ING. GASTON PROAÑO CADENA

GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA

MASTER EN TECNOLOGIAS GEOLOGICAS

INFORME GEOLÓGICO PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE CAMARONES UBICADO SOBRE EL RIO QUEVEDO EN LA VIA FUMISA – LOS VERGELES

SOLICITADO POR:
ING. HENRRY AGUIRRE

GUAYAQUIL – ECUADOR

OCTUBE - 2006

DATOS GENERALES.

PROYECTO.

PUENTE CAMARONES
(Fumisa-Vergeles)

UBICACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR
Los Ríos	Valencia.	Patricia Pilar	Camarones.
COORDENADAS UTM **(Zona 17 Sur)** **GEOLOGÍA REGIONAL**			
COORDENADAS		LATITUD	
E	N	S	O
672.2	9920.425	0°43.16’	79°27’

CARTOGRAFIA	Topográfica: Los Vergeles	1:50.000
	Geológica: Valencia	1:100.000

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.
2. OBJETIVOS.
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO UTILIZADA EN EL PROYECTO.

Información Utilizada.
Trabajo de Campo

4. UBICACIÓN

Acceso.

5. GEOLOGÍA DE LA ZONA.
6. ESTRUCTURAS.
7. GEOMORFOLOGÍA.

Geomorfología Local y Regional.
Llanura del Río Quevedo.

8. ACCIÓN ANTRÓPICA.
9. SEDIMENTOLOGÍA.
10. EROSIÓN.
11. TECTÓNICA.

Tectónica Regional.
Tectónica Local y Neotectonica.
Principales Sismos Históricos.

12. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.
13. HIDROLOGÍA.
14. FUENTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.
15. CONCLUSIONES.
16. RECOMENDACIONES.
17. ANEXOS.

Anexo 1:	Mapa Regional del Ecuador.
Anexo 2:	Mapa de Ubicación Cantonal.
Anexo 3:	Mapa de Ubicación Local.
Anexo 4:	Mapa Geológico.
Anexo 5:	Mapa Geológico-Corte.
Anexo 6:	Tasa de Erosión de la Cuenca del Río Guayas.
Anexo 7:	Fotografías.

INFORME GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO PARA EL DISEÑO DEFINITIVO DEL PUENTE CAMARONES, UBICADO SOBRE EL RIO QUEVEDO Y LOCALIZADO EN LA VIA FUMISA – LOS VERGELES - PROVINCIA DE LOS RIOS

1. ANTECEDENTES

Bajo un proceso de licitación, el Ing. Henry Aguirre, fue seleccionado por CORPECUADOR para realizar los estudios de diseño definitivo del puente que será construido sobre el río Quevedo, localizado en el km. 52 de la vía Patricia Pilar – Los Vergeles, cerca del Recinto Holandesa entrada a Fumisa. Como parte de los estudios necesarios para el diseño del puente se incluye un estudio geológico, geomorfológico, sedimentológico, estructural y tectónico del sitio seleccionado para dicho propósito.

La vía Fumisa los Vergeles para el transito vehicular utiliza un puente construido sobre el Río Quevedo en el sitio denominado Los Camarones. Este puente por problemas de socavación y erosión de los materiales que constituyen la cimentación de las pilas ubicadas en el cauce del río han sufrido asentamiento con potencial riesgo de volcamiento lo que representa una amenaza continua para los usuarios y vehículos que hacen uso de esta obra de ingeniería. CORPOECUADOR con gran responsabilidad con la sociedad y el País, ha decidido realizar los estudios definitivos para construir otro puente que garantice el tráfico vehicular y la vida de las personas que hacen uso del puente, por esta razón se justifica la construcción del nuevo Puente Camarones.

2. OBJETIVOS

El presente estudio tiene los siguientes objetivos:

Describir las características geológicas existentes en el sitio del puente Camarones.
Describir los paisajes y unidades geomorfológicas del sitio y áreas de influencia del proyecto.
Describir los aspectos sedimentológicos observados tanto en el sitio como en la cuenca de drenaje
Describir las condiciones estratigráficas, estructurales y tectónicas del sitio seleccionado y área cercana.
Describir las fuentes potenciales para extraer los materiales de construcción

3. METODOLOGIA DE TRABAJO UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO

Los estudios señalados anteriormente se llevaron a cabo conforme a las actividades siguientes:

1. Recopilación de la información desarrollada en trabajos anteriores: Una vez que los consultores tuvieron conocimiento de la asignación del trabajo se procedió a recopilar y revisar la información cartográfica, geológica y todos los antecedentes de ingeniería relacionadas con el área de estudio.

2. Investigaciones de campo: Se realizaron dos salidas de campo para reconocer la zona, estudiar la geología que afloran en el lugar del proyecto y sus alrededores. También se efectuaron cortes en el curso del río tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio para estudiar la geomorfología del curso actual y anterior al actual. Además, se ubicaron los probables sitios para extraer materiales para la construcción del puente y se estudiaron los aspectos geomorfológicos y estructurales visibles en los afloramientos de cada margen.

3. Trabajo de gabinete: Se revisaron los datos de campo realizados en trabajos anteriores y con la ayuda de los respectivos mapas topográficos y geológicos del área, se interpretó los datos siendo el presente informe el resultado de dicho trabajo.

4. Preparación del Informe: Con la información obtenida en el campo e interpretación en la oficina, se redactó el presente informe, que contiene las características geológicas, geomorfológicos, litológicos, estratigráficas, sedimentológicas, estructurales, tectónicas, del sitio donde se construirá el puente Camarones. También, se incluye los respectivos comentarios relacionados con los materiales para la construcción.

3.1 INFORMACIÓN UTILIZADA

- Hoja Cartográfica Los Vergeles, escala 1:50.000 publicada por el I.G.M, año 1986
- Mapa Geológico de Valencia, escala 1:100.000, preparado por la Dirección General de Geología y Minas y publicado por el IGM, año 1974.

3.2 TRABAJO DE CAMPO

Para el presente proyecto, se realizaron varias visitas al terreno.

Visita 1. Reconocimiento del sitio. En compañía de varios Consultores se realizo el reconocimiento del sitio donde esta construido en puente Los Camarones. Esta visita tuvo lugar el 02 de Septiembre del 2006. Se reconoció el sitio, las vías de acceso, poblados y el área de influencia más cercana.

