (*Ver figura 6.2*).

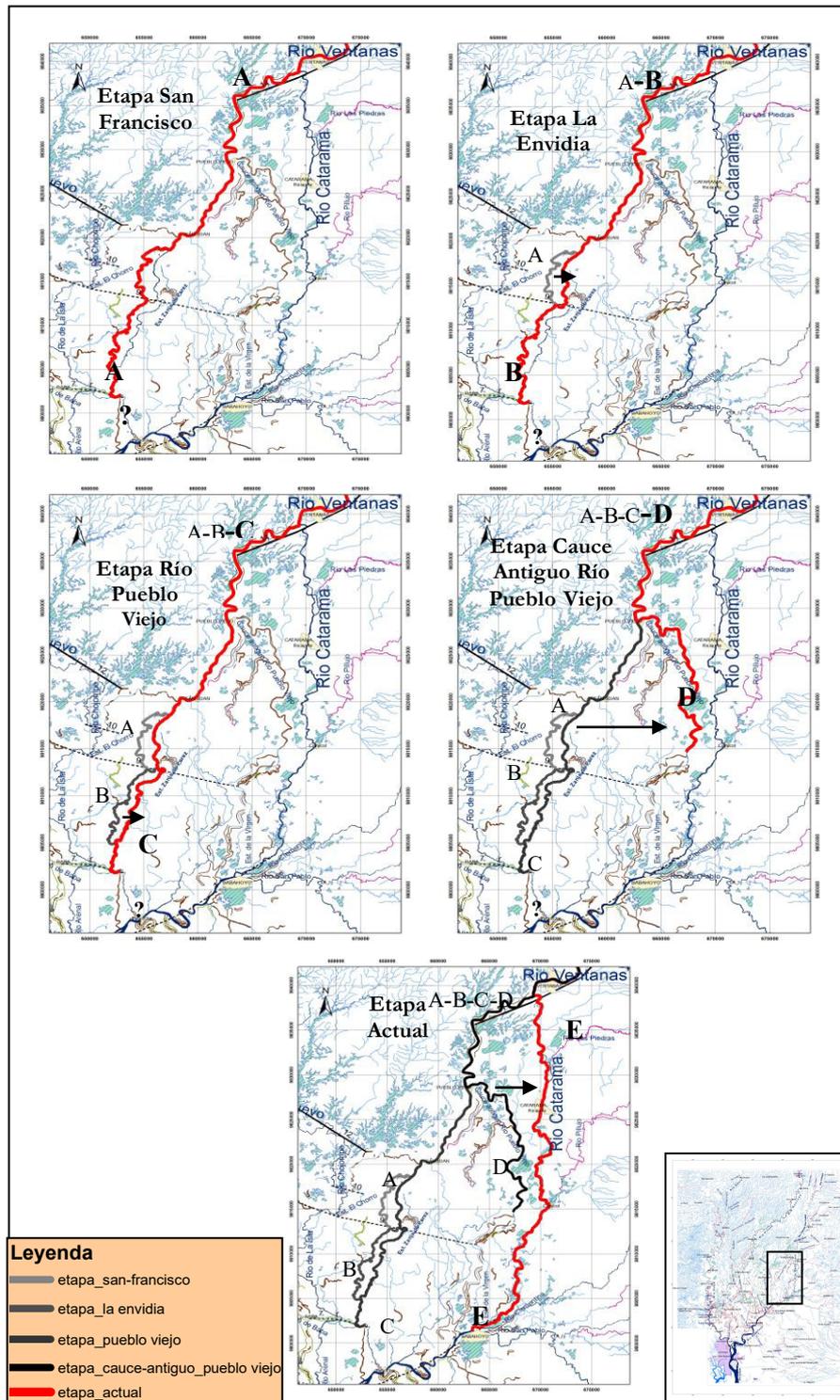


Fig. 6.2. Secuencia del Río Pueblo Viejo y el Río Catarama-Ventanas. Desde el más antiguo (A) hasta el actual (E). *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

En la cercanía de la desembocadura del Río Pueblo Viejo (B) se identificó el paleocauce Estero San Antonio (A), que corre paralelo al mismo y se lo considera una desembocadura anterior de este río (Ver figura 6.3).

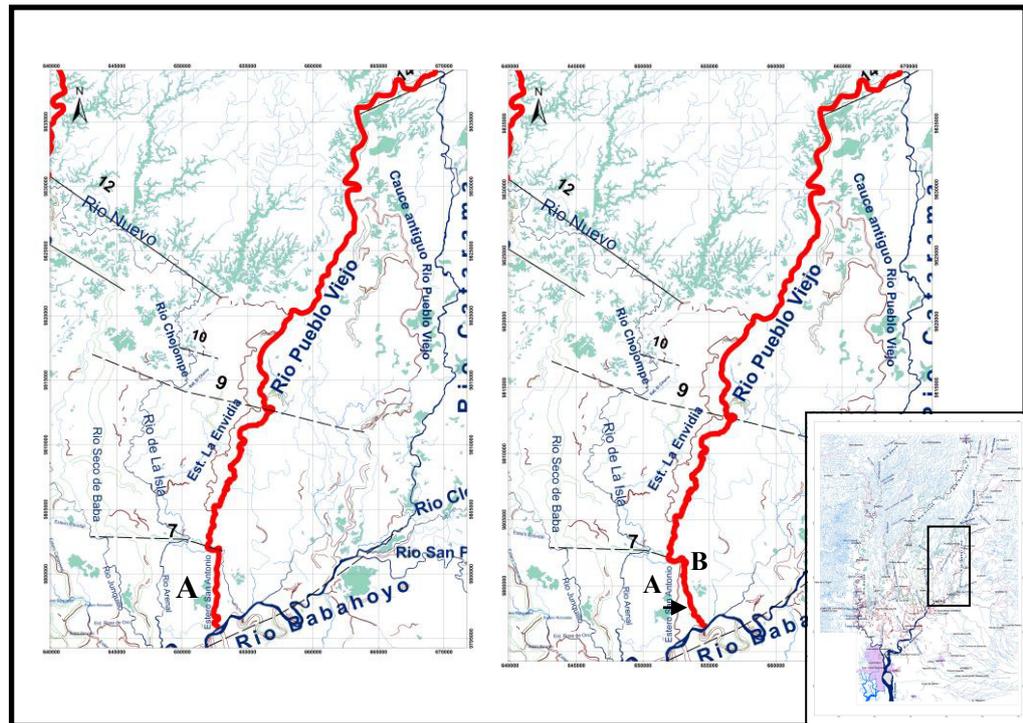


Fig. 6.3. Secuencia del Estero San Antonio y el Río Pueblo Viejo.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

6.2. EVIDENCIA DE MIGRACIÓN DE LA RED DE DRENAJE

Del análisis de secuencias determinado anteriormente en el subcapítulo 6.1 se establecen como evidencias de migración de la red de drenaje, la variación del cauce del Río Vinces y del Río Babahoyo (tramo Río Catarama-Ventanas).

Variación del Río Vinces

El Estero Santa Martha es un paleocauce del Río Vinces, por donde corría las aguas de éste hacia el Río Macul. La migración del Río Vinces desde el Estero Santa Martha es de oeste hacia el este. El desplazamiento de la migración del Río Vinces con respecto al paleocauce es de 4,5 km. aproximadamente (*Ver fig. 6.4*). El Estero Santa Martha seguía aguas abajo a través del Estero Zanja de Pérez.

El Estero Sabanilla es un paleocauce con ancho considerable dentro de la zona de estudio (*Ver tabla 6.1*). Se encuentra entre el Río Daule y el Río Vinces. Este paleocauce tiene una orientación hacia la zona central por medio del Estero Zanja de Pérez. El desplazamiento del Estero Sabanilla y el Estero Zanja de Pérez con respecto al Río Vinces actual es de 17 km. y 4km. respectivamente. El Estero Sabanilla es un cauce antiguo del Río Vinces que corría desde el Estero Santa Martha (*Ver fig. 6.4*).

