



REPUBLICA DE COLOMBIA
TRIBUNAL ADMINISTRATIVO DE BOLÍVAR
SECRETARÍA GENERAL

TRASLADO EXCEPCIÓN DE FONDO

FECHA: 26 DE FEBRERO DE 2013

HORA: 08: 00 AM.

MAGISTRADO PONENTE: DR LUIS MIGUEL VILLOBOS ALVAREZ.

RADICACIÓN: 13-001-23-33-000-2012-00100-00.

DEMANDANTE: AGROPECUARIA LOS NISPEROS SAS.

DEMANDADO: INVIAS; MUNICIPIO DE TURBANA-BOLIVAR Y ASOCIACION REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE-AREMCA-

CLASE DE ACCIÓN: REPARACION DIRECTA.

ESCRITO DE TRASLADO: EXCEPCIONES DE FONDO, PRESENTADAS POR AREMCA.

OBJETO: TRASLADO EXCEPCIÓN DE FONDO.

Las anteriores excepciones de fondo presentadas por la parte demandada -AREMCA, se le da traslado legal por el termino de tres (3) días hábiles, de conformidad a lo establecido en el artículo 175 de la Ley 1437 de 2011; Hoy Veintiséis (26) de Febrero de Dos Mil Trece (2013) a las 8:00 am.

EMPIEZA EL TRASLADO: VEINTISEIS (26) DE FEBRERO DE DOS MIL TRECE (2013), A LAS 08:00 AM.

JUAN CARLOS GALVIS BARRIOS
Secretario General

VENCE EL TRASLADO: VEINTIOCHO (28) DE FEBRERO DE DOS MIL TRECE (2013), A LAS 05:00 PM.

JUAN CARLOS GALVIS BARRIOS
Secretario General



Señores:
Tribunal Contencioso Administrativo de Bolívar
Honorable Magistrado: Luis Miguel Villalobos Álvarez.
E.S.D.

REF. Contestación de la demanda instaurada
por C.I. Agropecuaria los Nisperos S.A.S. contra Instituto
Nacional de vías - INVIAS, Municipio de Turbana Bolívar y La Asociación de
Municipios del Caribe - AREMCA.
Radicación: 13-001-23-33-000-2012-000100-00

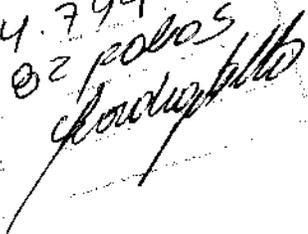
GUSTAVO BOLAÑO PASTRANA, mayor de edad, domiciliado y residente en la ciudad de Barranquilla, identificado con la cédula de ciudadanía No. 72.136.384, expedida en la ciudad de Barranquilla, en mi condición de representante legal de la Asociación Regional de Municipios del Caribe - AREMCA, respetuosamente llego ante esta Alta Corporación, con el fin de manifestarle que por este escrito confiero poder especial, amplio y suficiente al doctor ALFREDO BALLESTAS SERRANO, abogado, identificado con la cédula de ciudadanía No. 72204794 y portador de la tarjeta profesional No. 115160 del Consejo Superior de la Judicatura, para que en mi nombre y representación asuma mi defensa dentro del referenciado proceso.

Mi apoderado queda ampliamente facultado para recibir transigir, desistir, conciliar, postular, transar, disponer de derechos litigiosos, sustituir libremente este poder y reasumirlo, hacer llamamientos en garantía, y, en general, para agotar los tramites que en derecho sean pertinentes en la defensa de mis intereses.

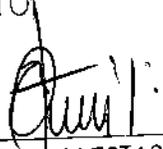
Sirvanse Honorable Magistrado reconocerle personería a mi apoderado judicial en los fines del mandato conferido.

Atentamente,


GUSTAVO BOLAÑO PASTRANA
CC. No. 72.136.384

22 Febrero / 2013 4:42 PM
Alfredo Ballestas
72.204.794
02 Pobos


ACEPTO


ALFREDO BALLESTAS SERRANO
CC. No. 72204794
T.P. No. 115160 de C.S. de la J.

22 FEB. 2013

NOTARIA CUARTA (E) DEL CIRCULO DE BARRANQUILLA
 DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMA

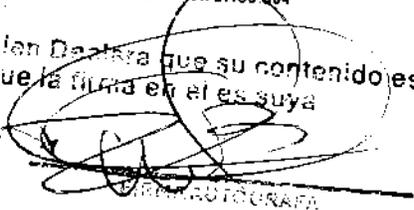
La suscrita Notaria Certifica que este escrito fue presentado personalmente por:

NOTARIA 4 BARRANQUILLA
 Autenticaciones



Fecha: 22/02/2013 BOLAÑO PASTRANA GUSTAVO Hora: 11:28
 Doc No: 72.136-384

Quien Declara que su contenido es cierto y que la firma en el es suya



FOTOCOPIA

NOTARIA CUARTA (E) DEL CIRCULO DE BARRANQUILLA
 A SOLICITUD DEL USUARIO LA SUSCRITA NOTARIA CERTIFICA QUE EN SU PRESENCIA EL OTORGANTE ESTAMPO EN ESTE DOCUMENTO LA HUELLA DACTILAR DEL DEDO INDICE DE SU MANO DERECHA

NOTARIA CUARTA (E) DEL CIRCULO DE BARRANQUILLA
SADO

NOTARIA CUARTA DEL CIRCULO DE BARRANQUILLA
 GLORIA ANTONIOMARÍA RUEDA
 NOTARIA

SECRETARÍA GENERAL
 CORTE DE APPEAL
 PERSONALIA
 22 Feb 2013
 Alfredo Ballesteros
 72.104.794
 115.160
 Gloria Rueda
 A 2209794
 22 Feb 2013



Señores:
Tribunal Contencioso Administrativo de Bolívar
E.S.D.

REF. Contestación de la demanda instaurada
por C.I. Agropecuaria los Nisperos S.A.S. contra
Instituto Nacional de vías – INVIAS, Municipio de Turbana Bolívar y
La Asociación de Municipios del Caribe – AREMCA.
Radicación: 13-001-23-33-000-2012-000100-00
Magistrado: Dr. Luis Miguel Villalobos Alvarez.

ALFREDO BALLESTAS SERRANO, Abogado titulado poseedor de la Tarjeta Profesional No. 115160 del C.S.J., portador de la Cédula de Ciudadanía No. 72204794 de Barranquilla., domiciliado en Barranquilla., obrando en mi condición de apoderado judicial especial de la **Asociación Regional de Municipios del Caribe - AREMCA**, identificada con NIT 802.002.960-4, con domicilio en la ciudad de Barranquilla, representada legalmente por **GUSTAVO BOLAÑO PASTRANA** identificado con CC 72.136.384 de Barranquilla mayor y de esta vecindad, con el debido comedimiento ocurro ante su Despacho, con el fin de dar contestación a la demanda propuesta mediante apoderado por el Señor **JORGE ELIECER SALAZAR AVENIA**, y al efecto procedo así:

A LAS PRETENSIONES

1. Me opongo de manera absoluta a cada una de las pretensiones principales, por carecer de causa eficiente y de respaldo fáctico y probatorio.
2. Igualmente manifiesto lo propio en relación a las pretensiones subsidiarias.
3. En capítulo posterior me referiré a los fundamentos de derecho de la oposición a las pretensiones.

A LOS HECHOS

AL HECHO UNO. No me consta, que se demuestre en el proceso.

AL HECHO DOS. Es cierto que el Instituto Nacional de Vías INVIAS, celebro con el Municipio de Turbana el convenio Interadministrativo No. 2630, para la construcción de de la vía Turbana – Ballestas.

AL HECHO TRES. Se admite que el Municipio de Turbana Bolivar, celebro contrato de obra con la Asociación de Municipios Regional del Caribe – AREMCA.

AL HECHO CUATRO. Es impreciso el demandante, toda vez que el convenio interadministrativo suscrito entre La Asociación Regional de Municipios del Caribe y el Municipio de turbana fue el No. 04 de 2009.



AL HECHO QUINTO. Parcialmente cierto y se aclara que si se iniciaron las obras de construcción de la vía Turbana – Ballestas, en aras del cumplimiento del objeto del contractual, pero es totalmente falso que se haya desviado la desembocadura del arroyo que atraviesa los predios de la Finca California, toda vez que esa desembocadura no se afectó y no se hicieron trabajos en ella para el momento del desastre.

AL HECHO SEXTO. No lo admitimos y es falso y se aclara: que las obras sobre la vía Turbana – Ballestas, se iniciaron con fecha de Agosto del 2010, se iniciaron las obras de: Puente polon y pavimentación en concreto rígido de la vía Turbana – Ballestas. Para manejo hidráulico y protección del puente. Se contrato los diseños a la empresa Hidroconstructores. En el mes de **septiembre** de 2010, se entregaron por parte de la firma hidroconsultores planos y memorias de los diseños hidráulicos para el manejo de las aguas que llegaban y pasaban por dicho puente. Anexamos planos y memorias, solo a principios de 2012, se iniciaron las obras en las desembocadura del arroyo y no antes como lo dice el demandante.

Como se puede observar los canales que llegan y pasan por dicho puente son el principal llamado polon que tiene un ancho aproximado de 18mts y dos brazos uno de 0.50 mtr de ancho, que vierte las aguas de Turbana y otro de 2.5 mts de ancho llamado los cocos, con todos los diseños del puente, de la vía y los hidráulicos damos inicio a nuestra obra comenzando por **los estribos y aletas del puente, sin tocar los canales o brazos que llegan al arroyo polon.**

En el mes de octubre 2010, se produce un siniestro natural en todo turbana – turbaco y parte de Cartagena, y también en todo el país debido a la ola invernal sin precedentes en Colombia, Un torrencial aguacero de gran magnitud y de prolongadas horas, produciendo daños en todos los canales y arroyos de turbana, lo cual produce destrozos y socavaciones. En el arroyo polon lo socava y lo convierte en un arroyo de 30 mtrs de ancho, en el punto donde se realizaban las obras de dicho puente, en el brazo o canal los cocos pasa de de 2.5 a 14 mts, razón por la cual se le pide a hidroconsultores Ltda., que realice un nuevo diseño hidráulico el cual nos lo entrega en la fecha de 18 de noviembre de 2010. El fenómeno natural produce destrozos en todos los arroyos y canales de turbana, no solo en las que infieren en nuestra obra, si no en todas los arroyos y canales del municipio produciéndose la socavación en todos los sitios, todo esto debido a la fuerte ola invernal que azoto al País completo en ese entonces.