Visita 2. Utilizando la Hoja Cartográfica “Los Vergeles” se comprobó las coordenadas y datos geográficos que allí constan. Se realizo un reconocimiento del valle aluvial, tanto aguas arriba del sitio del puente como aguas abajo en un kilómetro de radio

En las visitas, se identificaron las Formaciones Geológicas y Depósitos, tomando datos de: estructuras, estratigrafías y litologías. Estos datos han permitido determinar contactos geológicos, tipo de material, roca sana y alterada, etc.

4. UBICACIÓN

El área de interés, se encuentra el sector central de la Cuenca del Río Guayas, en la provincia de Los Ríos, en el cantón Valencia, parroquia Patricia Pilar, recinto Camarones.

La investigación Regional, se enmarca en las coordenadas: U.T.M., Zona 17 Sur 672.2Km al Este, y 9920.425Km; al Norte; 0˚43.16’ al Sur y 79˚27’ al Oeste.

La grafica regional del área, se ha realizado en la hoja geológica Los Vergeles, escala 1:50.000, Serie J721 editada por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.), en colaboración con el Interamerican Geodetic Survey (I.A.G.S.).

La Geología Local se realiza en accesos y estribos de los puentes; márgenes del Río Quevedo; y en el área de influencia.

4.1 ACCESO

Desde el cantón Buena Fe, el acceso se lo efectúa por la Vía Panamericana, hasta llegar al recinto Fumisa, antes de la Pista de Aterrizaje (Holandesa), donde se accede a la derecha por la vía de ingreso al Recinto Camarones.

5. GEOLOGÍA DE LA ZONA

Las rocas que afloran en el sitio geográfico donde se construirá el nuevo puente “Camarones” que conecta la vía que unirá las poblaciones de Patricia Pilar y Camarones con Los Vergeles, entre otras, corresponden litológicamente a Terrazas Indiferenciadas, con mucha cercanía a la Formación Baba perteneciente a la edades geológicas Pleistoceno y del Plio-Pleistoceno conforme la definen los geólogos en el Léxico Estratigráfico del Ecuador, Bristow y Hoffsttetter, 1.977.

Formación Baba. (Plio-Pleistoceno). En la esquina noroccidental del la hoja geológica Valencia se encuentra parte de un deposito de lodo volcánico en forma de terraza, que cubre una zona extensa y que se ubica en la parte inferior de la terraza indiferenciada.

Las Terrazas. Son superficies planas que cubren todo el sector occidental de la hoja geológica Valencia y descansan sobre los materiales de la formación Baba. Los materiales que la forman corresponden a depósitos de arcillas, limos, arenisca y gravas distribuidas en capas lenticulares y a manudo con laminación cruzada debido a la variación de la energía que permitió el depósito de dichos sedimentos. El puente actual no se encuentra en esta unidad litológica.

Depósitos aluviales.- Ocupan un nivel de terraza inferior desarrollado por el actual valle aluvial del rió Quevedo. El valle ha sido cortado subsecuentemente por divagación del río y esta acumulando material aluvial reciente en varios depósitos de grava y arena formando bancos que se distribuyen en el ancho de valle. El río Quevedo, ha cortado por erosión 20 m por debajo del nivel superior y tiene un ancho de 3,6 km en la parte mas ancha.

Meteorización Tropical. Fuera de los cursos de los ríos y en todos los sitios expuestos, la meteorización produce un manto de hasta unos 8m de espesor.

En el cause del río Quevedo, coincidiendo con el eje del puente y en cada una de las márgenes, afloran depósitos aluviales. Es en estos suelos donde una vez realizada la excavación a la profundidad calculada según el estudio geotécnico se ubicará la cimentación de cada uno de los estribos para el nuevo puente.

Geología local

El área de interés del proyecto, esta ubicada la llanura aluvial del rió Quevedo. El área esta interrumpida por algunas lomas bajas y por terrazas de terrenos más altos que se levantan rápidamente hacia el oeste que son parte de la llanura de los terrenos del cuaternario indiferenciado de la cuenca del río Guayas.

Constituye la planicie aluvial del reciente que se desarrolla hacia el Sur a continuación del cono de pie de cordillera conocido como San Tadeo, formando una superficie plana por los ríos actuales. Esta superficie se encuentra ligeramente inclinada hacia el Sur y Suroeste, con 100 msnm de altura en el sitio los Camarones.

Las gravas y arenas depositadas en los bancos de material granular, son explotadas en este sitio para servir a las necesidades de la población de la localidad y sus áreas vecinas.

En el perfil geológico-geotécnico se ha determinado que el aluvial tiene un espesor posiblemente máximo de 10 a 12 m. El material de grava que se ve en las orillas del río entre el sector Camarones es de una granulometría mediana con diámetros menores a 15 cm. En los sitios más alejados del cauce se observan arenas finas a gruesas que forman un recubrimiento de las gravas en toda el área.

Existe superficie plana por los ríos actuales

6. ESTRUCTURAS

En el mapa geológico de la hoja Valencia escala 1:100.000 no se registran lineamientos estructurales, sin embargo durante el trabajo de campo se pudo comprobar que en el estribo derecho existen lineamientos de erosión que tienen una dirección norte y ángulo variable desde 40 hasta 70 grados al este. Los meandros del río se alinean en dirección paralela a dichos ejes de erosión. El fracturamiento es localmente fuerte; lineamientos fotogeologicos son reconocidos en tramos rectos prolongados en dirección NE (por ejemplo a lo largo del Río Lomapi, 79º06' O 0º51'S) probablemente son lineamientos asociados a posibles fallas.

7. GEOMORFOLOGÍA

Utilizando la información disponible en el mapa geológico, hoja topográfica y sobre la base de los grandes paisajes naturales que hace referencia a las estribaciones y vertientes de la prolongación occidental de la cordillera de Los Andes propuesta por el grupo de ORSTOM, específicamente a la relacionada con la cuenca hidrográfica del Río Quevedo a continuación se describe la geomorfología del área del proyecto.

7.1 GEOMORFOLOGÍA LOCAL Y REGIONAL

Los paisajes dominantes y que están distribuidos en las cercanías del Recinto Camarones, corresponden a la gran extensión de campos agrícolas que se ubican a ambas márgenes del Río Quevedo y que dominan el paisaje regional y local. En el área de implantación del proyecto, la geomorfología se correlaciona estrechamente con el área ocupada por las formaciones geológicas descritas anteriormente.