El Río Pula por las lagunas encontradas en sus alrededores, es un río variable quizás tuvo un ancho mayor que el actual. El desplazamiento con respecto al Río Vinces es de aproximadamente 15 Km.

El paleocauce Río Seco de Baba es una clara evidencia de migración del Río Vinces, tanto por lo descrito por Wolf como por los criterios identificados en el subcapítulo 6.1. La migración tiene un origen antrópico. El Río Seco de Baba fue desviado desde el este hacia el oeste, lo que hoy es el Río Vinces, con un desplazamiento alrededor de 10 km. La falla interpretada # 11 [3] controlaba el paleocauce Río Seco de Baba antes de ser desviado hacia el Río Vinces (*Ver fig. 6.4*). Con esto se indica que el Río Vinces tiene una tendencia artificial contraria a la tendencia natural general hacia el Este, producto del efecto relativo de la actividad humana, junto al efecto natural de la Tectónica y el clima (erosión en épocas de alta precipitación, de alrededor de 2.000 mm., que tiene la zona).

Variación del Río Catarama-Ventanas

Como se interpretó en el análisis de secuencias en el Río Catarama-Ventanas, se determinaron dos tendencias generales que evidencian la migración de los ríos en dos direcciones. La primera tendencia determinada hacia el Suroeste por la existencia de la falla geológica Ventanas (Dumont et al, 2007) [3]. La segunda tendencia determinada hacia el este a partir de las ocupaciones sucesivas del Río Ventanas-Catarama, que van desde el Oeste hacia el Este. Desde el cauce más antiguo hasta el Río Catarama existe un desplazamiento de 15 km. aproximadamente (*Ver fig. 6.4*).

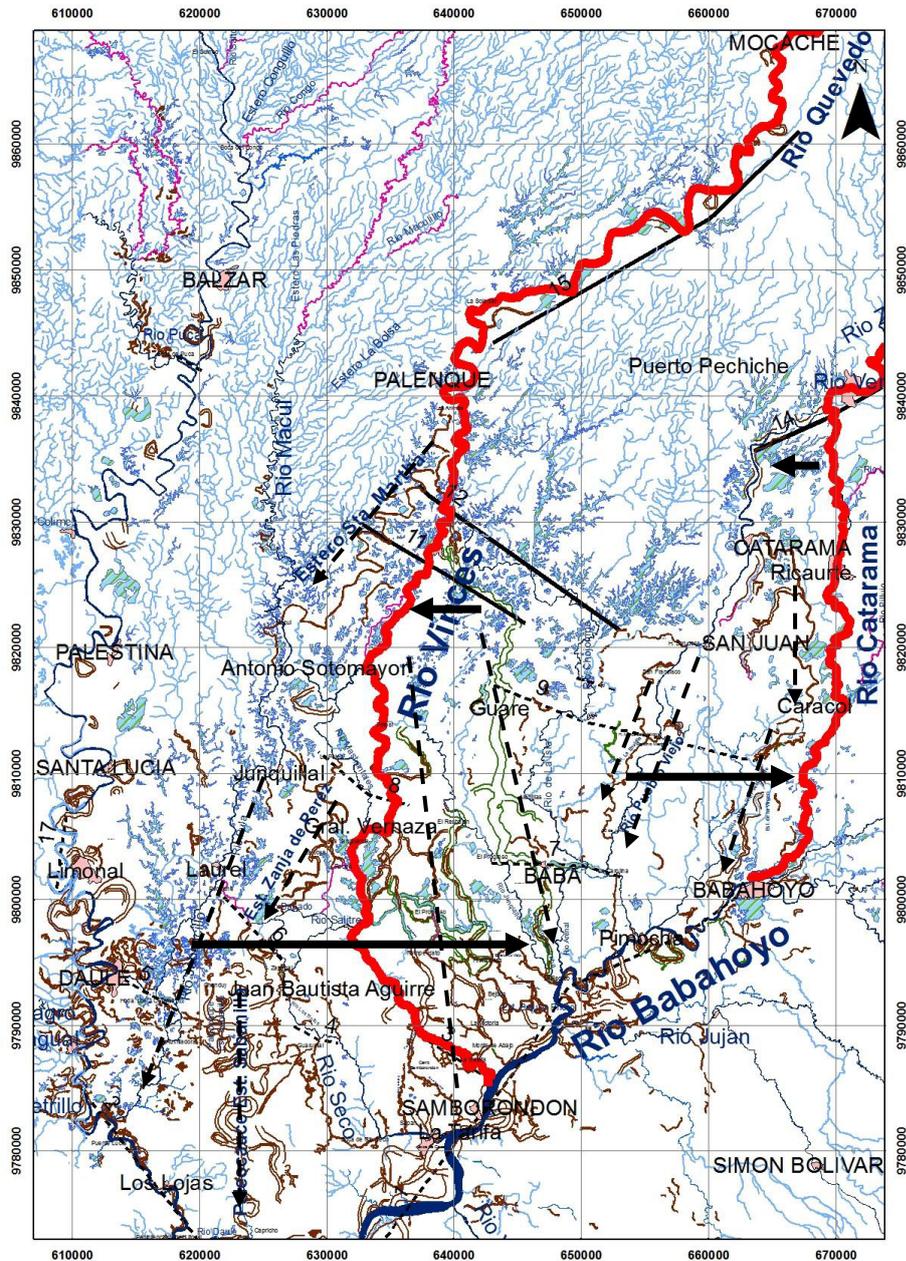


Fig. 6.4 Evidencias de migración de la red de drenaje, en la zona del Río Vices y el sistema de los ríos Pueblo Viejo y el tramo del Río Babahoyo (Río Catarama-Ventanas). *Elaboración:* Guaranda-Muñoz, 2008.

6.3. MORFO - ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LA EVOLUCIÓN FLUVIAL

La red de drenaje de la Cuenca del Guayas es coherente con las estructuras presentadas regionalmente. Existen lugares donde claramente existen morfoestructuras asociadas a la evolución fluvial. Un ejemplo claro del efecto de la Tectónica es la tendencia de migración que presentan en un tramo los Ríos Junquillo, Nuevo-de La Isla-Arenal, Río Seco de Baba y el Río Pueblo Viejo. Además del represamiento del drenaje en las rías–lagos identificadas entre el Río Vinces y el Río Pueblo Viejo en las terrazas indiferenciadas, por el efecto de dos lineamientos que controlan al Río Nuevo.

El lineamiento estructural # 7 interpretado en el subcapítulo 4.3.3 desvió un tramo de los ríos que se observan en la *figura 6.5*. Las medidas de los desplazamientos obtenidos son los siguientes: para el Río Junquillo es de 1,3 km.; para el Río Seco de Baba es de 3 km.; para el Río Nuevo-de La Isla-Arenal es de 2,7 km.; y para el Río Pueblo Viejo el desplazamiento es de 1,1 km. El Río Seco de Baba es más antiguo por tener un desplazamiento mayor al resto de cauces.

Por la acción de esta falla, los ríos involucrados tienen tendencia a migrar hacia el Este.