Es importante mencionar que en el arroyo polon aguas arriba, a más 150 metros de distancia desde el punto donde se realizaban las obras del puente polon, se produjo un fenómeno de socavación inmenso sacando totalmente un puente peatonal y llevándolo aguas debajo de la obra en la que si avanzábamos en ese momento, esto quiere decir que las obras adelantadas en ese entonces y en ese momento nada tuvieron que ver con el desastre ocurrido sobre todo en las tierras del demandante, toda vez que las obras no habían llegado a ese punto (propiedad del demandante), el desastre es atribuible a la misma fuerza de la naturaleza con ocasión a la fuerte ola invernal que azoto, no solo a esta parte de la región sino al todo el país, situación de público



conocimiento y que demostraremos durante este proceso, tanto así, que sitios como el sur del atlántico no hay podido superar el desastre de ese entonces.

En el brazo o arroyo los cocos que llega al sitio de la obra de construcción del puente polon se produjo una socavación a lo largo o aguas arriba de 50 mtrs desde el inicio del puente, luego 100mts aguas arriba continuos a esta socavación **no se produce este fenómeno hasta llegar donde** la propiedad del demandante, donde vuelve y socava. Con esto queremos anotar y demostrar que la socavación no fue continua y se produjo solo en ciertos puntos, y es importante resaltar que hasta la fecha en que se produjo este desastre natural, jamás se habían iniciado trabajos ni tocado todavía las protecciones que se les debían hacer al brazo los cocos, las cuales recomendó hidroconsultores, pero justo después de los desastres naturales, es decir, que no se toco esa parte y lo cual quiere decir que no nos pueden indilgar esa responsabilidad a la que se le atribuye a la naturaleza, un hecho totalmente insuperable.

AL HECHO SEPTIMO: No se admite, es falso, porque **Solo hasta el mes de Febrero de 2011 se iniciaron** las obras de protección del puente, inicio que se llevo a cabo cuatro meses después del desastre natural, causante de las socavaciones y daños de las finca propiedad de la parte demandante, dichas obras se realizaron tiempo después que cesaron las lluvias, por esta razón es totalmente falso y absurdo indilgar a mi representada hechos que solo fueron por causas de la naturaleza, hechos totalmente insuperables, como los llamados cambios de cauce de las aguas del arrollo que atraviesa la fina del demandante, pues las llamadas modificaciones o cambios que aduce la parte demandante, no son bien llamadas así, toda vez que aquí no hubo DAÑOS, aquí lo que sucedió fueron bien llamados DESASTRES NATURALES, y partiendo de ese hecho, que fueron desastres naturales los que si ocasionaron los daños que manifiestan los demandante, si podemos decir que las escorrentias afectadas por la ola invernal si dañaron los terrenos de los demandantes hasta sus efectos posteriores.

También es falso, porque las erosiones solo existen en su propiedad y no como ha manifestado el demandante, que existen en predios aledaños, situación que se puede demostrar con vistas oculares o inspecciones a las tierras aledañas. La existencia de la erosión ya existía en la propiedad del demandante y debido que el propietario no tomo las medidas necesarias, la fuerte ola invernal del 2010 y 2011, aumento el daño que ya existía en esos predios, también porque la actividad que se ejerce en esas tierras es la ganadería, así como el mismo demandante lo afirma y para esta actividad es indispensable el pastoreo de los semovientes y de esta forma traen como consecuencia la deforestación y alteración del equilibrio natural de los afluentes, toda vez que los semovientes al comerse el pasto o hierva, acaban con las barreras naturales propias en las orillas de los arroyos, permitiendo que la socavación se acelere. Estos hechos, sumados a los desastres naturales llevaron a la supuesta deformación de las tierras del demandante.

AL HECHO OCTAVO: Se admite parcialmente y aclaramos: que antes del desastre natural que azoto a toda Colombia en el año de 2010 y 2011, el terreno de los demandantes probablemente se encontraba así. Con respecto al estudio o informe de Hidroconsultores, cabe a notar que este fue modificado a nuevas situaciones presentadas, como es lógico, pero esta firma, rinde un estudio



para que mi patrocinada lo acogiera y posterior a los desastres insuperables, les realiza otro estudio a la parte demandante contradiciendo y salvando sus responsabilidades, porque las recomendaciones que hicieron fueron acogidas en su totalidad y reforzadas.

Respecto a los siguientes literales de el hecho octavo de esta demanda:

Al literal a: Es cierto la existencia de un box culvert.

Al literal b: También es cierto y lógico que el box culvert era para el descargue de aguas.

Al literal c: En un sentido general las medidas que se toman siempre serán para prevenir y jamás pueden garantizar un 100% que no sucedan hechos insuperables como los de la naturaleza, así las cosas, el demandante se equivoca al decir en este literal que esa protección garantizaba que no se produjeran socavaciones y menos aun, ante hechos de la naturaleza como el de la ola invernal del 2010 y 2011, insuperable a toda capacidad humana. También es de aclarar que las obras que se adelantaban en ese entonces, era única y exclusivamente para el puente y las cuales se tomaron todas las previsiones del caso y recomendaciones de la firma Hidroconsultores.

Al literal d: probablemente el cauce contada con maleza o llámese "revestimiento vegetal" y también es probable que le diera algo de estabilidad a los taludes y al fondo, pero ante un desastre natural como la ola invernal de 2010 y 2011, no es suficiente la supuesta estabilidad que podría brindarle esa maleza, su Señoría, sabemos que antes desastres de la naturaleza la fuerza humana no podemos hacer nada, en todos los tiempos se han perdido casas, obras, barrios, pueblos y hasta ciudades antes la fuerza de la naturaleza, y aquí el demandante trata de indilgar de muy mala fe, ese hecho insuperable de la naturaleza a mi poderdante.

Al literal e: Es también probable las características que describe el demandante en este literal.

Al literal f: No me consta, que lo pruebe fácticamente, pero si así fuera, el demandante dista de la realidad y reta con sus declaraciones la fuerza de la naturaleza, al decir que hasta "en los mayores eventos de lluvia", se nota hasta la timidez con que lo dice, toda vez que aquí no presenciemos un EVENTO DE LLUVIA, parece ser que el togado no se entero de la mas fuerte ola invernal que azoto a Colombia en estos últimos tiempos, tampoco se entero por los medios de comunicación y los extensos editoriales del los periódicos y demás, donde solo hablaban de los desastres naturales por la ola invernal del 2010.

AL HECHO NOVENO: Se admite parcialmente y aclaramos: que se contrato la firma Hidroconsultores Ltda., para que recomendara diseños sobre la obra del puente y tratamiento de aguas, las cuales se acogieron en su totalidad y hasta se doblaron en ciertos puntos sus recomendaciones.

AL HECHO DECIMO: A los literales de este hecho se manifiesta lo sgte:

Al literal a: Las protecciones tipo gaviones y espigones se adoptaron.

Al literal b: De igual manera esta recomendación se adopto.

Al literal c: Las protecciones se realizaron como se pueden ver en las fotos de la misma demanda, tal y cual como la firma Hidroconsultores recomendó.



Al literal d: Mi poderdante también realizo la caída revestida en concreto de 2.0m, de altura y cuencon anti socavación construido en piedra con un diámetro más grande que el recomendado por la firma en mención.

Todas y cada una de las recomendaciones de la firma Hidroconsultores y hasta medidas más extremas se tomaron para prevenir algún tipo de desastre, pero tanto fue la fuerza de la naturaleza que no se pudo superar ese hecho, el cual arrasó con todos los trabajos realizados.

AL HECHO ONCE: No se admite por comportar una falacia, toda vez que si se tomaron las recomendaciones de la firma contratada, y que por eso mismo fue contratada, pero su Señoría, el demandante no ha asimilado lo que sucedió en todo el país, y quiere indilgar a toda costa una responsabilidad que no existe, por cuanto no se escatimo en la realización de esta obra para prevenir daños a terceros.

Anexamos planos, diseños y fotos en las cuales se demuestran las fechas de cuando se hizo la intervención por parte de nosotros en el canal los cocos.

AL HECHO DOCE: No se admite por comportar una falsedad y una vez más aclaramos que los diseños y las fechas en las cuales Hidroconsultores nos dieron los diseños, el inicial en septiembre de 2010, y el segundo diseño en noviembre de 2010, este último se le solicito a Hidroconsultores debido al fenómeno de lluvia que paso, produciendo la socavación de estos canales, esto es, que para ese entonces el desastre natural ya habia hechos los daños que quiere endilgarnos la demandante, en sus tierras, los ocurrido en las tierras del demandante nada tienen que ver con las obras adelantadas en virtud del contrato suscrito con la Alcaldía del Municipio de Turbana, porque como se ha venido explicando, las obras en ese tramo se iniciaron después del desastre natural y en el punto donde si se adelanto, no se escatimaron los materiales y las recomendaciones que arrojaron los estudios previos.

Y con lo que respecta a los literales:

Al literal a: Es cierto, pero se aclara nuevamente que no fue por las obras realizadas por mi representada, fueron por las torrenciales tormentas que no se Vivian en muchos años en Colombia, nada tuvo que ver el inicio de obras.

Al literal b: No se admite, no es cierto y el demandante no sabe lo que dice, al manifestar que cambiamos las cotas de fondo el cauce, todo esto fue producto del desastre natural, las Socavaciones, desviaciones del cauce del arrollo, todo esto fue producto de la gran ola invernal del 2010 y 2011.