Primera Unidad Geomorfológica

La primera unidad geomorfológica corresponde a la formación Macuchi que aflora al Oeste del río Quevedo. Allí se presentan las mayores elevaciones de hasta un máximo de 1 000 m, definidas como colinas medias a altas. Esta zona corresponde a la zona más importante de aporte hidrológico y de recarga subterránea, en donde los ríos y sistemas de drenaje son de alta pendiente y presentan una fuerte erosión.

Segunda Unidad Geomorfológica

La segunda unidad geomorfológica, considerada como de mayor extensión, corresponde a la formación Baba que presenta una serie de terrazas sub-horizontales de elevaciones bajas y con una pendiente suave, pero constantemente descendente hacia el sur-oeste. Las terrazas están constituidas por antiguos aluviones, flujos de lodo volcánico. Estas terrazas alcanzan elevaciones máximas de 130 en el sitio de Fumisa.

Tercera Unidad Geomorfológica

Unidad conformada por el valle actual del Río Quevedo, del Río Baba y otros de dirección preferencial N-S, donde se forman grandes depósitos de gravas y arenas depositadas en los meandros de dichos cauces fluviales. El río Quevedo tiene un carácter meandriforme muy dinámico, considerando el caudal máximo de 600 m³ medido para el sito del puente, a podido excavar un cauce encajonado de unos 3.6 km de anchura en el sitio mas amplio aguas abajo del sitio, pero en el sitio mismo el ancho del río es de 1.6 km lo que significa que existe un estrangulamiento del cauce.

Los meandros cambian rápidamente de curso por lo que todo el valle encajonado es susceptible de inundación a mediano y largo plazo. El estrangulamiento del valle obliga a que el régimen de flujo de las aguas se altere incrementando la velocidad de flujo y a la vez incrementando el poder de erosión tanto en los estribos como en el cauce propio.

Unidad conformada por el valle actual del Río Quevedo

La rápida erosión vertical en relación al ancho de los valles de la quebradas es producida por la concentración de flujos de agua en materiales de origen volcánico, especialmente tobáceos, que tienen bajos pesos específicos y son muy susceptibles a ser acarreados siendo su comportamiento muy parecido al de la toba en la Sierra.

7.2 CONDICIONES DE LA LLANURA DEL RÍO QUEVEDO

El área de influencia del cauce del Río Quevedo en el sitio los Camarones, está siendo utilizada, para actividades de riego de áreas de cultivo. La llanura aluvial es utilizada para cultivos agrícolas de ciclo largo en especial banano, maíz, madera, palma, etc. además, frutas como papaya, naranja, caña de azúcar y otros. Los bosques naturales aun existen en pequeñas manchas. Actualmente no todo el bosque original ha sido sustituido para explotar cultivos agrícolas y pastizales.

Cuando se presenta la estación lluviosa, una vez que se satura el suelo en aquellas áreas desprotegidas por la vegetación eliminada, entonces, la escorrentía superficial se convierte en torrentes, originando avenidas intensas que desgarran gran cantidad de suelo y restos de ramas y árboles. Este fenómeno se puede apreciar en las pilas del antiguo puente y que se ubican en el cauce del río y en dirección aguas abajo del sitio donde esta el actual puente.

8. ACCIÓN ANTRÓPICA

El cauce del río Quevedo en lo que corresponde a la llanura aluvial y en particular en el sitio objeto del presente estudio, ha sufrido modificación por la acumulación de sedimentos y su desplazamiento lateral. Los depósitos aluviales aguas arriba y aguas abajo del sitio del proyecto durante muchos años han sido objeto de explotación de materiales granulares.

Después del invierno del Fenómeno de “El Niño”, el depósito aluvial ubicado aguas arriba del sitio Camarones, depositó material granular grueso y los materiales de tamaño fino y medio fueron acumulados en el depósito aluvial aguas abajo. Actualmente las empresas que explotan material granular para la construcción de obras civiles, lo hacen en la mina del depósito aluvial aguas abajo debido al menor tamaño de las partículas y a la menor distancia que existe entre la mina y los accesos para maquinaria y volquetas que participan en dicha tarea.

Por los trabajos de deforestación y escasa protección de la capa de suelo, los materiales superficiales se vuelven muy sensibles a la erosión y transporte. La falta de medidas de control y vigilancia por parte de las autoridades del sector, a lo que se refiere a la protección de los bosques naturales, convierte a la zona en un área de alta sensibilidad a la erosión y desertificación, situación que preocupa a las autoridades ambientales y propietarios de las fincas.

9. SEDIMENTOLOGÍA

El área de influencia del río Quevedo se define como una zona deforestada y de poca protección de los suelos frente a la acción exógena de erosión. Hidrológicamente corresponde a una cuenca de torrente estacional que arrastra grandes cantidades de sedimentos. Si posterior a tiempos secos ocurren fuertes precipitaciones, en especial como las crecidas producidas durante el Fenómeno del Niño, la situación se vuelve muy crítica.

La litología de la zona de influencia consiste de arcillas, limos, arenas y material granular que en su mayoría son fragmentos de roca ígnea bien cementados de alta dureza condición favorable para que los depósitos aluviales se conviertan en verdaderas fuentes de materiales granulares de construcción, siendo la grava explotada para agregados de hormigón y arena de río.

Los depósitos actuales que están acumulados en la llanura aluvial, especialmente aquellos que se han depositados en el sitio seleccionado para la rehabilitación del puente Los Camarones, son de granulometría fina y de fácil remoción. En el trabajo de campo se pudo comprobar que sobre un depósito de roca andesita se encuentra un depósito de material granular grueso y sobre éste, otro depósito de material fino, situación que refleja el cambio de los torrentes ocurridos en los años de alta precipitación.

Sedimentos

La colecta de las muestras se realizó utilizando un muestreador tipo Core, que corresponde al mismo sistema utilizado para la colecta de organismos bentónicos en el sedimento. El sistema de core o nucleador utilizado fue de 10,5 cm de diámetro interno permitiendo una colecta de sedimento en una superficie de 0,87 m^2 y a una profundidad de 20 cm. Mediante este sistema se tomaron las muestras en la zona ribereña.

Las muestras colectadas se colocaron en fundas tipo ZIP herméticas, y se enviaron al laboratorio de análisis en hieleras. Se adjunto al envío la respectiva cadena de custodia. Para el análisis de las muestras se utilizaron los servicios de Gruntec. Una vez en el laboratorio se realizó el análisis de las muestras desde el punto de vista físico y químico. Desde el punto de vista físico se determinó la granulometría de los sedimentos y desde el punto de vista químico las concentraciones de aceites y grasas e hidrocarburos totales.