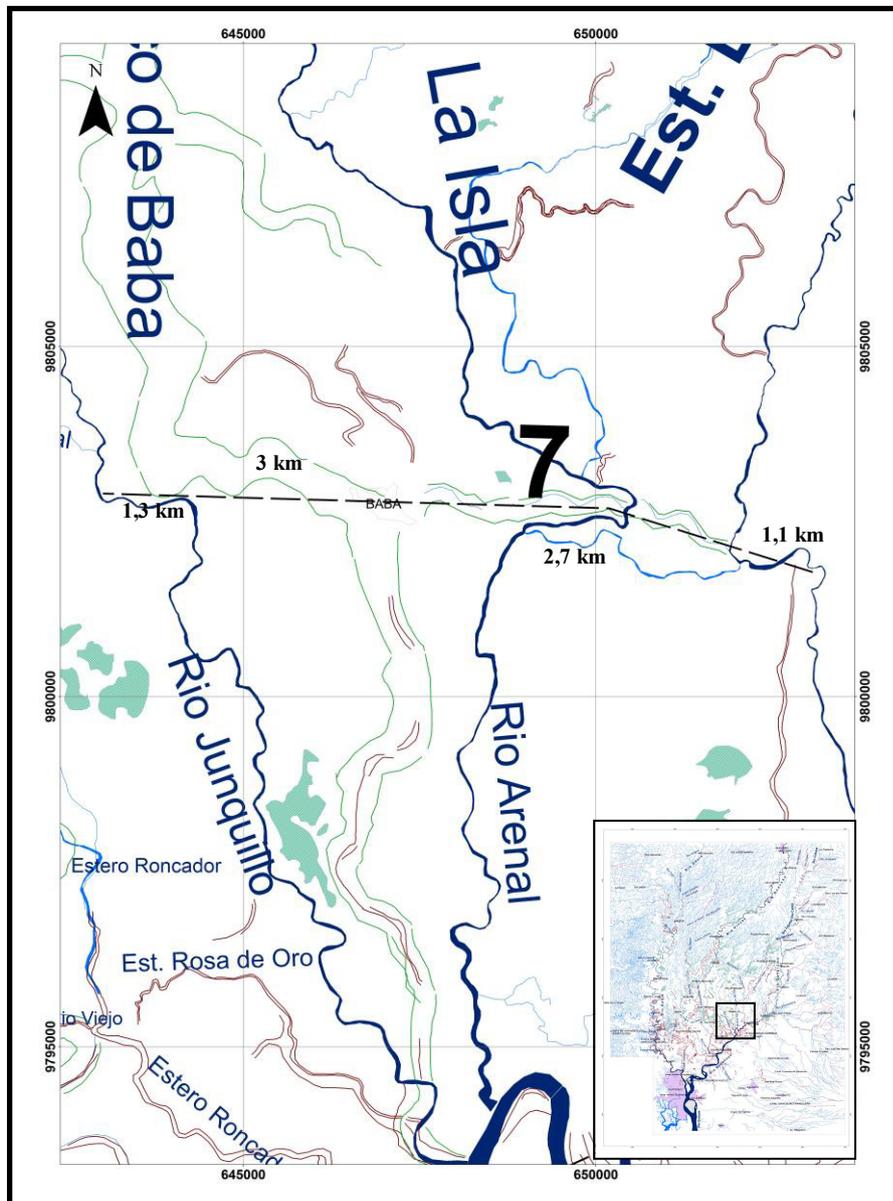


Fig. 6.5 Morfo-estructuras asociadas a la evolución de un tramo de los ríos Junquillo, Seco de Baba, Nuevo-de La Isla-Arenal, Pueblo Viejo.

Elaboración: Guaranda-Muñoz, 2008.

6.4. INTERPRETACIÓN DEL SISTEMA DE MIGRACIÓN FLUVIAL

En base a los puntos anteriores correspondientes al Capítulo VI, se interpretó el siguiente sistema de migración fluvial de la zona de estudio:

La Cuenca del Río Vinces es la más inestable de la zona de estudio. El esquema de evolución determinado (*Ver Fig. 6.1*) y las bifurcaciones que presenta actualmente (*Ver subcapítulo 3.4*) justifican este comportamiento.

La sucesión del cauce principal del Río Vinces, se da de la siguiente forma: el más Occidental es el curso antiguo formado por el Estero Santa Martha aguas arriba y el Río Pula; luego el Estero Santa Martha con el Estero Zanja de Pérez en su tramo medio y el Estero Sabanilla aguas abajo; el Río Vinces hasta la ciudad de Vinces actual y aguas abajo corrió por los numerosos cauces abandonados identificados con una configuración complicada; el Río Vinces hasta la ciudad de Vinces y el tramo del Río Seco de Baba, que es el más Oriental; por último, el Río Vinces actual que se encuentra al Oeste del Río Seco de Baba. La tendencia de la migración según lo analizado es hacia el Este, exceptuando el Río Vinces actual, desde la ciudad de Vinces que muestra un retroceso de la evolución.

El sistema del Río Catarama-Ventanas y Río Pueblo Viejo es inestable. La sucesión del cauce principal es la siguiente: el Río Pueblo Viejo que corría primero por el paleocauce al Oeste del Río Pueblo Viejo y luego por el Estero La Envidia, los más Occidentales del sistema; el Río Pueblo Viejo, que se encuentra actualmente con un cauce subadaptado; el Río Pueblo Viejo hasta la ciudad de Pueblo Viejo, desde ahí aguas abajo por el Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo al Este y por último el Río Catarama-Ventanas actual, en la posición más Oriental del sistema. Esta sucesión de cauces sugiere que el Río Catarama-Ventanas tiene una tendencia al Este.

La falla geológica sobre el Río Ventanas incidió para que éste se desviara al oeste, cerca de la ciudad de Ventanas y se origine el Río Pueblo Viejo.

Ejemplos de morfo – estructuras asociadas a la evolución fluvial son:

- La migración hacia el este de un tramo aguas abajo de los ríos Junquillo, Seco de Baba, Arenal y Pueblo Viejo, el desplazamiento que realizan los ríos en los tramos bajos sugiere posibles capturas y reorganización del drenaje en esta área; y
- Entre el Río Vines y el Río Pueblo Viejo, al norte del Río Nuevo, en las terrazas indiferenciadas se identificaron ría-lagos con una orientación NE-SW. Estas rías-lagos se originaron por el

represamiento de una red de drenaje anterior, provocado por los lineamientos estructurales 11 y 12.

Con lo mencionado anteriormente, se deduce que el sistema de migración fluvial tiene dos tendencias: Una tendencia hacia el Oeste, controlada por fallas transcurrentes con dirección general de NE-SW en la parte Norte, y otra tendencia que hace que el sistema fluvial dentro de la zona de estudio migre hacia el Este, controlada por una dirección general NW-SE de fallas transcurrentes conjugadas en la parte aluvial de la cuenca en estudio.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los criterios de observación se puede concluir lo siguiente:

Características de la evolución fluvial

- Las mayores variaciones se encuentran en la Cuenca del Río Vinces, en la cercanía de sus interfluvias débiles y en la Cuenca del Río Pueblo Viejo, debido a los numerosos cauces abandonados identificados en estas zonas.
- La Cuenca del Río Vinces presenta bifurcaciones por dos motivos: por la forma estuarina que presentaba en el Holoceno Medio; y por la Tectónica que genera subsidencia, lo que hace más inestable esta zona a largo plazo.