Al literal c: No se admite y se aclara que si bien es cierto y lógico que después de que el desastre natural del 2010 y 2011, produjera cambios en el arrollo california, es también cierto y lógico que la pendiente se haya aumentado y como consecuencia produjo erosiones, pero no por las obras adelantadas, sino porque el mismo desastre natural ocurrido en ese entonces.

Al literal d: No se admite, por ser inexacto y comportar una contradicción o nuevo cambio de posición; y aclaramos: que en este literal por primera vez, aunque muy timidamente, el defensor del demandante, acepta que con palabras muy suaves que hubo una significativa lluvia (*dice el*



representante del demandante: ..."siendo la más significativa"), no se atreve a mencionar con firmeza que la ola invernal del 2010 y 2011, fue la más devastadora para el país, y podemos denotar que si es consciente de eso, al decir lo arriba señalado. Entonces es lógico, como dice el abogado de la parte demandante, que si bien es cierto, y usando sus propias y timidas palabras al afirmar que fue la más significativa de las lluvias, la consecuencia era el debilitamiento de la tierra y llevo a que esta sufriera los daños mencionados.

Al literal e: También es lógico que este proceso erosivo, pero ocasionado por el desastre natural del 2010 y 2011, haya ocasionado más desastres a posteriori, porque una vez la fuerza de la naturaleza socavo, deja terrenos inestables propensos a nuevas erosiones.

AL HECHO TRECE: No es cierto, no se admite, y ya se ha explicado en las anteriores contestaciones de la demanda y hay aclarar que la firma **HIDROCONSULTORES LTDA.**, en su último diseño en el mes de noviembre, en las recomendaciones que ellos señalan, afirman las grandes socavaciones que sufrió el canal tributario al polon, o sea el canal de los cocos. Esto es que para el mes de noviembre del 2010, es decir, después del desastre natural de socavación que le ocurrió al demandante. También resulta contradictorio que los demandantes manifiestan que el fenómeno de la socavación se produjo por los trabajos del puente y los de las protecciones de los canales, si hasta esta fecha no se había empezado ninguna obra en dichos canales, es por eso que las acusaciones de los demandantes son temerosas y de muy mala fe.

Luego del desastre natural acaecido en esas tierras y otras más, se han debido tomar medidas para que el desastre natural no siguiera en su continuidad, por ello los demandante debieron tomar las medidas necesaria para contrarrestar tales hechos, que no son otra cosa más, que producto de la ola invernal del 2010 y 2011, es lógico que después de las socavaciones, vendrán otros desastres por ocasión otros efectos nocivos a las tierras.

En el acta No.1, podemos ver que a la fecha de febrero 18 del 2011 solo se trabajo el espigón 2,4 y 5 que son los que protegen el puente en el arroyo Polon. En el espigón 1 y 3 que son los del canal los cocos, dichas obras solo se iniciaron hasta el mes de mayo de 2011, como lo muestra el acta No.2, fecha muy distante de cuando se produjo el siniestro natural en el mes de octubre del 2010, con todo lo anterior queda demostrado que las obras iniciales no se hicieron en el canal los cocos, que en este punto solo se trabajaron en el mes de mayo de 2011, entonces nada tiene que ver con lo que manifiestan los demandantes, el desastre natural que trajo la ola invernal del 2010, fue la que ocasiono las desviaciones y socavaciones en el arroyo y como consecuencia la erosión en las tierras de los demandantes, pero nunca por las obras adelantadas a mas de 150 metros de ese sitio.

AL HECHO CATORCE: No nos consta el valor y estudio y la realidad de ellos, y tendrán que ser probados. Y es probable que un proceso erosivo y mal manejado, puede conllevar a la deformación de una porción de tierra, lo que no es cierto es que ese proceso erosivo es producto de las obras realizadas por mi patrocinada.



AL HECHO QUINCE: Es cierto que la erosión es un proceso progresivo y que debe ser detenido por obras propias a ese evento, pero reiteramos que todo ha sido producto de un desastre natural de público conocimiento en todo el país, el cual anexamos informe del IDEAM.

AL HECHO DEIZ Y SEIS: Es probable que los demandantes en vista de su preocupación hayan citado a los actores de la obra, pero no es cierto que por el solo hecho de citarlos y sentirse preocupados, sean ellos los responsables de un desastre natural, máxime que se tomaron las recomendaciones y no se escatimo en ellos, para que las obras fueran lo mejor posible para resistir los embates de la naturaleza, pero que jamás se esperaba un desastre natural de la magnitud del 2010 y 2011.

AL HECHO DIEZ Y SIETE No se admite.: Es deber de las autoridades de cualquier tipo, atender y en virtud de sus funciones de comprometerse a solucionar problemas que acaecen a una población determinada por hechos en los cuales se vieron afectados, sobretodo como los desastres naturales, pero esos compromisos dependen de las finanzas de esa autoridad y su disposición antes los innumerables compromisos que de por sí, deben cumplir. Se debe reconocer las intenciones de cada administración en resolver los problemas de sus asociados en la medidas que sus finanzas lo permitan, porque es su deber, pero no por eso, por comprometerse ante un grupo de personas afectadas, podemos endilgarle la responsabilidad de un desastre natural como el de esa magnitud.

AL HECHO DIEZ Y OCHO: No se admite, por ser inexacto. El inicio de la obra se inicio a mas de 150 metros de los linderos de las tierras de los demandantes y no es cierto que mi poderdante se limito a construir una estructura en piedra y gaviones para estabilizar el fondo del arroyo entre el puente el polon y distante a las tierras de los demandantes, las obras que se adelantaron, como se ha manifestado a lo largo de este escrito, no fueron limitadas, fue una obra con todos los requerimientos, no fue una obra con limitaciones como lo dice el abogado de los demandantes.

AL HECHO DIEZ Y NUEVE: No se admite este hecho, y se reitera lo que se ha venido manifestado en este escrito, que no fueron las obras que se realizaron, las que ocasionaron los daños a la propiedad del demandantes, sino que fue el propio desastre natural el que ocasiono los daños que manifiestan los demandantes.

AL HECHO VEINTE: Es cierto que los demandantes convocaron a audiencia de conciliación ante la procuraduría judicial, pero que aun habiendo recibidos las notificaciones para acudir, no lo hicimos, porque la persona encargada dentro de nuestras instalaciones nunca nos reporto de dichas citaciones, por esta razón nunca asistimos..

AL HECHO VEINTIUNO Y VEINTIDÓS: Reiteramos que los daños sufridos en la propiedad de los demandantes fue debido al desastres natural ocasionado por la ola invernal de 2010 en todas partes de Colombia, al cual a este escrito anexamos informe del IDEAM, donde se demuestra que fue una ola invernal sin precedentes en nuestro País, de igual forma solicitamos a las autoridades



competentes en materia del clima, expedir el respectivo CLOPAT, donde arrojan los efectos sufridos en la región del Municipio de Turbana por la ola invernal del 2010.

FUNDAMENTOS DE DERECHO DE LA OPOSICIÓN A LAS PRETENSIONES

Al comienzo de este escrito manifestamos nuestra severa y terminante **oposición** tanto a las pretensiones principales como a las subsidiarias, por carecer de fundamentación fáctica, jurídica y probatoria.

Veamos como al formular sus pretensiones en la demanda, se pide que se declare a mi procurado judicial responsable de esos hechos. Este pedimento comporta un verdadero exabrupto, en razón a que la autoría de los daños ocasionados a la propiedad del demandante son exclusivamente atribuibles al desastre natural de la ola invernal del 2010, y no como dicen los demandante, que fueron en ocasión al inicio de unas obras, que si bien es cierto y ya se ha dicho, esas obras en el punto cercano de la propiedad afectada, se inicio después del desastre natural.

CON RELACIÓN A LOS FUNDAMENTOS LEGALES PROPONGO LAS SIGUIENTES EXCEPCIONES DE MERITO

AUSENCIA DE LOS REQUISITOS FORMALES DE LA ACCION.

Si bien es cierto la existencia de un hecho que genere un presunto daño, no es menos cierto que entre el hecho y el presunto daño ocurrido no existe un nexo causal, solo con la ocurrencia de estos dos elementos no se le puede indilgar a la Asociación Regional de Municipios del Caribe, la responsabilidad en que insiste el demandante, toda vez que para que sea responsable, estos tres elementos integrales*, antes mencionados deben converger en una sola persona jurídica o natural, lo que se quiere significar que el uno no puede subsistir sin la presencia de los otros y viceversa, por eso son llamados elementos integrales. Ahora bien, el hecho del presunto daño es parido de una situación meramente atribuible a los desastres naturales que ocurrieron con ocasión a la Ola invernal del 2010 y 2011, donde el demandante fue víctima, como muchos colombianos, de los desastres naturales de unas de las olas invernales más fuerte que haya sufrido nuestro país, su Señoría y que no se está hablando de fuertes lluvias significativas, se está hablando de un hecho invernal sin precedentes en la historia de Colombia, entonces no por eso, cada accidente que ocurre in virtud de desastres naturales sea objeto de demanda reparatorias, a menos que estos desastres si sean con ocasión comprobada y con nexo causal de unas obras que afectaron directamente una porción de tierras.

Para eso importante definir el concepto de de Desastre Natural.

Un desastre es un evento que produce daños a la población, al planeta, la ecología y sobre todo a la salud.



El término desastre natural hace referencia a *las enormes pérdidas materiales y de vidas humanas ocasionadas por eventos o fenómenos naturales como los terremotos, inundaciones, Tsunamis, deslizamientos de tierra, deforestación, contaminación ambiental y otros.*

Los fenómenos naturales se presentan de diferentes formas y algunos impactan en las comunidades más que otros.

Cada desastre ocurrido produce efectos perdurables, muchas vidas humanas se pierden, los daños son incontables sobre todo para las personas que viven en zonas de alto riesgo. Los desastres se han clasificado dependiendo del agente perturbador que lo origine:

Entre otros: **Hidrometeorológicos:** como son los ciclones, las inundaciones, granizadas, lluvia, nevadas, sequías, que normalmente se producen por desbordes de ríos, debido a intensas lluvias.