10. EROSION

Uno de los principales problemas que encaran los sistemas hidrográficos es la y aún subyacente en los suelos de las vertientes como Consecuencia de un proceso natural en el que intervienen diferentes factores, entre los que destacan la magnitud e intensidad de las precipitaciones, el tipo de suelo en lo relativo a su estructura, textura y propiedades frente a la capacidad de infiltración, pendiente del terreno y el tipo y grado de cobertura vegetal presentes.

Pérdida de material sólido superficial

El fenómeno de erosión, condicionado por los factores mencionados, puede acentuarse por las pendientes y la longitud de las laderas, siendo en cambio controlada y atenuada por los agentes reguladores como la capacidad del suelo para resistir las fuerzas erosivas y la presencia de un estrato de vegetación.

A esto se le suma la presencia de ciertas actividades antrópicas que favorecen la ocurrencia de los procesos mencionados. Prácticas como la ganadería, agricultura y el desarrollo de centros poblados, al ser realizadas sin una adecuada planificación y sin incluir la variable ambiental entre sus parámetros de diseño, pueden favorecer el transporte de sedimentos superficiales por el viento o la lluvia en zonas estables o intensificarlo en las zonas ya afectadas.

Tasa de Erosión

El Plan Integral de Gestión Socio Ambiental de la Cuenca del Río Guayas, desarrollado por CEDEGE, muestra que las áreas menos expuestas a los agentes erosivos (Erosión Moderada / Ninguna o Ligera) se corresponden con el valle aluvial que se extiende longitudinalmente hacia el Sur desde Santo Domingo al Norte, Palenque, Catarama, Vinces para ampliarse considerablemente a partir de Palestina, con valores de pérdidas de suelo menores de 50 Ton/ha/año (Ver anexo # 6), Mapa de Erosión en la Cuenca del Río Guayas y Península de Santa Elena. En este mapa se puede apreciar que en la zona de la cuenca del Río Baba (delimitada con líneas azules) la mayor parte de los suelos poseen una tasa de erosión leve entre 0 a 10 T/ha/año.

11. TECTÓNICA

De la revisión de los documentos cartográficos y mapa geológico Los Vergeles, escala 1: 50.000, no se identifica la presencia de fallas geológicas importantes u otras estructuras de origen tectónico que pudiera poner en riesgo la estabilidad del puente

11.1 TECTÓNICA REGIONAL

La ubicación del Ecuador en la parte noroccidental de Sudamérica es una causa de la particular disposición tectónica a la que se encuentra sujeto, dando lugar a fenómenos de volcanismo y sismicidad muy activos. El proceso de subducción constituye el elemento más importante para explicar los efectos sobre la actividad sismo tectónico.

La subducción de la placa oceánica de Nazca por debajo de la placa continental de Sudamérica, es el proceso que causa la evolución neodinámica de Los Andes del Norte.

Los rasgos fisiográficos más importantes como resultado de la subducción en el Ecuador, están determinados por la presencia de una fosa tectónica paralela a la línea de costa con rumbo aproximado norte-sur, y en la parte continental, por la cadena andina con las cordilleras Occidental y Real separadas- por la depresión interandina.

El proceso se inició hace unos 26 millones de años con el aparecimiento de las placas de Cocoa y Nazca, como resultado de una reorganización de la placa Farallón (Harída-chumacher , 1976; Hey, 1977; Pennington, 1981). En la actualidad el fenómeno de convergencia de la placa de Nazca y la placa Sudamericana es el responsable de los esfuerzos compresionales E-W que predominan en nuestro territorio; sin embargo, el campo de esfuerzos se halla alterado por los siguientes factores:

1. La interacción de las placas Cocos, Nazca, Caribe y Sudamérica (Penning ton, 1981).

2. El ángulo de la placa en subducción bajo el continente en la parte norte de Los Andes (Hey, 1977; Lonsdale, 1978).

3. La subducción de la dorsal Carnegis que acompaña a la placa de Nazca (Hey, 1977 Lonsdale, 1978).

4. Efecto de alta topografía compensada (Molnar y Taponnier, 1978!! Sebrier et al, 1988).

El proceso de subdirección de la placa de Nazca origina una zona de alta sismicidad, con un plano de inclinación hacia el este, que se conoce como Zona de Benioff la profundidad de los focos sísmicos se incrementa en ese sentido, pudiendo llegar a más de 200 km bajo la parte oriental del Ecuador.

Con base en el análisis de los mecanismos focales de sismos en los Andes-septentrionales, se han encontrado diferencias en el ángulo de inclinación de la subducción del sur de Perú (10-15°E), en comparación con la de la parte sur y centro del Ecuador (25—30°E), notándose además diferentes sentidos de movimiento (Stauder, 1975; Baranz'agi e leacks, 1976).

Penninngton (1981) encontró que el Ecuador constituye un segmento de subducción con una inclinación de 35° en dirección N35°E, todo esto a partir de un análisis sismológico detallado que incluyó a 56 sismos de magnitudes mayores o iguales a 4.2 de los que fue posible obtener un mecanismo focal.

El mismo autor concluye que el bloque noroccidental de Sudamérica está separado del resto del continente por una zona de fallas activas que se ubica en el Frente Andino Oriental, respecto al cual se mueve en dirección N-NE.
Es posible que el escarpe Grijalva presente algún defecto sobre la disposición de estos bloques en Grijalva n, que deberían favorecer la presencia de estructuras transcurrentes con movimiento destral, tal como fuera propuesto para el sistema Dolores-Guayaquil por Campbell (1974). Esto se contrapondría con el criterio de Pennington, quién se refiere a las fallas inversas del Frente Andino Oriental que responden a un régimen esencialmente comprensivo E-M.