- En las terrazas indiferenciadas que se encuentran entre el Río Vinces y el Río Pueblo Viejo, se identificaron ría-lagos y drenaje general con orientación NE-SW. Los ría-lagos son evidencian de un drenaje represado por efecto de la acción de dos lineamientos estructurales ubicados en el área de Vinces con orientación NW-SE, que represan estas lagunas en una zona donde debería existir buen drenaje debido a la suave pendiente.
- En la Cuenca Baja del Río Vinces, los cauces son complicados de organizar en cauces sucesivos principales del Río Vinces, debido a la falta de dataciones para precisar los cambios; además, es una zona plana donde estos ríos se desarrollan en sedimentos aluviales depositados por el propio río. El Estero Santa Martha fue cauce anterior por donde el Río Vinces corría hacia el Río Daule a través del Río Pula, luego por los esteros Zanja de Pérez y Sabanilla. Estas variaciones del Río Vinces indica una migración al Este. Se destaca el Río Seco de Baba, cuya historia es bien conocida por Teodoro Wolf, como paleocauce del Río Vinces que migro hacia el oeste contrario a la tendencia general.
- El Río Babahoyo, en su extensión al Norte, en el tramo Río Catarama – Ventanas, ha desarrollado cambios en su cauce hasta ser actualmente su cauce principal. Entre esos el Río Pueblo Viejo que

fue originado por efecto de la falla Ventanas con orientación NE-SW haciendo correr sus aguas hacia el Oeste. En la actualidad se encuentra como un cauce subadaptado. Sin embargo, observando la sucesión de los paleocauces la migración en general ocurre hacia el Este.

- El Río Daule muestra tan solo variaciones de tramos de sus cauces dentro de su faja fluvial, debido a dos controles que posee, uno natural que son un conjunto de lineamientos estructurales con rangos de orientaciones de 25°- 45° y 115°- 140°, que afectan al río y uno artificial que es la represa Daule-Peripa. Está afectado principalmente por los dos rangos de lineamientos.
- La edad máxima de las variaciones del drenaje en la zona de estudio es de 6000 AP, posterior a la última glaciación y transgresión Holocena. En la zona de los paleocauces cercanos a Samborondón donde se identificaron los campos elevados o camellones la edad máxima de estos es 2950 BP (Dr. Marcos) y la mínima un rango de 2600 BP a 450 BP, correspondiente al desarrollo de la Cultura Milagro – Quevedo (Dr. Delgado). La edad mínima sería en el siglo XVIII en el Río Seco de Baba, indicado por Wolf.

Tendencias de la evolución

- Con las evidencias morfológicas estudiadas se determinaron dos tendencias de la evolución holocena fluvial en la zona de estudio de la Cuenca del Guayas. Una tendencia hacia el Oeste en la parte Norte, controlada por fallas con dirección general de NE-SW, y otra tendencia que hace que el sistema fluvial dentro de la zona de estudio migre hacia el Este en la parte aluvial al Sur, controlada por una dirección general de fallas de NW-SE. La última tendencia es evidenciada particularmente en los tramos de los ríos Junquillo, Nuevo, Pueblo Viejo y el Río Seco de Baba (*Ver Subcapítulo 6.3*).
- Con esto se determina que el drenaje de la Cuenca del Guayas es controlado por dos patrones direccionales, debido a la Tectónica que actúa por la posición estructural que posee respecto al margen activo y a la fuerte subsidencia provocada al pie de la Cordillera Andino Occidental. Sin embargo, faltan elementos para determinar la geodinámica de estos patrones estructurales sobre la red de drenaje.

7.2 RECOMENDACIONES

- Para hacer una mejor interpretación del drenaje global y comprender esta evolución que desarrollan los ríos de la Cuenca del Guayas en la zona de estudio, falta precisar las edades de los cambios de los cauces. Para esto se sugiere realizar dataciones y tomas de alturas precisas de los tramos de los ríos.
- Se recomienda determinar elementos morfométricos mas detallados, como la relación de bifurcación para entender el comportamiento principalmente del Río Vinces en su tramo medio y bajo.
- Para establecer mejor las etapas de la evolución principalmente en la Etapas Petrillo, en su tramo bajo y en la Etapa Sabanilla en el tramo medio, se recomienda precisar detalladamente las conexiones.
- Finalmente se recomienda, relacionar las tendencias de las migraciones direccionales encontradas en el análisis con las inundaciones dentro de la cuenca, para determinar zonas de alto riesgo tomando en cuenta este criterio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wolf Teodoro, *Geografía y Geología del Ecuador*, publicado por el Gobierno de la República del Ecuador, 1892, Cap III: La Region Occidental, Sección 2ª: El sistema fluvial del río Guayas, 124 – 150 p.
- [2] Dumont J.F., Poli J. T. and the Nezocotec Group, Report *non publicado* on Results Achieved on Radar Images, January 2007.
- [3] Dumont J.F., Santana E, Soledispa B, King A, *El Islote El Palmar, resultado de una evolución a largo plazo de la distribución del drenaje entre los Ríos Daule y Babahoyo en la Cuenca del Guayas*, Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol.14.#1, 2007, 171 p.
- [4] Dumont J.F., *Neotectonics of the Subandes-Brazilian craton boundary using geomorphological data: the Marañon and Beni basins*, ORSTOM, Laboratoire de Géodynamique sous-marine, 1996, 137-151 p.
- [5] Dumont J.F., Santana E., *Fan beheading and drainage diversion as evidence of a 3200-2800 BP earthquake event in the Esmeraldas-Tumaco seismic zone: A case study for the effects of great subduction earthquakes*, 2005, 1 p.
- [6] Schumm A. S., Dumont J.F., Holbrook J. M., *Active Tectonics and Alluvial Rivers*, Cambridge University Press, Cambridge-UK, 2000, 4-15 p.
- [7] CEDEGE, Plan Integral de Gestión Socio-Ambiental de la Cuenca del Río Guayas y Santa Elena (PIGSA), *Síntesis General*, 1, 19, 21 p.

- [8] Tarbuck J. Edward, Lutgens K. Frederick, Ciencias de la Tierra. *Una Introducción a la Geología Física*. Pearson Educación S.A., Sexta Edición, 2000, Cap. 10 213-239 p.
- [9] Muñoz L. Franco, *Manejo de Cuencas Hidrográficas Tropicales*, Editorial "Gustavo A. Serrano", CCE-Loja, 2007, Cap.1 17-33 p.
- [10] Enciclopedia Lexus, 1997, 364 p.
- [11] Ayala – Caicedo Francisco, *Geología Fluvial e Inundaciones, División de una cuenca en función de sus sedimentos (schumm, 1977) y variables fundamentales de estudio*, Curso de Inundaciones y de sequias. Aplicación al caso de España, Instituto Tecnológico Geominero de España ITGE, 8 al 11 de junio de 1998.
- [12] Meza C., *La Teledetección aplicada a los problemas fluviales: caso Pucallpa*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 2006, 405-415 p.
- [13] Proaño G, *Apuntes de Curso de Geomorfología*, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2005.
- [14] Bates Robert, Jackson Julia, *Glossary of Geology*, Second Edition, American Geological Institute, Falls Church, Virginia, USA, 1980.
- [15] Suarez D. Jaime, *Control de erosión en zonas tropicales*, Universidad Industrial de Santander, Instituto de Investigaciones sobre erosión y deslizamiento. Bucaramanga-Colombia, Nov. 2001, 100-134 p.
- [16] Dumont, *Rasgos Morfoestructurales de la Llanura Amazónica del Perú: Efecto de la Neotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las Provincias Morfológicas*, Bulletin Instituto Francés de Estudios Andinos, 1992, 817-819-826 p.