Las mayores inundaciones que se han presentado en Colombia iniciaron en el año 2003 la segunda temporada invernal afectó 30 departamentos, en 2005 la primera ola invernal afectó 4 departamentos, en 2008 la primera y segunda ola invernal dejó 102 muertos y más de 81.938 personas damnificadas, la ola invernal en Colombia en 2010 y 2011 fue por obra del fenómeno de la niña lo cual causó muchos estragos, generando daños por 168.000 millones de pesos.

Municipios Bajo el Agua; Zarzal, el Cerrito, Anserma, Obando, la Victoria, Sevilla, la Unión, Tuluá, son algunos de los municipios del valle del Cauca que sufren de forma intempestiva el cambio climático representado en las continuas inundaciones a causa del desbordamiento de los ríos que cruzan por esta hermosa tierra. El río Cauca es uno de los más importantes ríos de Colombia, nace cerca de la laguna del buey en el macizo colombiano y desemboca en el río Magdalena en el departamento de Bolívar. En su recorrido entre las cordilleras central y occidental el río Cauca pasa por más de 180 municipios en los departamentos de Cauca, Valle del Cauca, Quindío, Risaralda, Caldas, Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar.

La cuenca hidrográfica, de aproximadamente 63.300 km² es lugar de diversas actividades productivas como la industria azucarera, cultivo de café, generación de electricidad, explotación minera y agrícola.

Por su paso por el valle del Cauca y a causa de eventos naturales (lluvias, borrascas, inundaciones, etc.) y antrópicos (como encausar el río de una forma anti-técnica, falta de dragado, disposición de basuras, etc.), el río Cauca ha dejado impactos ambientales negativos para todo el ecosistema que lo acoge.

COLOMBIA
ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
CALLE DE LA PAZ
BOGOTÁ D.C.
TELÉFONO: 311 234 5678
CORREO: asoccaribe@caribe.gov.co



Se puede observar las devastaciones ocurridas por la ola invernal de 2010-2011.

Sería indecente, inhumano decir que este sería el consuelo del demandante, pero la realidad es que no solo el demandante fue afectado con estos desastres naturales, sino en todo el país. Es así pues que resulta inexistente el nexo causal del daño sufrido con mi patrocinada.

Existen listas largas de los editoriales de los mejores y más serios periódicos del país, resumiendo las pérdidas de la ola invernal del 2010 y 2011 en Colombia, como este:

El costo del desastre natural en Colombia

Los catastróficos costos que el fenómeno de La Niña tuvo en Colombia el año pasado, con algo más de US\$5.300 millones, fueron sólo una pequeña porción de la cifra que envuelve el valor del impacto que dejó la naturaleza desbordada en el mundo: US\$218 mil millones. La cifra, alarmante frente a las estadísticas reunidas desde 1970, hace parte del estudio hecho por la firma Swiss Re (compañía suiza de reaseguros), que en un solo documento evidenció que Asia sufrió los mayores daños económicos, cifrados en unos US\$75 mil millones. Y, "como consecuencia de los terremotos en Chile y Haití, las pérdidas para América Latina y el Caribe se elevaron vertiginosamente, superando los US\$53 mil millones". El documento señala además que para el caso local, en Colombia las inundaciones provocadas por las lluvias torrenciales, granizo, deslizamientos de tierra en los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico, Bolívar, Magdalena y La Guajira llegaron a los US\$397 millones. De ellos, los daños asegurados se enmarcaron en los US\$7 millones, dice el estudio.

<http://www.elespectador.com/impreso/negocios/articulo-262367-el-costodel-desastre-natural-colombia>



EXCEPCION DE FONDO DE ILEGITIMIDAD EN LA CAUSA POR PASIVA. Se funda esta excepción porque con la demandada no existió y no existe una relación contractual con la demandante, si bien los presuntos hechos ocurridos en la propiedad del demandante, no es de la esfera de mi patrocinada, toda vez que si existieron unas obras, el inicio de las obras no coincide con la época de los desastres por la ola invernal, el hecho generador de los daños, fue los efectos de los desastres naturales, producto de la más alta ola invernal en todos los tiempos, por eso se anexa a este escrito, los valores totales de precipitación dentro del departamento de Bolívar, con el medidor más cercano que es el del municipio de Arjona, toda vez que en el municipio de Turbana no existe medidor, pero este más cercano, abarca esa parte de la región y arroja que unas de las precipitaciones más alta fue para la del año 2010 y 2011, esto quiere decir que el 2010, comenzó hacer desastres y los continuo hasta el año 2012, ver anexo de IDEAM. Es así como mi patrocinada nada tiene que ver con los daños ocurridos en la propiedad del demandante, pues estos solo son atribuibles a la naturaleza.

Con las anteriores testimonios demostrare que la Universidad Antonio Nariño actuó con cuidado y diligencia en la escogencia del ingeniero Fortich, de igual forma, el área estaba demarcada con señales de restricciones de tránsito

PRUEBAS

Solicito tener como pruebas las siguientes:

1. Nombrar Perito ingeniero auxiliar de la justicia para que realice inspección ocular y técnica de las obras en la vía Turbana-Ballestas.
2. Nombrar Perito para que revise los informes que presento Hidroconsultores toda vez que esta firma realizo informes para dos de las partes intervinientes en el proceso, tanto para el demandante como para el demandado.

TESTIMONIALES:

1. Ingeniero JAMES NAVARRO, quien podrá ser notificado en las instalaciones de AREMCA. Cra. 49 No. 74 No. 154, de la ciudad de Barranquilla, para que de declaración de las obras ejecutadas.
2. Testimonio de la firma ARA INGENIEROS, por unos de sus Ingenieros en Hidraulica, para que determine si los informes son ajustados a los hechos que se presentaron, toda vez que esta firma rindió concepto según conveniencia del demandante.

RELACION DE MEDIOS PROBATORIOS

En orden a establecer los puntos relacionados con la contestación de los hechos de la demanda y para darle afirmamento a la oposición a las pretensiones, me permito anexar a este escrito las siguientes pruebas para que se tengan como incorporadas al proceso y se valoren en su debida oportunidad: Informe de los valores totales de precipitación, expedido por del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, del comportamiento del clima de los últimos años.



1. Estudios y diseños presentado por Hidroconsultores para AREMCA, con fecha de Septiembre de 2010.
2. Segundo estudio y diseño presentado por Hidroconsultores para AREMCA, con fecha de Noviembre de 2010, donde cambian el primer diseño debido a los daños causados por la fuerte ola invernal.
3. Oficio de los valores totales mensuales de precipitaciones en los últimos 10 años donde se puede observar instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM.
4. Oficio interno No. 023-10, Cto 04-2009, dirigido a ARA INGENIERIA Y AQUITECTURA LTDA., y firmado por el administrador delegado, señor JAMES NAVARRO, donde informá la siniestralidad de gaviones en el arroyo los cocos y donde existen imágenes de las recomendaciones llevadas a cabo, las cuales fueron dictadas o sugeridas por Hidroconsultores.
5. Acta de Liquidación con fecha de 4 de noviembre de 2011.

SOLICITO OFICIAR A:

- Enviar oficio solicitándole al Comité de Gestión del Riesgo Departamental (anteriormente CREPAD*). -Dr. Edgar Larios-, en la Gobernación de Bolívar, las actas de los Comités Locales de Gestión del Riesgo (anteriormente CLOPAD**) de los años 2010 y 2011, de los municipios: Turbaco, Turbana y Arjona.

PERSONERÍA ADJETIVA

Acredito la personería de mi mandante, con el respectivo poder.

NOTIFICACIONES

Recibimos notificaciones en la Cra. 49 No. 74-154, de la ciudad de Barranquilla.

Señor Juez,

Respetuosamente,


ALFREDO BALLESTAS SERRANO
T.P. No.115160 del C.S.J.
C.C. No. 72204794

Nota: son 91 folios.



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
NIT 802.002.960-4

Oficio N° 023-10, Cto. 04-2009

Cartagena de Indias D. T. y C., Noviembre 15 de 2011

Señores
ARA INGENIERIA Y ARQUITECTURA LTDA.
Atn. **KERLY GIOVANNA CUELLAR OBREGON**
Representante legal
Teléfono 6369915
Cra 81 # 22D-183
Cartagena

Asunto: **Informe de siniestralidad de Gaviones de protección Arroyo los cocos en Turbana. Convenio N° 04-2009.**

Cordial saludo,

Según el diseño de fecha de 10 de Diciembre de 2010, entregado por la firma especialista **HIDROCONSULTORES**, y aprobado por el especialista de la Interventoría, el Ing. **GERMAN MONSALVE**, establece la Construcción de 2 espigones en gaviones al margen del arroyo los cocos para evitar la erosión del mismo, dichos espigones fueron construidos con una base de 0.7 m de piedra para cada uno y dos capas de piedra de 0,4 m de diámetro para conformar el lecho del arroyo.



Foto 1. 2 Capas de piedra sobre fondo de arroyo los cocos

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmailcom

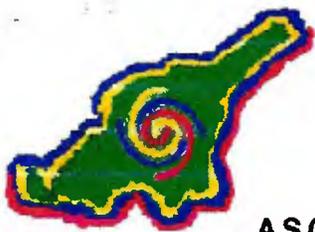


Foto 2. Espigones del arroyo los cocos en construcción

El día 28 de Septiembre de 2011, se hace entrega de la obra, donde participaron, por parte de la interventoría los ingenieros José Prieto Rojas, Orlando Rivera y Alexander Camargo, por el Municipio El Dr. Heider Flores J. y el Arq. Iván Castro, por el Contratista Los ingenieros James Navarro H. y Marlenys Monroy Z. como constancia de la entrega se suscribe acta donde se acuerdan ajustar detalles como: Pintura de las vigas, limpieza de la vía, culminación del espigón 4 y limpieza del arroyo los cocos que en su momento se encontraba "obstruido", con piedra de sobre tamaño. Todo lo anterior en un plazo de 15 días.