De todas maneras, los dos rasgos estructurales no son excluyentes entre sí, dado el régimen de compresión E-W y la dirección de las estructuras. Tampoco se ha determinado claramente el efecto de la cordillera Carnegie sobre el origen de los sistemas transcurrentes que atraviesan el país (Pennington 1951). Trabajos recientes sobre la tectónica regional que afecta al país permite destacar los siguientes aspectos:

a. La subducción de la placa de Nazca, en forma oblicua y tal vez controlada por el escarpe de Grijalva, implica ciertamente un desplazamiento en dirección NE del bosque andino septentrional, desarrollándose el sistema de fallas destrales de Guayaquil-Pallatanga-Chingual, que deben ser consideradas como una fuente sismogénica de importancia.

b. El arribo de la Cordillera Carnegie a la fosa ecuatoriana ha tenido influencia sobre la cuenca de Panamá (Hey , 1977; Lonsdale, 1978), localizada entre los dorsales Carnegie y Cocos; sin embargo, los efectos tectónicos en el borde continental con poco conocidos, con excepción del levantamiento de los depósitos cuaternarios;, los Tablazos, en el litoral ecuatoriano (Hey, 1977).

c. El efecto de alta topografía, como ocurren en la cordillera dei Tibet, con el desarrollo de fallas normales (Molnar y Taponnier, 1979), ha sido aprobado en los Andes Centrales del Perú (Sebrier et al,, 1988) y parece tener una analogía con ciertas fallas al sur del Ecuador (Winter et al 1990).Este criterio podría ser aplicado también a ciertas fallas que inciden en la evolución de la Depresión Interandina.

d. El sistema, de fallas inversas del Frente Andino Oriental absorbe la deformación comprensiva E-W del bloque andino septentrional con respecto al continente sudamericano.

e. El sistema de fallas Guayaquil-Pallatanga-Chingual es esencialmente transcurrente destral y tiene relación con el movimiento hacia NE del bloque andino en el contexto de la interacción de placas. Su proyección hacia el norte, en Colombia. Con el sistema Algeciras-Sibundoy y en Venezuela con el. Sistema de fallas de Boconó, San Sebastián y El Pilar; podría constituirse en el limite activo meridional de la placa Caribe. Fallas inversas en dirección N~S, reportadas en la cuenca de Quito (Sontas, 1988), así como en las cercan i as de Latacunga pueden considerarse como el efecto de la interacción de los sistemas anteriores.

11.2 TECTÓNICA LOCAL Y NEOTECTÓNICA

Al estar la zona de estudio ubicada en terrenos básicamente planos, no ha habido mayor interés para desarrollar proyectos de gran envergadura, lo cual implica la ausencia parcial de estudios de riesgo sísmico que son la fuente primaria para el reconocimiento de los rasgos neotectónicos en una región.
Otros estudios, como los de Soulas (1988) y Soulas et al (1991), se han dedicado fundamentalmente a los rasgos que cortan la cordillera de los Andes, sin haber incursión todavía en las tierras bajas de la costa. El único trabajo que ha estudiado el riesgo sísmico en estas tierras bajas es el que corresponde al Proyecto Daule Peripa (Lara et al, 1984), el cual, sin embargo, no aporta ningún criterio al conocimiento de la neotectonica de la región.

Uno de los primeros rasgos tectónicos en ser reconocidos dentro de los cincuenta kilómetros alrededor del proyecto fue el lincamiento Toachi (Sauer, 1965; Almeida, 1979; Hall y Yepes, 1982), que corre en dirección N—S. No se ha podido definir aún los rasgos neotectónicos de la falla en el campo. Ciertos microsismos, 10% que sé ubican especialmente bajo la zona de San Francisco de las Pampas,".- podrían estar- asociados a este lincamiento aunque su profundidad típica de unos; 40 km hace incierta esta relación.

Hall y Yépez (1981) definen la falla activa Illiniza, de dirección NE y con un movimiento esencialmente lateral derecho. Esta falla forma parte del sistema de fallas Pallatanga-Chingual, que constituyen el accidente que probablemente limita el bloque andino septentrional de América del Sur, como se había explicado anteriormente. Al norte del país se identifica claramente el segmento Chincual desde la frontera colombo-ecuatoriana hasta el nevado Cayambe. Su presión morfológica es clara, mostrando una actividad reciente de importancia. Al sur de Cayambe y hasta la altura del volcán Pasochoa, el trazo de la falla no es bien definido, pero más al sur la falla se divide, proyectando un segmento en dirección

S-O que constituye la falla de Machachi y otro hacia el S-S-O, el segmento Pisayambo y Pallatanga.

La falla de Machachi o Illiniza se bifurca en dos ramales, uno de los cuales están al Este del Quilotoa y parece continuar hasta la población de El Corazón, donde la inspección permitió identificar rasgos frescos de movimiento cuello de falla en el cerro Milligua y una berma derecha del río Angamarca, en continuación directa hacia el NE. La inspección hacia el Este, a lo largo izquierda del río Angamarca no arrojó más resultados. Es de anotarse que la población de El Corazón es un sitio de movimientos sísmicos.

Finalmente, se notó que hacia el occidente del sitio de proyecto, a pesar que morfológicamente no se ha definido ninguna estructura activa en superficie, un estudio de monitoreo de microsismos llevado a cabo para el proyecto Daule-Peripa (Matsumoto, 1988), reveló la presencia de una apreciable actividad micro sísmica en la zona, que se caracterizaba por sismos que iban desde superficiales hasta unos 90 km de profundidad. El estudio definió un lineamiento de aproximadamente 20 km de largo, de dirección NE-SM, con una solución de mecanismo focal de movimiento destral con una pequeña componente inversa (Matsumoto, 1988). Sin embargo, el ploteo de algunas de las soluciones epicentrales representadas, en el mencionado estudio ha dado como resultado una agrupación de sismos que presenta un rumbo preferencial NNE a NS, con una longitud aproximada de 100 km y algunos sismos que podrían presentar una dirección NE, a lo largo de la prolongación del sistema de fallas Machachi-Iliniza-El Corazón.

11.3 PRINCIPALES SISMOS HISTÓRICOS

Específicamente en la zona de estudio, los datos sobre los sismos pasados son muy escasos, no necesariamente porque no haya habido terremotos de consecuencias, sino más bien porqué los asentamientos humanos son relativamente recientes o porque los documentos de la historia del lugar se destruyeron por diferentes circunstancias. Babahoyo, la antigua Bodegas, situada sobre la margen derecha del río San Pablo, fue fundada recién a mediados del siglo XVIII, habiéndose destruido por el terrible incendio de 1867 y con ella, sus archivos históricos.

Poblaciones como Catarama, Vinces, Ventanas o Pueblo Viejo surgen a mediados de este siglo cuando se convierte en el nudo donde convergen varias carreteras que unen la sierra y la costa, fundamentalmente Quito y Guayaquil a través de Santo Domingo. Esta circunstancia hace que sea difícil encontrar referencias de los movimientos sísmicos fuertes que en el pasado afectaron la zona en estudio.