- [17] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. Anuario Meteorológico 1998-1999, Precipitaciones. Estadística mensual y anual de estaciones climáticas.
- [18] Dumont, *Cambio del curso de los ríos Marañón y Ucayalí en la depresión Ucamara durante el Cuaternario reciente*. VII Congreso Peruano de Geología, 2007.
- [19] Collison J.D., Alluvial sediments, publicado en *Sedimentary Environments: Process, facies and stratigraphy*, Third Edition, 1996, 37-81 p. Cap. 3. Blacknell Publishing Company, UK.
- [20] Abad Jorge, Spalletti Pablo, García Marcelo, Brea José, Efecto de la construcción del Puente Lavalle en la evolución de meandros en el Río Bermejo, XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica ciudad Guayana, Venezuela, Octubre del 2006.
- [21] Chuvieco Emilio, *Teledetección Ambiental*, 2da edición, Barcelona – España, 2006, 257-258, 292 -314 p.
- [22] Tutorial del software ERDAS Imagine, *Capítulo 6: Rectificación Polinomial*, 1997 -200, 2-16 p.
- [23] Fallas Jorge, *Ortorectificación de fotos aéreas con ILWIS*, Laboratorio de teledetección y sistemas de información geográfica, Universidad Nacional, 2004, 1-2 p.
- [24] Duque Pablo, *Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador, Recopilación*, Sistema de Información Geológica y Minera (SIM), Quito, 1era edición, Oct 2000.
- [25] CEDEGE, *Estudios Geológicos – Geotécnicos de Prefactibilidad para las presas en la Cuenca Baja del Río Guayas*, Departamento Técnico Unidad de Hidrología y Recursos hidráulicos, 1983 - 1984.

- [26] Baldock J.W, Geology Of Ecuador, *Explanatory bulletin of the nacional geological map of the republic of ecuador 1: 1 000 000 scale*, Ministerio de recursos naturales y energéticos. Direccion general de geologia y minas, Quito-Ecuador, 1982.
- [27] Dumont Jean F., Santana Essy, Vilema Washington, *Morphologic evidence of active motion of the Zambapala Fault, Gulf of Guayaquil* (Ecuador), 2005, 223-239 p.
- [28] White Scott, Trenkamp Robert, Kellogg James, *Crustal deformation and the earthquake cycle along the Ecuador-Colombia subduction zone*, 2003, 231-242 p.
- [29] Ego F, Sébrier M, Lavenu A, Yepes H, Egues A, *Quaternary State of stress in the Northern Andes and the restraining bend model for the Ecuadorian Andes*, 1996, 101-116 p.
- [30] ESPOL-ORSTOM, *Levantamiento de trece cartas geológicas escala 1:50 000 de las provincias del Guayas y Manabí* P.I. 320-05. Primer informe semestral. Guayaquil – Ecuador, Marzo de 1987, 9-13 p.
- [31] Catalayud Magali, *Analyse des morphologies fluviales d'un bassin tectonique*, 1996. 2- 10 p.
- [32] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). *Series de datos hidrológicos, caudales medios mensuales*, período: 1990 -2005, Dirección de Informática.
- [33] Pourrut Pierre et al, *El agua en el Ecuador, Climas del Ecuador*,
- [34] CEDEGE, *Estudio de la influencia de las ondas de marea en el estuario del Río Guayas*, Estudios de la Segunda etapa de la Cuenca Baja del Río Guayas, Departamento Técnico, Unidad de Hidrología y Recursos Hidráulicos, Enero 1983, 1-2 pps.

- [35] Delgado-Espinoza F, *Intensive agriculture and political Economy of the Yaguachi chiefdom of Guayas basin, Coastal Ecuador*, University of Pittsburgh, 2002
- [36] Kashyapa A. S. Yapa, *Ingenieria Prehispanica y sus lecciones para hoy – Un resumen para Ecuador Parte II*. Web site: <http://kyapa.tripod.com/ingprehisp/ingprehisp-2.htm>

ANEXO A
FOTOGRAFÍAS AÉREAS OBTENIDAS EN CEDEGE

			foto			
grados	grados	rollo	desde	hasta	error	Total fotos
01.10	79.20	44	135	144	0,0668	10
		44	160	171	0,0913	12
01.10	79.30	52	45	53	0,0412	9
		44	86	95	0,0100	10
		44	110	114	0,0960	5
		44	115	118	0,0172	4
		44	137	143	0,0294	7
01.10	79.40	52	220	227	0,0361	8
		61	29	30	0,1970	2
		52	202	210	0,1910	9
		61	14	15	0,1035	2
		79	228	235	0,0924	8
		52	69	73	0,0617	5
		52	74	77	0,7359	4
01.10	79.50	60	83	93	0,0686	11
		60	124	131	0,1073	8
		60	155	156	0,0136	2
		60	159	163	0,0098	5
		60	194	202	0,0120	9
		59	19	26	0,0654	8
		60	60	67	0,0241	8
		71	53	58	0,0175	6
01.10	80.00	56	117	122	0,0056	6
		56	166	176	0,2811	11
		56	187	191	0,1602	5
		56	192	196	0,0325	5
		57	10	17	0,0860	8
		60	84	93	0,2264	10
01.20	79.20	73	128	135	0,1614	8
		44	151	159	0,1620	9
		73	82	88	0,0162	7
01.20	79.30	54	1	4	0,1991	4
		54	5	8	0,0804	4
		44	144	148	0,1024	5
		61	79	80	0,0037	2
		44	104	109	0,1291	6
		44	96	102	0,2091	7
		53	242	244	0,0287	3
		f4	58	64	0,0841	7
		f4	8	14	0,2163	7
01.20	79.40	f4	68	74	0,0532	7
		f4	58	64	0,0695	7
		51	6	13	0,0599	8
		52	192	201	0,0868	10
		53	12	21	0,0260	10
		60	50	57	0,0597	8

continúa en la pagina siguiente

01.20	79.50	59	9	17	0,0123	9
		60	185	189	0,0516	5
		60	190	194	0,0202	5
		60	164	173	0,0979	10
		71	42	46	0,0254	5
		71	47	52	0,0260	6
01.20	80.00	56	123	130	0,0482	8
		56	131	135	0,0168	5
		56	177	179	0,0180	3
		56	180	183	0,1505	4
		57	18	22	0,0567	5
		57	23	27	0,1304	5
		60	94	103	0,2165	10
		62	155	157	0,1247	3
		10	148	151	0,1912	4
01.30	79.20	61	88	95	0,0885	8
01.30	79.30	53	233	242	0,0772	10
		61	88	96	0,3007	9
		61	71	78	0,0855	8
		54	9	18	0,0721	10
		53	162	169	0,0792	8
01.30	79.40	61	1	5	0,0428	5
		f4	49	51	0,0305	3
		f4	52	54	0,0425	3
		f4	55	57	0,0420	3
		f4	75	79	0,0403	5
		f4	80	86	0,0756	7
		60	21	25	0,0647	5
		52	182	191	0,0891	10
		61	40	48	0,0438	9
		53	22	31	0,0674	10
01.30	79.50	29	187	191	0,1341	5
		29	192	197	0,1677	6
		30	17	20	0,0421	4
		30	73	77	0,0480	5
		30	112	118	0,0686	7
		58	173	174	0,0219	2
		59	6	8	0,0448	3
		60	42	49	0,0298	8
		60	173	176	0,0839	4
		60	177	179	0,1880	3
		60	110	115	0,0779	6
		60	183	184	0,1318	2

continúa en la página siguiente

01.30	80.00	10	123	132	0,0287	10
		10	154	155	0,0444	2
		10	156	158	0,1128	3
		10	160	161	0,0751	2
		f11	12	20	0,2820	9
		27	79	81	0,1294	3
		27	82	83	0,0650	2
		27	84	87	0,1079	4
		60	103	108	0,0983	6
		27	153	157	0,0810	5
01.40	79.20	73	114	120	0,0892	7
		77	144	153	0,0706	10
		77	198	203	0,0758	6
		77	204	207	0,0887	4
01.40	79.30	f4	24	32	0,1300	9
		53	170	178	0,1096	9
		61	62	70	0,0846	9
		61	97	105	0,0893	9
01.40	79.40	f4	40	48	0,1726	9
		f4	87	94	0,1300	8
		60	40	41	0,1513	2
		61	48	55	0,1291	8
		60	12	20	0,1300	9
		53	48	53	0,1216	6
01.40	79.50	30	123	129	0,0783	7
		30	63	67	0,0828	5
		30	68	72	0,0425	5
		30	21	25	0,0637	5
		30	26	30	0,1618	5
		71	21	26	0,0922	6
		71	27	32	0,0364	6
		29	179	183	0,0657	5
		29	184	187	0,0420	4
		58	175	179	0,1001	5
		58	180	184	0,0924	5
01.40	80.00	10	162	169	0,0688	8
		29	129	134	0,2051	6
		27	70	78	0,2191	9
		27	144	152	0,2148	9
01.50	79.20	77	189	196	0,1062	8
		77	154	162	0,0980	9
		77	93	98	0,1012	6