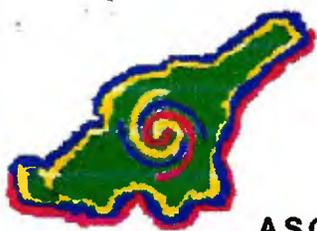


Foto 3. Arroyo los cocos 28 de Septiembre de 2011

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmail.com

REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE NIT 802.002.960-4

Durante este lapso el ingeniero Alexander Camargo residente de la interventoría hace seguimiento y al día 15 de Octubre recibe, como se muestra en las fotografías:



Foto 4. Pintura de vigas principales

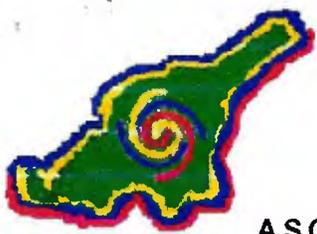


Foto 5. Limpieza del arroyo tributario, aguas arriba

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmail.com

REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
NIT 802.002.960-4



Foto 6. Limpieza del arroyo los cocos, aguas abajo



Foto 7. Limpieza del puente

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmailcom

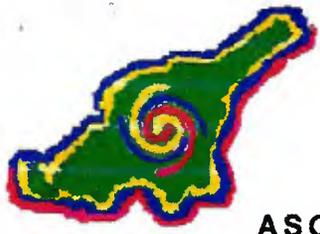
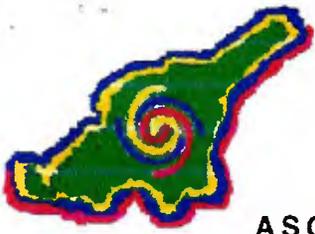


Foto 8. Limpieza de la vía

Solo hasta el día 29 de Octubre de 2011, con un intenso aguacero los gaviones del arroyo los cocos se ven afectados y como consecuencia de eso tras siguientes lluvias la socavación de los espigones y del lecho del arroyo. Después de analizar lo sucedido, como contratistas podemos afirmar las posibles causas así:

1. La falta de relleno en la parte posterior del espigón 1, permitió que el agua que baja de la ladera lavara los finos aun existiendo el geotextil y desestabilizara la base del Espigón. (Relleno que no estuvo contratado, y que la alcaldía se responsabilizo terminar inmediatamente después de haber sido entregada la obra).
2. Siguiendo el diseño se coloca 2 capas de piedra de 40 cm sobre el arroyo siendo esta arrastrada con ese tamaño por la corriente. Cosa contraria si se hubiese mantenido las piedras de sobre tamaño del arroyo que la interventoria pidió remover.
3. Al quedar al mismo nivel la descarga del arroyo los cocos sobre el arroyo el polon, ocasiona que el agua del arroyo polon que es de mayor caudal inunde el arroyo los cocos remolinándose las aguas precisamente a la altura donde los espigones sufrieron el daño.
4. El agua que desciende de la via al llegar a la rejilla, esta al ser insuficiente se desborda y el exceso busca salida hacia el arroyo los cocos por la parte de atrás del espigon 3, produciendo el deslizamiento del material de relleno.



REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
NIT 802.002.960-4



Foto 9. Rejilla sobre la via tapada con basura



Foto 10. Agua de la via que inundo lote para descargar sobre el arroyo

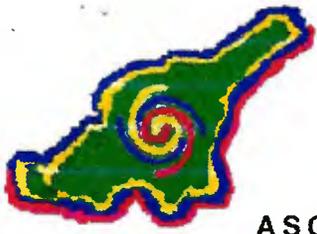
Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5

PBX. 6602378

Cartagena - Colombia

MAIL: aremcagov@hotmail.com



REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
NIT 802.002.960-4



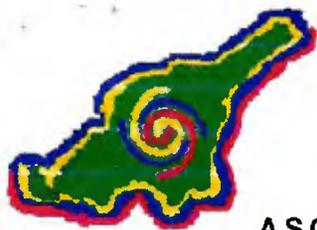
Foto 11. Gaviones del espigón 1



Foto 12. Muestra de la colocación de Geotextil

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmail.com



REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
NIT 802.002.960-4



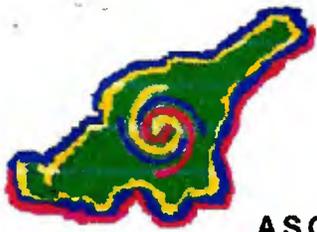
Foto 13. Salida del arroyo los cocos



Foto 14. Boquete sobre Espigón 3

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmail.com



REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE
NIT 802.002.960-4

En pro de la solución del siniestro conocido, Los especialistas **HIDROCONSULTORES** visitan el sitio el día 9 de Noviembre, y plantean la siguiente solución:

CORTE LONGITUDINAL ESQUEMÁTICO

RECONSTRUCCION DE
GAVIONES FALLADOS

RELLENO DE PIEDRAS
ENTRE 40 Y 50 CM
DOS CAPAS

GAVIONES DE 2X1X0.5 M

RELLENO DE PIEDRAS
ENTRE 40 Y 50 CM
DOS CAPAS

GAVIONES DE 2X1X0.5 M

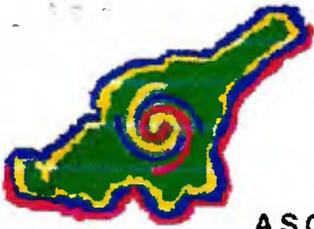
RELLENO DE PIEDRAS
ENTRE 40 Y 50 CM
DOS CAPAS

La construcción de 3 cinturones en gaviones transversales al arroyo con 1m de altura y dos capas de piedra de 40 y 50 cm que arriostren a los mismos y eviten la erosión del lecho arroyo y la reconstrucción de los gaviones caídos. Por otro lado recomiendan la construcción de un canal trapezoidal para recoger las aguas de la vía y enviarlas controladamente al arroyo polon mediante tubería PVC. (Dicho canal será autorizado por la alcaldía municipal de Turbana.)

Para lo cual planteamos el siguiente cronograma:

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmail.com



REPUBLICA DE COLOMBIA



ASOCIACIÓN REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE NIT 802.002.960-4

ITEM	ACTIVIDADES	NOVIEMBRE 2011											
		SEMANA 1						SEMANA 2					
		10	11	12	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Excavación a maquina del material removido y retiro de los gaviones caidos	■	■	■									
2	Excavacion para construccion de cinturones y base para gaviones				■	■							
3	Base para gaviones						■	■					
4	3 Cinturones en gaviones, según recomendación especialista						■	■	■				
5	Construccion de gaviones							■	■	■	■	■	
6	Relleno parte posterior de los gaviones							■	■	■	■	■	
7	Canal en concreto paralelo a cuneta para recoger agua de la via				■	■	■	■	■	■	■	■	■

JAMES R. NAVARRO HERAZO
Director de Obra

Municipios Unidos por El Caribe Colombiano

Asociación Regional de Municipios del Caribe
Centro Edificio del Banco del Estado, Piso 10 oficina 5
PBX. 6602378
Cartagena - Colombia
MAIL: aremcagov@hotmail.com

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
 SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL
 VALORES DE ALTA MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)

FECHA DE REGISTRO : 2013/02/06

ESTACION : 290ECC04C ARJONA

CANTIDAD 1015 N TIPO EST REGIONAL 02 IDEAM REGIONAL 02 ATLANTICO DEPTO SOLIVAR ARJONA 1958--SEP
 LOCALIDAD 7521 V ENTIDAD REGIONAL 02 ATLANTICO MUNICIPIO ARJONA FECHA INICIACION 1958--SEP
 ELEVACION 0060 m.s.n.m. REGIONAL 02 ATLANTICO CORRIENTE AY EL CAJMAN FECHA-SUSPENSION

ANO	EST	ENT	ENTRO	FENIXE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
2002	1	01	3.0	60.0	25.9	177.7	127.1	80.5	119.5	71.5	228.8	97.1	51.5	18.4	1061.0
2003	1	01	.0	.0	10.8	183.5	22.9	442.5	188.2	113.4	141.1	286.8	64.7	167.8	1621.7
2004	1	01	.0	.0	.7	266.9	206.0	83.8	158.0	175.5	124.9				1015.8 3
2005	1	01	6.1	15.5	63.4	87.8	218.1	145.0	139.3	89.9	243.6	378.9	237.2	9.0	1633.8
2006	1	01	23.6	.0	17.7	102.6	148.7	94.6	128.1	113.9	157.6	267.2	201.1	43.3	1079.9 3
2007	1	01	.0	7.0	51.9	181.2	143.3	94.6	120.1	244.9	173.0	173.0	263.0	6.0	1512.2
2008	1	01	13.0	31.3	47.7	46.0	155.0	76.0	72.0	212.0	271.0	80.0	176.0	49.0	1366.0
2009	1	01	.0	.0	51.0	92.2	162.7	130.4	20.4	13.5	84.2	80.0	176.0	49.0	859.4
2010	1	01	.0	.0	49.0	49.0	69.0	148.0	105.0	148.0	164.0	319.0	457.0	179.0	1687.0
2011	1	01	.0	.0	53.0	261.0	129.0	374.0	365.0	200.0	212.0	402.0	301.0	161.0	2458.0
2012	1	01	80.0	8.0	95.0	284.0	255.0								722.0 3

MEDIOS	MAXIMOS	MINIMOS
11.4	80.0	0.0
11.1	60.0	0.0
42.4	95.0	0.7
157.4	284.0	46.0
172.4	442.5	76.0
138.2	365.0	20.4
139.7	244.9	13.5
174.1	271.0	84.2
237.5	402.0	80.0
225.7	457.0	51.5
74.5	179.0	6.0
1533.2	457.0	0.0

CONVENCIONES

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

- 1 : Preliminares Ideam
- 2 : Definitivos Ideam
- 3 : Preliminares Otra Entidad
- 4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

- 1 : Ausencia del observ
- 2 : Desperfecto instru.
- 3 : Ausencia instrument
- 4 : Dato rechazado
- 6 : Nivel superior
- 7 : Nivel inferior
- 8 : Curva de gastos
- 9 : Seccion inestable
- A : Instr. sedimentado
- M : Maximo no extrapol.
- * : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

- 1 : Registrados
- 3 : Incompletos
- 4 : Dudosos
- 6 : Est. Regresion
- 7 : Est. Interpolacion
- 8 : Est. Otros metodos
- 9 : Generados (Series)

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA PROTECCIÓN PUENTE ARROYO EL POLÓN EN LA
POBLACIÓN DE TURBANA

CONTRATANTE

AREMCA

Consultor
HIDROCONSULTORES Ltda.