El primer evento histórico que se reporta, corresponde a un sismo ocurrido tierra adentro en la zona central del litoral ecuatoriano. En 1898 un temblor ocasionó que "en Chone se vengan al suelo 14 casas y que otras queden completamente destruidas, al igual que la ramada del mercado" (El Sol 1898). Hubo dos personas muertas por la caída de una viga, al igual que dos boticas destruidas.

En la población de Canoa también se vinieron al suelo 6 casas. Este último dato hace suponer que el epicentro del evento se- hallaba más; hacia el occidente que por debajo de Chone o que hacia el interior- en dirección a Quevedo.

Cabe mencionar que de otro terremoto ocurrido en 1956 con daños similares en Chone, no se repartan daños en Quevedo. Otros eventos de menor magnitud hacen que entre 1960 y 1980 se reporten en Babahoyo 9 veces intensidades entre 3 y 6 MSK, siendo el mayor el del 18 de agosto de 1980, que afectó principalmente a Guayaquil (M=6.1), y que en Quevedo produjo una intensidad de 4 grados. Únicamente en 1964 se reporta en Quevedo otra intensidad de 4 grados. La mayoría de estos sismos tienen una profundidad intermedia (alrededor de 50 a 100 km), por lo que san sentidos claramente pero no causan mayores estragos.

En conclusión, las condiciones actuales del conocimiento sobre riesgo sísmico del área se debe esperar en el sitio del proyecto, condiciones de menor riesgo que la ciudad de Guayaquil donde el Código de Construcción vigente establece que la aceleración máxima esperada en el subsuelo es igual a 0,3g para el sismo de diseño último (10% de probabilidad de excedencia en 50 años).

12. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El puente sobre el río Quevedo, se encuentra ubicado en la Fumisa – Los Vergeles, que pertenece a la provincia de Los Ríos.

Se entiende por área de influencia directa del proyecto al sitio geográfico determinado por las siguientes condiciones:

- Zona comprendida a una distancia aproximada de 50 m a cada uno de los cuatro costados del Puente sobre el río Quevedo.
- El área comprendida entre las distancias anotadas será la que en mayor medida será afectada por la construcción y posterior funcionamiento del

puente. La generación de ruidos, gases, polvos, materiales de desalojo, etc. Se originarán en mayor proporción en esta zona.

- Además se considera área de influencia directa al campamento que podría estar a una distancia mayor a los 100 m anteriormente anotados.

La información cartográfica y topográfica se basó en la información contenida en una carta del IGM en escala 1: 50.000.

El análisis sísmico del sector en donde se construirá una obra e infraestructura del puente, constituye un factor preponderante que determinará la vulnerabilidad de la obra frente a eventos telúricos o sismicidad inducida por una determinada área fuente o por determinadas fallas geológicas.

Hasta el día de hoy los estudios de riesgo sísmico en el Ecuador se han centrado más en la identificación de las áreas fuentes y muy poco en la determinación de las fallas geológicas generadoras de los sismos. Así, tenemos los estudios de Lara et al (1982), Palacios (1985 y 1987) y Benítez (1987) que establecen que las áreas sismogénicas principales que afectan a la costa son:

1. El margen continental desde la fosa hasta la cordillera costanera,
2. La cordillera andina,
3. El Golfo de Guayaquil y
4. De menor importancia ciertas zonas del Oriente ecuatoriano.

Entre las áreas 1, 2 y 3, se ubica una zona considerada estable con escasos sismos reconocidos históricamente, la cual coincide con el área ocupada por los ríos Daule y Babahoyo y al Norte toda la franja de piedemonte, aflorando las formaciones cuaternarias Pichilingue y San Tadeo. Esto obedecería al sólido macizo rocoso que constituye el basamento no presenta en profundidad fallas tectónicas activas. Se espera que en la zona del proyecto los sismos que pudieran llegar se generen en las tres (3) primeras áreas fuentes mencionadas.

Lo anteriormente expuesto coincide con el análisis de eventos sísmicos efectuado en un proyecto anterior, usando los datos del Observatorio Astronómico de Quito y la Escuela Politécnica Nacional entre los años 1900 - 1965 y del United Status Geological Survey de los años 1906 a 1977. Se determinó que en el período analizado, se han registrado 52 eventos sísmicos con magnitudes mayores a 3,0 en escala Richter dentro de un radio de 100 km del proyecto; entre ellos se encontraron tres eventos con magnitudes mayores a 6,0 y un evento con magnitud igual a 7,0 dentro de los 100 km del sitio del proyecto.

13. HIDROLOGÍA

El sistema hidrográfico principal, esta representado por el Río Quevedo, que forma parte de la cuenca del Río Guayas y que corre en sentido Noroeste, en el lugar de interés hasta su desembocadura. El Quevedo, recibe las aguas de los ríos Lulu, Pise Y San Pablo, por el oeste para luego unirse con el Río Vinces que corre en sentido este-oeste.

El río Quevedo, considerado uno de los sistemas más importantes, está afectado. Su caudal bajó y a lo largo de su trayecto, desde Buena Fe hasta Vinces, se han formado bancos de arena y tierra debido a la sedimentación y a la reducción de los caudales.

14. FUENTE DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

Los materiales que serán utilizados durante la construcción del puente han sido clasificados en las siguientes categorías:

A. Material de préstamo seleccionado para la conformación de los terraplenes de acceso al puente.

Las características geomecánicas de éstos materiales son las especificadas para sub.-base y mejoramiento de vías de comunicación, por lo que, las fuentes de materiales más recomendadas son aquellas existentes para este tipo de obras y son las arenas de grano medio a grueso que se explota de las márgenes del río.

B. Material de Sub-base y Base para los accesos al puente

Los materiales para conformar la sub-base y base de los accesos al puente Camarones son los materiales granulares de origen aluvial ubicados en los depósitos aguas abajo ó aguas arriba del sitio. En el anexo fotográfico se puede apreciar los yacimientos de material granular que se encuentra actualmente formando bancos de grava y arena que son explotados por la empresa minera Maizal.

C. Material de enrocado para proteger los taludes de los accesos al puente

Las rocas Basálticas de la Formación Piñón existentes en el cauce de los ríos tributarios que alimentan al río Quevedo en el curso superior, poseen las características litológicas ideales para ser utilizados como material de construcción para enrocado. Por lo tanto, las mejores fuentes siguen siendo las minas de los depósitos aluviales ubicados aguas arriba del sitio del proyecto cuyo tamaño es superior a 100 centímetros de diámetro.

D. Agregados para hormigón

Al existir canteras de donde se pueda explotar agregados para hormigón de buena calidad, las minas ideales para obtener este tipo de material constituyen los yacimientos cercanos al sitio del puente y ubicados en el actual cauce.