continúa en la pagina siguiente

01.50	79.30	50	105	109	0,2467	5
		47	218	225	0,1238	8
		54	31	35	0,2746	5
		47	227	233	0,0497	7
		50	101	104	0,0663	4
		61	109	114	0,0011	6
		77	61	63	0,0273	3
		58	158	163	0,0122	6
01.50	79.40	49	140	145	0,3184	6
		60	10	12	0,0802	3
		61	56	60	0,0635	5
		f4	95	96	0,0670	2
		49	188	194	0,1159	7
		49	169	172	0,0841	4
		f4	33	35	0,0880	3
		74	98	106	0,1339	9
		49	138	139	0,1052	2
		f4	42	43	0,0325	2
01.50	79.50	29	173	176	0,0606	4
		29	177	180	0,1159	4
		30	29	33	0,0900	5
		30	34	38	0,0331	5
		30	54	58	0,1140	5
		30	59	63	0,1424	5
		49	122	128	0,1002	7
		30	129	137	0,1041	9
		29	152	155	0,1364	4
		29	156	158	0,1720	3
		58	185	191	0,0734	7
01.50	80.00	57	36	40	0,0708	5
		57	41	44	0,0427	4
		10	170	174	0,0198	5
		10	175	178	0,2378	4
		11	129	132	0,1387	4
		11	133	136	0,1147	4
		32	34	38	0,2159	5
		29	121	124	0,2916	4
		29	125	128	0,1710	4
		27	61	65	0,0867	5
		27	66	69	0,2042	4
		27	130	136	0,0927	7
		27	137	143	0,1044	7
02.00	79.20	77	78	83	0,0977	6
		77	84	88	0,0772	5
		77	164	172	0,0788	9
		63	31	37	0,0795	7
		63	81	86	0,0782	6
		63	88	91	0,0591	4
		77	179	187	0,0871	9

continúa en la pagina siguiente

02.00	79.30	77	48	54	0,0790	7
		77	65	72	0,0771	8
		61	116	122	0,0959	7
		58	150	157	0,0699	8
		54	39	46	0,0498	8
		50	94	100	0,0553	7
		47	235	242	0,0972	8
		50	128	129	0,0963	2
		41	212	217	0,0591	6
02.00	79.40	13	4	13	0,0877	10
		12	11	20	0,2075	10
		11	3	11	0,4562	9
		49	146	152	0,0408	7
		8	42	44	0,0976	3
		9	1	4	0,0745	4
		10	30	31	0,0858	2
02.00	79.50	4	4	9	0,0039	6
		5	25	31	0,0560	7
		29	159	172	0,1831	14
02.00	80.00	10	180	183	0,0858	4
		11	121	122	0,2550	2
		27	53	60	0,0758	8
		58	196	201	0,1194	6
02.10	79.20	47	341	344	0,0983	4
		47	345	349	0,2550	5
		63	11	19	0,0655	9
		63	38	47	0,0810	10
		63	71	80	0,0981	10
		63	92	95	0,0794	4
		63	96	101	0,1488	6
02.10	79.40	8	17	22	0,0758	6
		8	38	42	0,0983	5
		9	6	14	0,2611	9
		10	13	21	0,4362	9
		11	12	20	0,2161	9
		12	2	10	0,2448	9
		13	14	17	0,0744	4
		13	18	20	0,0823	3
02.10	79.50	2	14	16	0,7246	3
		3	9	13	0,6385	5
		3	14	16	0,0860	3

error promedio	0,109
total fotos	1354
total mosaicos	221

ANEXO B

HOJAS TOPOGRAFICAS DIGITALES

Nombre de la carta	sigla nacional	sigla internacional	Escala	N° de edición	año fotografías aéreas	año publicación
Babahoyo	NIV-E2	3688-I	1:50 000	3	1970#	1996
Balzar	NIV-C1	3689-IV	1:50 000	3	1977#	1996
Catarama	NIV-D3	3789-III	1:50 000	1	junio-78	1990
Chillanes	NIV-F4	3788-II	1:50 000	1	1978	1987
Chongon	MV-B4	3587-II	1:50 000	1	1968	1996
Colimes	MIV-D4	3589-II	1:50 000	3	1961#	1996
Cordillera de Chongon	MV-B2	3587-I	1:50 000	3	Oct 1977#	1996
Cumandá	NV-B4	3787-II	1:50 000	1	Agosto 1978 y Mayo 1983	1988
Daule	NIV-E3	3688-III	1:50 000	2	1986	1996
El Corazón	NIV-B2	3790-I	1:50 000	1	1978	1987
El Triunfo	NV-B3	3787-III	1:50 000	2	ago-78	1991
General P.J. Montero	NV-A4	3687-II	1:50 000	1	1994	1996
Guaranda Oeste	NIV-D4	3789-II	1:50 000	1	1978	1986
Guayaquil	NV-A3	3687-III	1:50 000	2	1980-1982	1996
Honorato Vásquez	OIV-D1	4189-IV	1:50 000	3	*	1996
Isidro Ayora	MIV-F4	3588-II	1:50 000	2	1986#	1990#
Juan Montalvo	NIV-F1	3788-IV	1:50 000	2	1968#	1989
Matilde Esther	NV-B2	3787-I	1:50 000	2	1977-1978#	1986#
Milagro	NV-A2	3687-I	1:50 000	3	1968#	1996
Mocache	NIV-A4	3690-II	1:50 000	2	1978#	1996
Moraspungo	NIV-B4	3790-II	1:50 000	1	*	1986
Naranjito	NV-B1	3787-IV	1:50 000	2	1978#	1991
Olmedo	MIV-D2	3589-I	1:50 000	3	*	1996
Palestina	NIV-C3	3689-III	1:50 000	3	Nov. 1977#	1996
Pascuales	NV-A1	3687-IV	1:50 000	3	1987#	1996
Pedro Carbo	MIV-F2	3588-I	1:50 000	3	*	1996
Pichincha	NIV-A1	3690-IV	1:50 000	2	1978	1996
Puerto Pechiche	NIV-C2	3689-I	1:50 000	2	jul-78	1996
Puebloviejo	NIV-C4	3689-II	1:50 000	1	jul-78	1990
Quevedo	NIV-B1	3790-IV	1:50 000	1	1978	1986
Quinsaloma	NIV-B3	3790-III	1:50 000	1	1978	1986
Samborondon	NIV-E4	3688-II	1:50 000	3	1988-1994	1998
San José de Camarón	NIV-D2	3789-I	1:50 000	1	1978	1986
San Pablo	MIV-B4	3590-II	1:50 000	1	*	1996
Santa Lucia	NIV-E1	3688-IV	1:50 000	2	1996	1999
San Vicente	NIV-A3	3690-III	1:50 000	3	*	1996
Simón Bolívar	NIV-F3	3788-III	1:50 000	2	Dic 1968#	1991
San Miguel de Bolívar	NIV-F2	3788-I	1:50 000	1	1978	1987
Velasco Ibarra	NIV-A2	3690-I	1:50 000	2	*	1996
Ventanas	NIV-D1	3789-IV	1:50 000	1	ago-78	1989

fotos mas recientes de esa

fecha

* no se tienen datos de las fotografías aéreas

ANEXO E

INDICE TOPONÍMICO

A

Abanico de Santo Domingo, 17, 78
Amazonía Peruana, 32
Amelia María (recinto), 180, 206,
207
América del Sur, 5
Antonio Sotomayor, 85, 104
Arco Volcánico Andino, 5
Arenilla (sector), 84