CARTAGENA, SEPTIEMBRE DE 2010.

Grupo de trabajo:

ALFONSO ARRIETA PASTRANA

I. C. Ph.D. Ciencias del Mar.

M.Sc. Recursos Hidráulicos

ERICK HERNANDEZ PASTRANA

I.C.

CRISTIAN STEVENSON HERNANDEZ

I. C.

Luis Padilla Hernández

Delineante

Cartagena, Septiembre de 2010

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Localización de la Zona en Estudio	5
2	Análisis Hidrológico Cuenca Arroyo Polón hasta el puente Turbano-Ballestas	6
2.1	Descripción de la Cuenca	6
2.2	Morfometría de la cuenca hasta la zona de estudio	6
2.3	Estimación del coeficiente de escorrentía.....	7
2.4	Tiempo de Concentración	8
2.5	Estimación de la intensidad de la lluvia	9
2.6	Estimación de caudales máximos	9
2.7	Selección del Período de Retorno.....	12
3	Análisis de la Erosión sobre el Arroyo El Polón.....	13
3.1	Socavación General sobre el cauce.....	13
3.2	Socavación Local al pie de los estribos.....	14
3.3	Cálculo de la Protección sobre el fondo del puente.....	15
4	Diseño de estructuras de protección marginal.....	17
4.1	Protección marginal con gaviones	17
4.2	Estabilización de taludes con Espigones.....	17
5	Diseño de Drenajes Locales con descarga sobre el Arroyo El Polón	20
6	Conclusiones	22
7	Recomendaciones	22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Morfometría del área de drenaje.	7
Tabla 2. Valores de el coeficiente de escorrentía según Plan Maestro de Drenajes de Cartagena.	7
Tabla 3. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.	7
Tabla 4. Cálculo de caudales máximos de la cuenca.	11
Tabla 5. Período de retorno para diseño.	12
Tabla 6. Período de retorno o grado de protección.	12
Tabla 7. Socavación calculada para cada uno de los estratos presentes en el estudio de suelos, para el caudal de diseño con lámina de agua de 0.5m a 3.0m.	14
Tabla 8. Socavación local en los estribos.	15
Tabla 9. Cálculos de las dimensiones y diámetros de las estructuras de protección.	16
Tabla 10. Dimensiones de los Espigones.	19
Tabla 11. Análisis Hidráulico del canal Pluvial.	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zana en estudio. Fotografía tomada de www.googleearth.com	5
Figura 2. Localización cuenca Arroyo el Polón hasta el puente Turbana-Ballestas. Fotografía tomada de www.googleearth.com	6
Figura 3. Esquema gavión recomendado.	17

1 INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados del estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, diseño de las estructuras de estabilización del cauce y diseño de las estructuras de entrega de drenajes locales al puente al arroyo el Polón, localizado en carretera Turbana – Ballestas.

1.1 Localización de la Zona en Estudio

En la Figura 1, se muestra la zona objeto de este estudio que corresponde al lugar donde ira ubicado el puente sobre el arroyo el Polón.



Figura 1. Localización de la zona en estudio. Fotografía tomada de www.googleearth.com

2 Análisis Hidrológico Cuenca Arroyo Polón hasta el puente Turbana-Ballestas

A continuación se presenta el análisis hidrológico de la cuenca del Arroyo El Polón hasta el puente que comunicara las poblaciones de Ballestas y Turbana. En la Figura 2 se muestra el área de la cuenca.

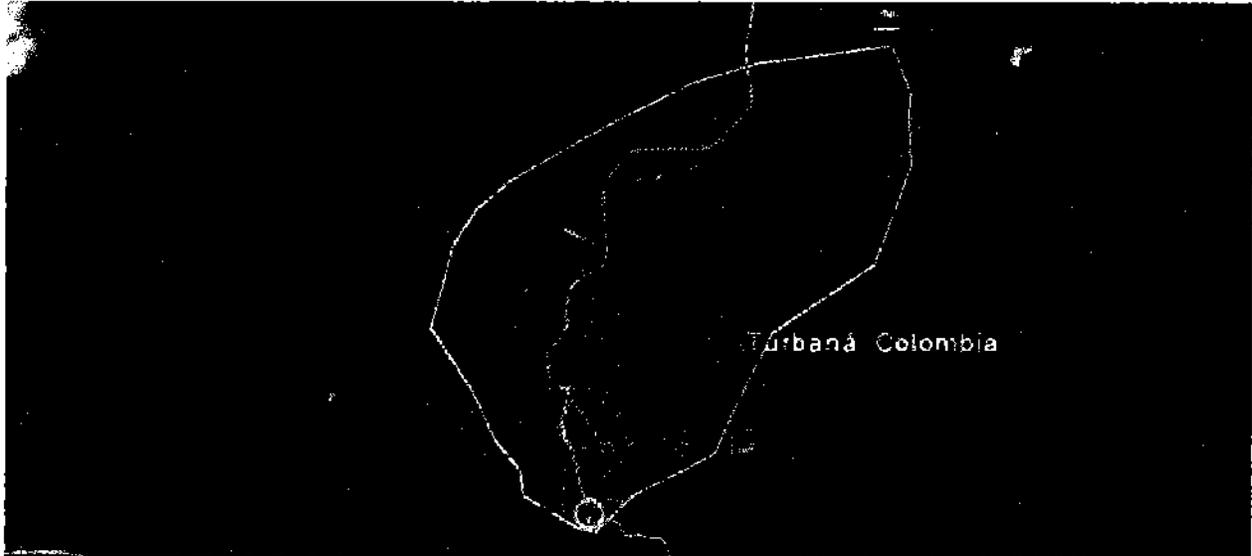


Figura 2. Localización cuenca Arroyo el Polón hasta el puente Turbana-Ballestas. Fotografía tomada de www.googleearth.com

2.1 Descripción de la Cuenca

Para la estimación de los caudales de escorrentía se utilizó el Método Racional Teniendo las características morfométricas de la cuenca.

2.2 Morfometría de la cuenca hasta la zona de estudio

Entre sus características morfométricas se puede mencionar:

- Área: la cuenca tiene un área aproximada de 342.0 has.
- Longitud del cauce principal: El arroyo el Polón tiene una longitud aproximada de 1.42 Km.
- Alturas: la altura máxima de la cuenca es de 104 m.s.n.m. y una altura mínima de 69 m.s.n.m.
- Pendiente: la pendiente promedio de la cuenca es de 2.46%.
- Ancho y longitud: la cuenca tiene un ancho promedio de 1.50 Km y longitud axial es de 2.87 Km.

- Factor de forma: el factor de forma es de 1.06

El resumen de la morfometría se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Morfometría del área de drenaje.

Cuenca	Área	Longitud	Altura Max	Alt.Min	Pendiente	Perímetro	Ángulo Max	Long. Axial	Ángulo Prom	Factor Forma
	ha	km	m	m	%	Km	Km	Km	Km	Kf
Arroyo Polón	342.00	1.42	104.00	69.00	0.0248	7.41	1.57	2.87	1.50	1.06

2.3 Estimación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía depende de la impermeabilidad de la zona, la pendiente del terreno, el tipo de superficie, del uso del suelo (residencial, comercial, industrial, etc.), a continuación se muestran las recomendaciones que hace el Plan Maestro de Drenajes Pluviales de la Ciudad de Cartagena (Tabla 2) y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 (Tabla 3), para la determinación del coeficiente de escorrentía.

Tabla 2. Valores de el coeficiente de escorrentía según Plan Maestro de Drenajes de Cartagena.

ZONIFICACION	VALORES DE "C"
Densidad residencial alta	0.58
Densidad residencial media	0.54
Densidad residencial baja	0.44
Comercial	0.63
Industrial	0.59

Tabla 3. Coeficiente de escorrentía o Impermeabilidad.

Tipo de superficie	Valores de "C"
Cubiertas	0.75-0.95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.70-0.95
Vías adoquinadas	0.70-0.85
Zonas comerciales o industriales	0.60-0.95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre otros	0.60-0.75
Residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.40-0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separadas	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques – cementerios	0.30
Laderas con vegetación	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Parques recreacionales	0.20-0.35

Fuente: reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000

El área de drenaje de la zona en estudio presenta dos usos de suelo en su extensión, el cual es suelo residencial y rural. Por lo tanto se escogió un coeficiente de 0.35 para la estimación del tiempo de concentración de la escorrentía.

2.4 Tiempo de Concentración

Se define como tiempo de concentración el tiempo necesario para que una partícula o gota de agua viaje desde el punto más alejado de la salida de la cuenca.

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó el Método de la Velocidad propuesto en el "Plan Maestro de Drenajes Pluviales de Cartagena" del año 1981, en donde la velocidad es proporcional a la raíz cuadrada de la pendiente media de la cuenca, obteniendo:

$$T_c = L/V_c$$

Donde:

L : Longitud del cauce mayor de la cuenca en metros.

V_c : Velocidad de concentración m/s.

$$V_c = 4.47\sqrt{S}$$

Donde:

S : Pendiente de la cuenca (m/m).

La velocidad de concentración se calcula por medio de la ecuación de Manning:

$$V_c = \frac{S^{1/2} R_H^{2/3}}{n}$$

Donde:

n : coeficiente de rugosidad de Manning.

R_H : radio hidráulico de la sección.

Conocida la pendiente en el canal, se calcula el T_c total de la cuenca, como la suma de los T_c de todos los tramos.

2.5 Estimación de la intensidad de la lluvia

Para la determinación de la intensidad se utilizó el método Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia, aplicando la expresión calibrada por el Instituto de Hidráulica de la Universidad de Cartagena para la estación del Aeropuerto Rafael Núñez.