15. CONCLUSIONES

El río Quevedo por sus características de drenaje se define como de régimen permanente y conduce grandes cantidades de agua y sedimentos durante el invierno. La cuenca de drenaje es de área pequeña a mediana, pero las colinas son de alta pendiente en sus flancos, situación que contribuye a la formación de torrentes. La fuerte pendiente y la cantidad de desprendimientos facilitan el transporte de gran cantidad de bloques, piedras, gravas, arenas, limos, arcillas y palizadas que se depositan en las terrazas bajas localizadas en el curso medio del río.

El invierno del año 1998, fue tan severo que los torrentes acumularon material detrítico en cantidades importantes en la llanura aluvial ubicada cerca de la población de Patricia Pilar y en los depósitos aluviales cerca de Camarones. La alta circulación hidráulica puede erosionar los materiales rocosos que afloran en los taludes de la terraza ubicada tanto en la margen izquierda así como en la margen derecha del río, convirtiendo a los torrentes en flujo de piedras que al llegar a la altura de la Camarones ha producido erosión lateral particularmente en la margen derecha poniendo en riesgo el puente.

El curso aguas arriba del sitio donde está construido el puente Camarones, específicamente en la margen izquierda sufrió una sedimentación severa que azolvó el cauce natural desviando el curso del río hacia la margen derecha y hoy constituye un yacimiento de explotación de material granular de tamaño medio y grueso.

El problema de la ubicación del puente Camarones en el actual sitio en estudio hace prever que la corriente del río seguirá erosionando la cimentación de las pilas poniendo en grave riesgo la vida útil. Si bien el estribo izquierdo esta protegido con enrocado eso no garantiza que la erosión se desarrolle en la base de las pilas.

16. RECOMENDACIONES

Existen varias alternativas de solución del problema de asentamiento del actual puente Camarones:

1.- La decisión de construir un nuevo puente en el antiguo sitio es lo más acertado. En lo posible el diseño debería ser para un puente colgante y de esa forma se salva la construcción de pilas en el cauce y se incrementa la vida útil del puente.

2.- Para prolongar la vida del actual puente, será necesario proteger las márgenes donde el río produce erosión por flujo torrencial y lo más importante encausar el río por el antigua curso mediante el dragado y restitución del curso natural anterior. Esta solución es viable, si los trabajos se realizan durante el estiaje y con la participación de tractores de oruga que desplazan el material a un costado y limpian el canal por donde deben correr las aguas del río.

Experiencia de apertura de canales en cauce pedregoso se tiene en el sector del río quijos, durante la construcción del OCP donde tenía que cruzar el tubo enterrado bajo el cauce.

3.- Otra solución, sería ubicar el puente en otro sitio distinto a Camarones. El inconveniente de esta solución, es el impacto social y sus consecuencias.

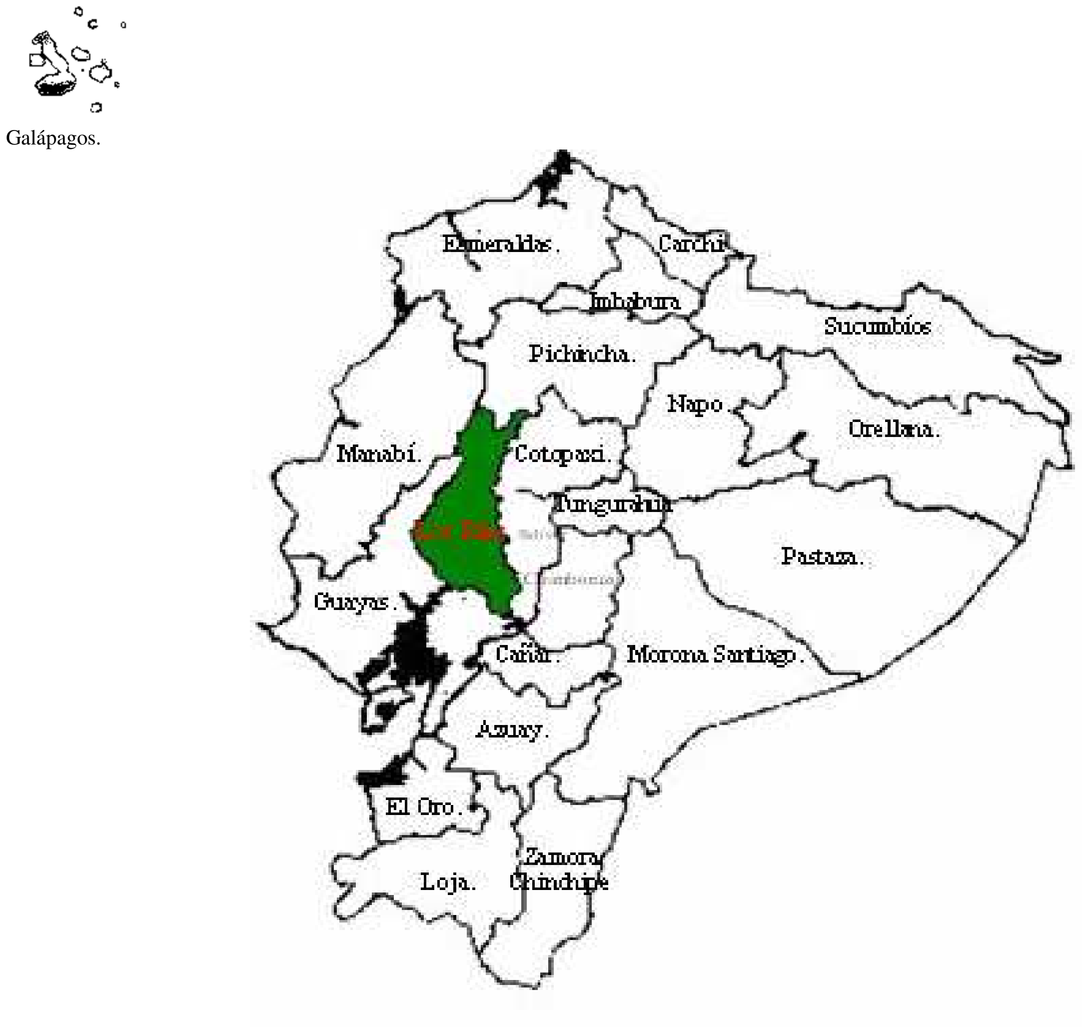
17. ANEXOS

Anexo 1: Mapa Regional del Ecuador

Anexo 2: Mapa de Ubicación Cantonal.
Anexo 3: Mapa de Ubicación Local.
Anexo 4: Mapa Geológico.
Anexo 5: Corte Geológico.
Anexo 6: Tasa de Erosión de la Cuenca del Río Guayas.
Anexo 7: Fotografías.