B

Baba, 2, 105, 180, 185, 187, 189,
190, 193
Babahoyo, 35, 89, 91, 98, 100, 106,
153
Balzar, 86
Balzar de Vinces, 2
Barrio Nuevo (sector), 141
Bloque Andino, 73
Boca de Baba, 2
Boca de Cañas, 2, 87
Boca de Congo (sector), 81
Boca de Puca (sector), 81, 103
Boca de Solano (sector), 81
Boca de Tigre (sector), 81
Bucay, 69

C

Calabí, 90
Capricho (sector), 147
Casa de Teja (sector), 180, 193,
194
Cascol (sector), 86
Catarama, 3, 43, 180, 197
Cauce antiguo del Río Pueblo Viejo,
107, 197, 198, 199
Centro Infantil Campesino, 124
Cerrito de Oro (sector), 105
Cerro Germania, 170
Cerro Samborondón, 127, 130, 139,
170, 180, 181
Cerro Totoral, 170

Cerros de Pascuales, 81
Chanduy (sector), 124, 134, 145,
147
Colimes, 81
Colombia, 93
Concepción, 180, 190
Cono Aluvial de Bucay, 17, 65, 69
Cono Aluvial de Santo Domingo,
163
Cordillera Andina, 38
Cordillera Chongón-Colonche, 64,
65, 70, 72, 80
Cordillera Costera, 5, 62, 66, 69, 79
Cordillera Occidental, 5, 64, 65, 68,
69, 74, 79, 90, 93, 94, 101, 106
Cordillera Oriental Andina, 5
Cuenca del Río Amazonas, 23
Cuenca del Río Babahoyo, 79, 88,
101, 106, 152
Cuenca del Río Beni, 5, 6
Cuenca del Río Daule, 79, 80, 101,
102, 145
Cuenca del Río Esmeraldas, 23
Cuenca del Río Guayas, 1, 4, 5, 6,
7, 8, 11, 12, 13, 22, 23, 60, 62, 63,
64, 68, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 82,
89, 93, 97, 98, 128, 163, 175, 224,
233, 234
Cuenca del Río Junquillo, 105, 135
Cuenca del Río La Plata, 23
Cuenca del Río Los Tintos, 145
Cuenca del Río Macul-Pula, 103,
159
Cuenca del Río Marañón, 5, 6
Cuenca del Río Nuevo, 105, 135
Cuenca del Río Paraguay, 23
Cuenca del Río Paraná, 23
Cuenca del Río Parnaíba, 23
Cuenca del Río Pisco, 23
Cuenca del Río Pueblo Viejo, 107,
152, 230
Cuenca del Río Pula, 145
Cuenca del Río Rímac, 23

Cuenca del Río San Juan, 23
Cuenca del Río Ucayalí, 5, 6
Cuenca del Río Vines, 79, 82, 86,
91, 101, 104, 135, 145, 159, 227,
230, 231
Cuenca Jambelí, 72
Cultura Milagro-Quevedo, 128, 232

D

Daule, 98
Depresión Ucamara, 42, 44

E

Ecuador, 22, 32, 63, 70, 93
El caracol (sector), 91, 107
El Carmen (sector), 85, 103, 162
El Descanso (sector), 83, 105
El Guineo (sector), 81
El Progreso (sector), 143, 180, 185,
187
El Recreo (sector), 84, 106, 137
El Recuerdo (sector), 84
El Resbalón, 141
El Rosario (sector), 153
Estero Bejuco Prieto, 124, 134, 135,
141, 142
Estero Bijagual, 81
Estero Cañaverel, 136, 141, 142
Estero Chingueré, 3
Estero Chontal, 141
Estero de Cañas (sector), 104
Estero de La Virgen, 153
Estero de Pavana, 136
Estero El Chorro, 108, 152, 158,
173, 218
Estero Guapara, 130, 139, 181
Estero La Bolsa, 86, 89
Estero La Envidia, 125, 134, 152,
155, 156, 172, 216, 217, 218, 228
Estero La Javilla, 124, 134
Estero La Jigua, 124, 134
Estero Las Piedras, 86, 89
Estero Los Limos, 172
Estero Morochal, 124, 134
Estero Petrillo, 81
Estero Pisco, 104, 124, 160, 173

Estero Rejo Curado, 124, 134, 159,
162
Estero Río Viejo, 124, 134, 135,
141, 142
Estero Rompe Hato, 139
Estero Roncador, 124, 134, 135,
141, 142
Estero Rosa de Oro, 124, 134, 136,
141, 142
Estero Sabanilla, 82, 103, 124, 134,
145, 147, 148, 150, 180, 201, 202,
203, 204, 205, 210, 211, 212, 221,
227, 231
Estero Salado, 66, 170
Estero San Antonio, 125, 127, 134,
152, 157, 218, 220
Estero San Lorenzo, 84
Estero Santa Martha, 104, 124, 126,
134, 159, 160, 161, 173, 180, 195,
196, 210, 211, 212, 221, 227, 231
Estero Sapan, 139
Estero Zanja de Pérez, 124, 134,
145, 147, 148, 150, 151, 172, 180,
207, 208, 210, 211, 212, 221, 227,
231
Estero Zarza de Mate, 124, 134

F

Falla Guayaquil, 72
Falla Guayaquil-Babahoyo, 106
Falla Guayaquil-Dolores, 72
Falla Jambelí-Naranjal, 68
Falla Milagro-Guaranda, 68
Falla Pallatanga, 72
Falla Pallatanga-Chigual-La Sofía,
73
Falla Puná-Pallatanga, 68, 72
Falla Ventanas, 74, 222, 228, 231
Falla Vines, 74
Falla Zambapala, 72
Formación Angostura, 69
Formación Balzar, 69, 70
Formación Borbón, 69, 70
Formación Cayo, 66, 70, 71
Formación Guayaquil, 66, 70, 71
Formación Macuchi, 68, 72
Formación Onzole, 69, 70
Formación Pichilingue, 69, 226

Formación Piñon, 66, 68, 69, 70, 71, 74
Formación San Eduardo, 66, 70, 71

G

General Vernaza (sector), 104, 185
Golfo de Guayaquil, 72, 73, 78, 101
Grupo Daule, 69
Guare, 3
Guare Firme, 206
Guarumal (sector), 149
Guasmal Uno (sector), 204
Guayaquil, 70, 71, 82, 98, 100, 206

H

Hacienda América, 141, 142
Hacienda El Tillo, 141
Hacienda Elvira, 3
Hacienda Los Tres Cerritos, 86
Hacienda Mango Mocho, 180
Hacienda Mercedes Victoria, 156
Hacienda San Eduardo, 107
Hacienda San Enrique, 106
Hacienda San José, 158
Hacienda San Mateo (sector), 107
Hacienda Ventanilla, 3

I

Intrusivo de Pascuales, 71
Isla de Bejucal, 84, 158, 180
Isla de La Vega, 3
Isla Puná, 11
Islote El Palmar, 4, 74

J

Jenaro Herrera (Sector), 38, 39
Judipa (sector), 86
Julia María (sector), 180

L

La Aurora, 180, 202, 205, 207
La Auxiliadora (sector), 86

La Capilla (sector), 98
La Carolina (sector), 108, 157
La Esperanza (sector), 103
La Hojita (sector), 107
La Joya (sector), 150, 180, 207, 208
La Loma (sector), 107
La Pelea (sector), 150
La Piedacita (sector), 79
La Puntilla, 90, 134
La Soledad (sector), 82, 104
La T, 180
La Unión, 180
La Vanguardia (sector), 85
La Violetas, 143
Las Ánimas (sector), 160
Las Lajas (sector), 160
Las Marianitas (sector), 105
Las Peñas, 134
Los Troncos (sector), 108