La intensidad de la lluvia se calculó con la siguiente expresión:

$$I(\text{mm/h}) = \frac{616.97 * T^{0.18}}{(t_c * 60 + 10)^{0.561}} \quad (\text{Universidad de Cartagena, Velásquez Almanza y Martínez.1995})$$

Donde:

T : Es el periodo de retorno en años.

t_c : Es el tiempo de concentración en horas.

2.6 Estimación de caudales máximos

Para La estimación de los caudales máximos de la cuenca, se aplicó el Método Racional:

$$Q = \frac{CIAR}{360}$$

Donde:

Q : Caudal instantáneo máximo (m^3/s).

C : Coeficiente de escorrentía.

I : Intensidad de la lluvia (mm/h).

A : Área de la cuenca (ha).

R : Coeficiente de reducción por el tamaño del área.

R se calcula con la siguiente expresión (Monsalve, 1999):

$$R = \frac{i_m}{i_0} = 1 - 0.0054 \sqrt[4]{A}$$

Donde:

i_0 : Intensidad de lluvia en el centro de la tormenta.

i_m : Intensidad de lluvia total media.

Los caudales calculados para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200 y 500 años se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de caudales máximos de la cuenca.

Cuenca	Área	Tc	T 2 años	T 5 años	T 10 años	T 20 años	T 25 años	T 50 años	T 100 años	T 200 años	T 500 años	Coeff. C	R	Q2	Q5	Q10	Q20	Q25	Q50	D100	Q200	Q500
	ha	Min	T 2 años	T 5 años	T 10 años	T 20 años	T 25 años	T 50 años	T 100 años	T 200 años	T 500 años			m ³ /s								
Arroyo Polón	342.00	35.00	82.6	97.4	110.4	125.0	130.1	147.4	167.0	189.2	223.2	0.35	1.00	27.47	32.39	36.99	41.57	43.27	49.03	55.54	62.92	74.20

Qn: Caudal máximo para el periodo de retorno n.

Tc: Tiempo de concentración para cada uno de los periodos de retorno.

2.7 Selección del Periodo de Retorno

El período de retorno o frecuencia de diseño, debe determinarse teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de obra de drenaje y los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. A continuación se muestran los valores recomendados por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, y el autor Jacob Carciente.

Tabla 5. Período de retorno para diseño.

Tipo de obra de drenaje	Frecuencia de diseño			
	Autopistas		Carreteras	
	Urbanas	Rurales	Tipo A y B	Tipo C y D
Pontones	50	50	50	25
Alcantarillas de sección transversal mayor de 4 m ²	50	25	25	10
Alcantarillas de sección transversal menor de 4 m ²	25	25	15	10

Fuente: Carciente, Jacob, Carreteras Estudios y Proyectos, 1980.

Tabla 6. Período de retorno o grado de protección.

Características del área de drenaje	Mínimo	Aceptable	Recomendado
	años	años	años
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillados con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o en media ladera, que drenan áreas mayores de 1000 ha	25	25	50

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la Tabla 4 y la importancia del proyecto, se decide seleccionar para el diseño un periodo de retorno de diseño de 50 años.

3 Análisis de la Erosión sobre el Arroyo El Polón

3.1 Socavación General sobre el cauce

Para la estimación de la socavación general se sigue el método propuesto por Maza, el cual es desarrollado siguiendo los planteamientos de Lischtvan-Lebediev (Maza y García 1989), cuyas expresiones de cálculo, para suelos granulares no cohesivos son las siguientes:

Para suelos cohesivos se utiliza la siguiente expresión:

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln T \quad \alpha = \frac{Q_d}{\mu B_e d_m^{5/3}}$$

$$d_s = \left(\frac{5780 \alpha d_0^{5/3}}{\beta \gamma_d^{1.18}} \right)^{\frac{5}{66.28 + \gamma_d^{0.725}}} \frac{\gamma_d^{3.725}}{\gamma_d^{0.725}}$$

d_s =Profundidad hasta el fondo ya socavado en m, y se mide desde la superficie libre del líquido.

d_0 =Profundidad inicial para el caudal de diseño, sin considerar la socavación

β =Coeficiente que tiene en cuenta el periodo de retorno T.

D_{84} = Diámetro correspondiente al pasa 84%.

Q_d = Caudal de diseño (m³/s):

B_e = Ancho efectivo de la superficie libre del cauce (en m).

μ =Coeficiente que toma en cuenta las contracciones del flujo.

$\mu=1$, cuando no hay obstáculos.

d_m =Profundidad media.=Area Hidráulica/Ancho efectivo (B_e)

A continuación se muestran los resultados obtenidos bajo la hipótesis de que cada estrato esté en contacto con el líquido, para el período de diseño de 100 años y una profundidad de la lámina vertida varia de 0.5m a 3.0m. Los resultados obtenidos son de una socavación máxima de 1.18m y mínima de 1.38m.

Los resultados del análisis de la socavación general sobre el cauce se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Socavación calculada para cada uno de los estratos presentes en el estudio de suelos, para el caudal de diseño con lámina de agua de 0.5m a 3.0m

Sondeo	Profundidad m	γ_d t/m3	γ_s t/m3	γ t/m3	d0 m	dm m	Qd m3/s	Be m	u	α	β	ds Suelos Cohesivos m
S-1	2-3	2.01	1.8	2.1	0.5	1.25	70	24	1	2.011	0.9955	1.18
		2.01	1.8	2.1	1	1.25	70	24	1	2.011	0.9955	1.22
		2.01	1.8	2.1	2	1.25	70	24	1	2.011	0.9955	1.25
		2.01	1.8	2.1	3	1.25	70	24	1	2.011	0.9955	1.27
S-1	2.5-3	2.0	1.8	2.2	0.5	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.19
		2.0	1.8	2.2	1	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.22
		2.0	1.8	2.2	2	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.25
		2.0	1.8	2.2	3	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.27
S-1	3.4-4	2.5	2.0	3.0	0.5	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.20
		2.5	2.0	3.0	1	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.23
		2.5	2.0	3.0	2	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.27
		2.5	2.0	3.0	3	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.29
S-1	4.6	3.8	3.0	4.0	0.5	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.26
		3.8	3.0	4.0	1	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.30
		3.8	3.0	4.0	2	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.35
		3.8	3.0	4.0	3	1.25	70	24	0.9	2.234	0.9955	1.38

3.2 Socavación Local al pie de los estribos.

La socavación local en lo estribos se estima con la formulación de Artomonof y Veiga de Cugna propuesta por Maza dada por:

$$d_e = k_\alpha k_k k_q d_\alpha$$

$$k_\alpha = 0.782e^{0.0028\alpha}$$

$$K_k = 1.028e^{-0.24k}$$

$$k = \cot \theta$$

$$k_q = 4.429 + 1.063 \ln \frac{Q1}{Q}$$

d_e = Profundidad de la corriente en el extremo de la estructura.

d_a = Profundidad del flujo aguas arriba del estribo en una zona no afectada por la erosión del estribo.

α = Angulo medido aguas abajo del eje del puente y formado entre la prolongación de ese eje, y la dirección del flujo en grados.

k = Talud.

K_α = Coeficiente que depende del ángulo alfa.

K_k = Coeficiente que depende del talud.

K_q = Coeficiente que depende de la relación Q_1 entre Q , donde Q_1 , es el gasto teórico que podría pasar a través del área ocupada por el estribo, si éste no existiera, y Q es el gasto total en el río.

En el Tabla 8 se resumen los resultados obtenidos con la expresión anterior, para un talud del estribo de 1.0 y un Angulo de inclinación entre la corriente y el puente de 123 grados. Los resultados muestran una erosión de 4.94 m para la condición de diseño.

Tabla 8. Socavación local en los estribos.

α	κ	K_α	K_k	Q_1/Q	K_q	d_a	d_e
123	1	1.10	0.81	0.33	3.25	2.00	5.80
123	1	1.10	0.81	0.30	3.15	2.00	5.62
123	1	1.10	0.81	0.25	2.96	2.00	5.27
123	1	1.10	0.81	0.20	2.72	2.00	4.85
123	1	1.10	0.81	0.18	2.61	2.00	4.65
123	1	1.10	0.81	0.15	2.41	2.00	4.31

3.3 Cálculo de la Protección sobre el fondo del puente

Para la protección del lecho del arroyo contra la socavación se recomienda un tamaño de piedra dado por (Novak, 2001):

$$d_s = 0.25DF_r$$

Donde:

D: Altura de la lámina de agua.

Fr: Número de Froude.

Se recomienda un material cuya gradación tenga $d_{50} = d_s$.

Con las condiciones del flujo se calcula el cortante en el fondo a la salida del box culvert (Julien, 1995)

$$\tau_0 = SR_h \gamma$$

Donde:

S: Pendiente.

Rh: Radio hidráulico

γ : Peso específico del agua.

El cortante de fondo a la salida de la estructura τ_0 , se compara con el cortante crítico τ_c necesario para producir movimiento de una partícula con tamaño d_s (Yulien, 1995):

$$\tau_c = \tau_{*c} (\gamma_s - \gamma) d_s$$

Donde:

τ_{*c} : Parámetro adimensional de Shields correspondiente a d_s .

γ_s : Peso específico de los sólidos

Estructuras de protección propuesta

A continuación se presentan los resultados de los cálculos para el material de protección sobre el fondo del puente.

En la Tabla 9, se muestra la Profundidad de relleno Y_s , Ancho de relleno B_s y Longitud de relleno L_s . Los resultados de los cálculos y valores numéricos se presentan en la Tabla 9, para la estructura propuesta.

Tabla 9. Cálculos de las dimensiones y diámetros de las estructuras de protección.