Anexo 1.

MAPA DE UBICACIÓN PROVINCIAL.
PUENTE “LOS CAMARONES”



Anexo 2

MAPA DE UBICACIÓN CANTONAL.
PUENTE "LOS CAMARONES"
ESCALA 1:100.000

Anexo 3

MAPA DE UBICACIÓN LOCAL
PUENTE “LOS CAMARONES”
ESCALA 1:100.000


Ramón
Santa Martha
Vistazo
Los Angeles
Valdez
RÍO PERIPA
El Descanso
165
San Cristobal
Palo Blanco
Chaune
San José
Camarones
Holandesa
124
Guayacanes
Salapi Grande
El Limón
el Pano
Las Piedras
Río Chila

Anexo 4.

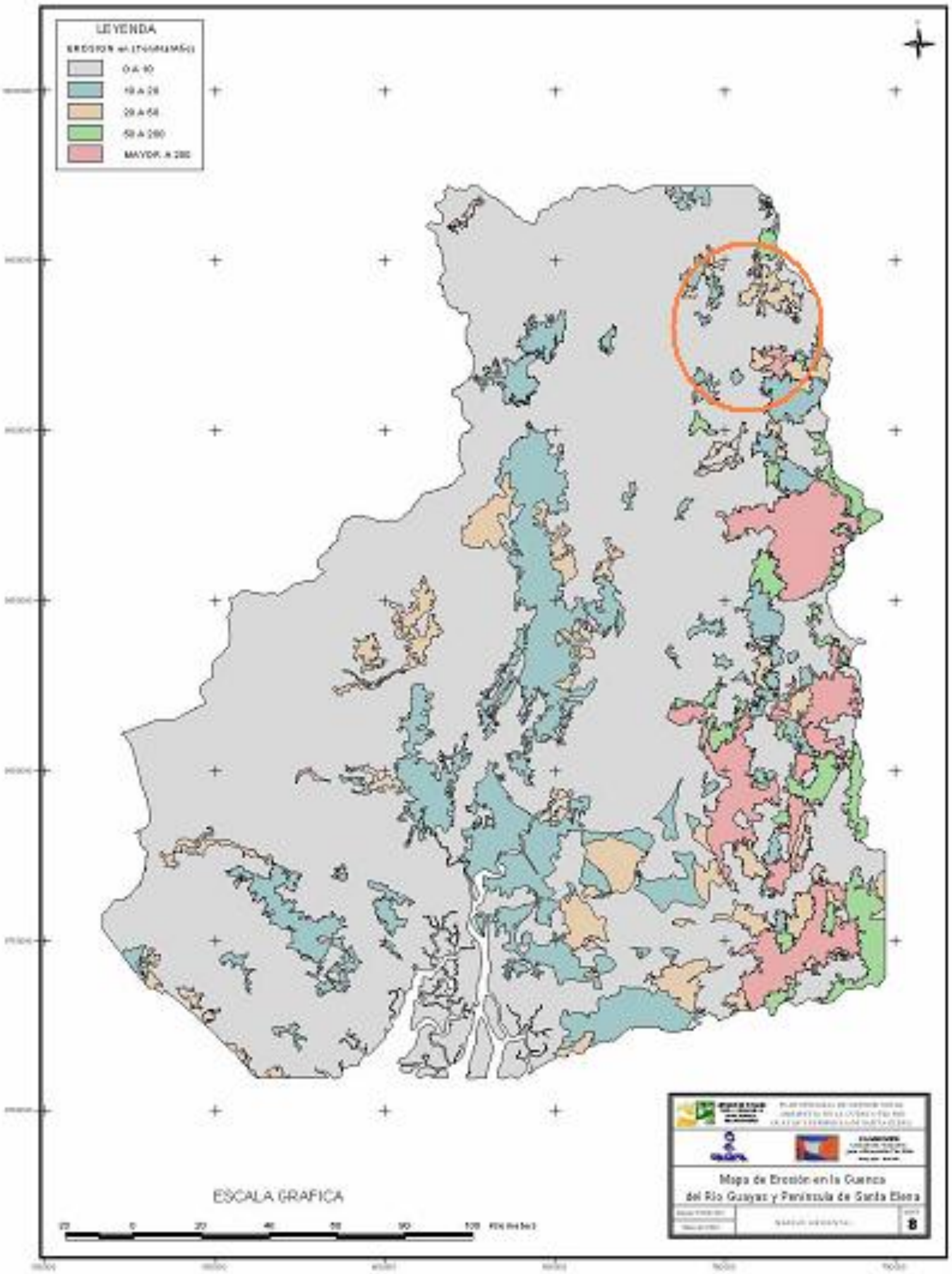
Mapa Geológico esta el Archivo del mismo nombre

Anexo 5.

Corte Geológico esta el Archivo de Mapa Geológico.

Anexo 6.

MAPA DE EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS Y PENÍNSULA DE SANTA ELENA



Fuente: CEDEGE. Plan Integral de Gestión Socio Ambiental de la Cuenca del Río Guayas y Península de Santa Elena, 2002.

Anexo 7.

Depósitos Aluviales en los Costados del Río.

Explotación de materiales de construcción en la Zona

Vista del actual Puente "Los Camarones".

Vista lateral del Puente actual "Los Camarones".

Grandes rocas ubicadas el las Pilas del Puente para controlar un poco la Erosión.

Pilas de un antiguo Puente derrumbado como producto de la Erosión.

Pilas de un puente anterior que no soporto la Erosión.

18. BIBLIOGRAFÍA

- Cedege, 2002, Plan Integral de Gestión Socio Ambiental de la Cuenca del Río Guayas y Península de Santa Elena
- Dirección General de Geología y Minas, 1974, carta Geológica “Valencia” escala 1:100.0000
- Dr. Walter Saber, 1965.- Geología del Ecuador.
- Instituto Geográfico Militar, 1986, Carta Topográfica “Los Vergeles” escala 1:50.0000
- Ing. Eugenio Núñez del Arco, 2003, Geología del Ecuador.
- J. Aubuin, et all, 1980, Teutónica – Tectonofísica – Geomorfología