M

Macul, 162, 180, 196
Maderas Negras, 124, 134
Mariana de Jesus (sector), 180
Milagro, 69
Mocache, 104
Monte de Abajo (sector), 143
Monte Mono (sector), 180, 202

N

Nobol, 81
Nuevo Manantial (Cooperativa), 103

O

Océano Pacífico, 101

P

Palenque, 2, 4, 82, 160
Palestina, 98, 202

Pascuales, 73
Pastaza, 17
Pechiche (sector), 17
Penitenciaría, 82
Perú, 38, 39, 42, 44
Picadura (sector), 124, 134
Pichincha (localidad), 81
Piedemonte Andino Occidental, 216
Pimocha, 154
Placa del Caribe, 73
Placa Nazca, 73
Placa Sudamericana, 73
Portoviejo, 100
Potosí, 84, 105
Poza de Jaboncillo, 124, 130, 134,
135, 139, 140, 179, 180, 181, 182,
184
Provincia de Bolívar, 62
Provincia de Cañar, 62
Provincia de Chimborazo, 62
Provincia de Cotopaxi, 62
Provincia de Los Ríos, 12, 62
Provincia de Manabí, 12, 62
Provincia de Pichincha, 12
Provincia del Guayas, 12, 62
Pueblo Viejo, 3, 153, 180, 197, 228
Puente Lucía, 81, 86
Puerto La Julia (sector), 107

Q

Quevedo, 78, 82

R

Rancho Mechita (sector), 155
Región Interandina, 95
Represa Daule-Peripa, 78, 232
Represa Poza Honda, 79
Río Arenal, 84, 105, 172, 228
Río Arenal-de La Isla-Chojompe-
Nuevo, 123, 133, 158, 224, 225
Río Babahoyo, 3, 4, 11, 15, 64, 69,
78, 84, 87, 89, 90, 91, 97, 98, 102,
103, 105, 106, 107, 108, 124, 137,
138, 139, 140, 143, 144, 152, 153,
157, 170, 206, 209, 210, 215, 216,
218, 221, 223, 231

Río Babahoyo-Catarama-Ventanas-
Zapotál-calabí-Calope, 78, 90, 133
Río Banife, 171
Río Bapado, 83, 87, 145, 171
Río Bobo, 86
Río Boca de Caña, 2
Río Bodegas, 2
Río Calabí, 90, 102
Río Calope, 90, 102
Río Candilejo, 123, 133, 145, 150
Río Cascol, 86, 145
Río Catarama, 2, 3, 11, 89, 91, 102,
106, 107, 170, 217, 222
Río Catarama-Ventanas-Zapotál-
Calabí-Calope, 78, 90, 133
Río Chojompe, 84
Río Clementina, 89, 90, 91, 106,
107, 170
Río Colimes, 81
Río Conguillo, 81
Río Congo, 81
Río Daule, 4, 11, 14, 64, 65-, 4, 76,
78, 79, 80, 81, 82, 86, 90, 97, 98,
102, 103, 123, 124, 133, 145, 147,
148, 165, 166, 167, 168, 170, 171,
174, 175, 177, 178, 210, 211, 215,
221, 231, 232
Río de Bocana, 2
Río de Caracol, 3
Río de La Isla, 84, 105, 108, 158,
172
Río de Oro, 78, 102
Río Guapara, 90
Río Guayas, 11, 64, 69, 78, 80, 82,
90, 100, 102, 103
Río Jaboncillo, 86, 145, 171
Río Jalligua, 90
Río Jigual-Bapado, 86, 88, 123,
133, 172
Río Juján, 90
Río Junquillo, 83, 84, 85, 90, 91,
105, 123, 133, 137, 141, 142, 172,
180, 184, 185, 187, 210, 212, 224,
225, 228, 233
Río Lavatorio, 90
Río La Victoria, 124, 134, 135, 141,
143, 144
Río Las Piedras, 90, 91

Río Los Tintos, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 123, 127, 133, 139, 145, 149, 171, 206
Río Macul, 85, 86, 89, 103, 104, 123, 133, 160, 162, 211, 221
Río Maculillo, 86, 89
Río Magro, 81
Río Marañón, 43, 44, 45
Río Mastrantales, 85, 104, 123, 133, 145, 150, 172, 211
Río Minoape, 90
Río Nuevo, 3, 82, 83, 84, 85, 90, 91, 105, 137, 173, 218, 224, 226, 228, 232
Río Oncebi, 90, 91
Río Perdido, 125, 134
Río Pescadillo, 78, 102
Río Pijullo, 90, 91
Río Puca, 81
Río Pueblo Viejo, 3, 11, 90, 91, 105, 107, 108, 125, 133, 134, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 172, 174, 180, 197, 199, 200, 201, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 223, 224, 225, 226, 228, 231, 233
Río Pula, 81, 83, 85, 86, 88, 103, 123, 133, 145, 162, 171
Río Quevedo, 82, 174
Río Salitre, 83, 86, 87, 88, 123, 133, 145, 171
Río Salto Grande, 80, 81
Río Samiria, 42
Río San Pablo, 89, 90, 91, 106, 107, 170
Río Sibimbe, 90, 91
Río Sillagua, 90
Río Seco, 124, 127, 129, 134, 145, 149, 171, 180, 206, 207
Río Seco de Baba, 105, 106, 124, 134, 135, 137, 138, 172, 173, 180, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 210, 212, 213, 214, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 231, 232, 233
Río Solano, 81
Río Suquibi, 90
Río Tapiche, 44
Río Tigre, 81
Río Ucayalí, 38, 39, 42, 44, 45
Río Ventanas, 2, 11, 65, 91, 102, 106, 107, 152, 174, 217

Río Catarama-Ventanas, 107, 209, 210, 216, 217, 218, 219, 221, 222, 223, 228, 231
Río Vinces, 2, 4, 6, 11, 24, 65, 74, 76, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 102, 104, 105, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 147, 150, 160, 170, 172, 173, 174, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 221, 222, 223, 225, 227, 228, 231, 234
Río Vinces-Quevedo, 78, 123, 124, 133
Río Yaguachi, 11, 90
Río Zapotal, 2, 3, 91, 102
Roque (sector), 150

S

Salitre, 87, 105, 185, 207
Samborondón, 2, 3, 35, 71, 89, 181, 185, 232
San Francisco (sector), 134, 156
San Guillermo (cooperativa), 180
San Jacinto (sector), 180, 203
San Javier (Villorio), 2
San José de Macul (sector), 104
San José de Tierras Coloradas, 108
San Juan (sector), 193
San Lorenzo, 2
Santa Lucia, 103
Santa Martha, 180, 195
Santa Rosa (sector), 181
Santo Domingo, 100
Semi-dsierto de la Península de Santa Elena y Manabí, 93

T

Tarifa (localidad), 87, 206, 207
Trinchera Ecuador-Colombia, 73
Tumbes, 93

V

Ventanas, 2, 3, 35, 91, 106, 228

Vía Guayaquil-Pueblo Viejo, 197
Vía Guayaquil-Samborondon, 181
Vía La Aurora - La T, 147, 201
Vía Pueblo Viejo-Vinces, 199, 202
Vía Vinces-Macul, 195
Vinces, 2, 36, 74, 82, 84, 102, 105,
135, 137, 138, 173, 180, 190, 191,
193, 202, 212, 213, 227, 231
Vuelta Larga (sector), 107

Z

Zapanal (sector), 87
Zapotal (localidad), 90, 91