Profundidad	B	Y	H	Material	Y	Pin	Ah	Rh	V	Q	ANÁLISIS DE SOCACAVACIÓN											
											Diámetro (IPS actual)	Diámetro calculado para día	Velocidad recomendada	Cortante en el fondo	Veloc. de corte	valor adimensional	parámetro de Shields	cortante crítico para día	profundidad de relleno	ancho de relleno	Longitud de relleno	
pe (ft)	m	m	m		m	m	m	m	m/s	m ³ /s	mm	mm	ft/s	ft ² /m ²	ft ³ /s	mm	mm	ft	ft	ft		
0.0276	5.00	9.5	10.09	5.00	0.03	1.00	8.47	17.08	1.27	6.13	73.53	50.00	0.882	0.65-0.75	308.326	0.5536	16281	0.6540	605.119	1.50	10.00	30.00

4 Diseño de estructuras de protección marginal

4.1 Protección marginal con gaviones

Como medida de protección marginal sobre los taludes del arroyo El Polón, se recomienda la colocar estructuras tipo gavión; los cuales mantendrán la estabilidad del cauce.

Los gaviones serán construidos de 2.0x1.0x0.5m. El esquema de cada gavión se puede observar en la Figura 3. Ver planos anexos.

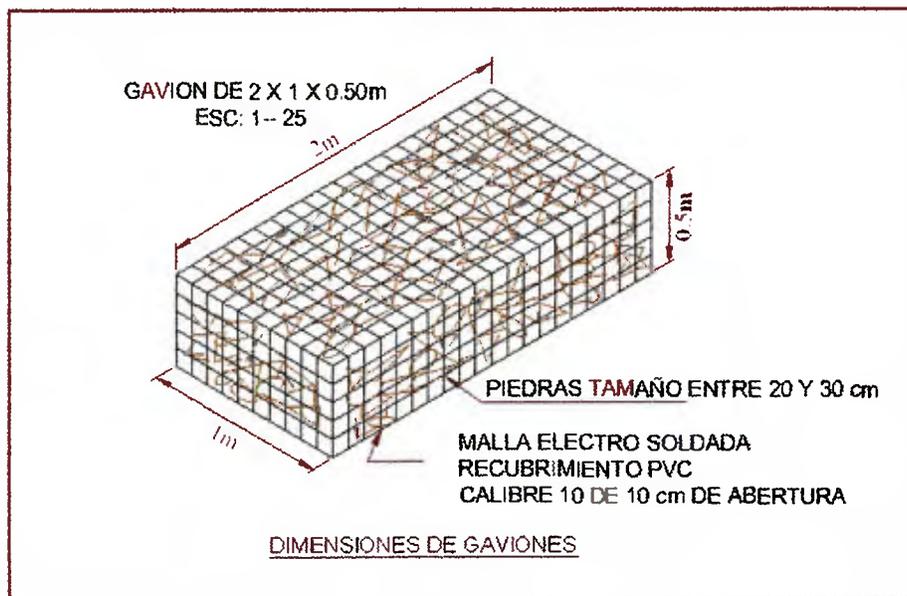


Figura 3. Esquema gavión recomendado.

4.2 Estabilización de taludes con Espigones

Dado que los espigones son estructuras que están unidas a la margen e interpuestas a la corriente, los datos necesarios para el diseño de los espigones fueron:

- La topografía y batimetría en la zona por proteger.
- Secciones transversales a lo largo de las orillas que serán protegidas
- Características hidráulicas de la corriente. Normalmente se deben conocer; el caudal predominante y el caudal asociado a un periodo de retorno entre 50 y 100 años, la tirante asociada al caudal de

diseño, así como las velocidades medidas de los escurrimientos y la velocidad del flujo a lo largo de las orillas a proteger.

- Granulometría y peso específico de los materiales del fondo y orillas del cauce
- Materiales de construcción disponibles, que incluye la localización de bancos de roca y el peso específico del material de cada uno de ellos. Banco de gravas o boleó que puedan servir para rellenas gaviones.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta cuando se diseña una protección con espigones son los siguientes:

- a. Localización en planta
- b. Longitud de los espigones
- c. Forma de los espigones en planta
- d. Separación entre los espigones
- e. Pendiente longitudinal y elevación de la cresta de los espigones
- f. Angulo de orientación de cada espigón, con respecto al flujo
- g. Permeabilidad de los espigones
- h. Materiales de construcción
- i. Socavación al pie del espigón y sobre todo en el extremo dentro de la corriente

De acuerdo a las anteriores recomendaciones, se tuvo en cuenta para el diseño los siguientes aspectos:

4.2.1 Localización en Planta

La ubicación en planta de los espigones se selecciono tomando en cuenta los puntos más susceptibles a causar desestabilización en los cimientos del puente. Para esto se localizaron en las zonas aledañas al puente 4 espigones de una misma sección. En los planos anexos, se muestra la ubicación específica de los espigones.

4.2.2 Longitud de los Espigones

La longitud total, L , de un espigón queda definida por la longitud de trabajo, L_t que es aquella que está dentro del río y la longitud de empotramiento L_e que esta embebida dentro de la margen, siendo:

$$L = L_t + L_e$$

La longitud de trabajo de los espigones está dada por su distancia entre la margen y la línea extrema de defensa, y está comprendida entre los siguientes límites;

$$d \leq Lt \leq B/4$$

Donde:

L_t , es la longitud de trabajo

B, ancho de la superficie libre del cauce estable

D, es la tirante del río, asociada al caudal de diseño, en el sitio donde se construirá el espigón.

Los espigones pueden empotrarse en la margen o bien terminar en contacto con ella; cuando esto último ocurre $L_e = 0$. La máxima longitud de anclaje recomendada es igual a un cuarto de la longitud de trabajo, $0,25 L_t$. De esta manera la longitud máxima de un espigón llega a ser:

$$L = 1.25 L_t$$

4.2.3 Orientación de los Espigones

Los espigones pueden estar orientados hacia aguas abajo, hacia aguas arriba o ser perpendiculares a la dirección del flujo. Su orientación está dada por el ángulo α que forma el eje longitudinal del espigón con respecto a la tangente trazada a la línea extrema de defensa en el punto de unión con el espigón y medido hacia aguas abajo. El ángulo de orientación conviene que esté comprendido entre

$$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$$

En curvas con márgenes uniformes se recomienda

$$\alpha = 70^\circ$$

Las dimensiones de los espigones se presentan los planos anexos y en la Tabla 10.

Tabla 10. Dimensiones de los Espigones.

Dimensiones Espigones					
Estructura	Longitud de Trabajo m	Longitud de Empotramiento		Longitud Total m	Orientación α
		En La Base	En El Hombro		
Espigon -1	3.00	1.00	0.50	4.00	70°
Espigon -2	3.00	1.00	0.50	4.00	70°
Espigon -3	3.00	1.00	0.50	4.00	70°
Espigon -4	3.00	1.00	0.50	4.00	70°

5 Diseño de Drenajes Locales con descarga sobre el Arroyo El Polón

Para evitar erosión sobre los taludes del arroyo el Polón causados por los drenajes locales, se recomienda la construcción de un canal colector el cual descargará las aguas producto de la escorrentía superficial sobre el canal Polón.

Para realizar los cálculos se utilizó la ecuación de Manning para la condición de flujo uniforme.

$$V = \frac{R^{2/3} \sqrt{S}}{n}$$

Donde:

V : Velocidad del flujo en m/s

R : Radio hidráulico

S : Gradiente hidráulico m/m

n : Coeficiente de rugosidad de Manning (tomada de la Tabla 5-6 del libro de Chow, 1994).

De acuerdo al análisis hidráulico mostrado en la Tabla 11, se diseña un canal trapezoidal en concreto de 0,5 m de base, altura de 0,50 m y un talud de 1:1.

Tabla 11. Análisis Hidráulico del canal Pluvial

Tipo de Estructura	Número	Gradiente	B	T	H	Manning	Y	Pro	Ah	Rh	V	Q	Caudal Colector	
	Celdas	m/m	m	m	m	n	m	m	m	m	m/s	m ³ /s	Años	m ³ /s
Canal Trapezoidal en concreto	1	0,0500	0,50	1,50	0,50	0,017	0,19	1,04	0,13	0,13	3,31	0,43	10,00	0,43

6 Presupuesto de Obra

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN DE PUENTE ARROYO EL POLÓN DE TURBANA						
						FECHA: SEPTIEMBRE DE 2010
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL	
PRELIMINARES						
1.1	Localización y Replanteo	M2	1108	\$ 2.400,00	\$ 2.652,000	
1.2	Demolición y Retiro de Escombros	M3	0	\$ 110.636,00	\$ 0	
1.3	Limpieza y Descapote	ML	0	\$ 13.502,00	\$ 0	
Subtotal:					\$ 2.652,000	
CONSTRUCCIÓN DE ESPIGÓN 1						
2.1	Excavación a máquina	M3	22.375	\$ 12.000,00	\$ 268.500	
2.2	Retiro de material sobrante	M3	29.0875	\$ 21.033,00	\$ 611.797	
2.5	Suministro y Colocación de gaviones de 2 m x 1 m x 0.5 m	UND	175	\$ 86.201,00	\$ 16.836,175	
2.9	Entibado en madera	M2	26	\$ 23.862,00	\$ 620,412	
Subtotal:					\$ 10.336,664	
CONSTRUCCIÓN DE ESPIGÓN 2						
3.1	Excavación a máquina	M3	13,68	\$ 12.000,00	\$ 164,160	
3.1	Retiro de material sobrante	M3	17,78	\$ 21.033,00	\$ 374,051	
3.1	Suministro y Colocación de gaviones de 2 m x 1 m x 0.5 m	UND	164,00	\$ 96.201,00	\$ 14.814,864	
3.1	Entibado en madera	M2	25,20	\$ 23,862,00	\$ 601,322	
Subtotal:					\$ 16,354,467	
CONSTRUCCIÓN DE ESPIGÓN 3						
4.1	Excavación a máquina	M3	16,30	\$ 12.000,00	\$ 195,600	
4.2	Retiro de material sobrante	M3	18,89	\$ 21.033,00	\$ 418,348	
4.3	Suministro y Colocación de gaviones de 2 m x 1 m x 0.5 m	UND	158,00	\$ 96,201,00	\$ 18,199,758	
4.4	Entibado en madera	M2	18,80	\$ 23,862,00	\$ 472,468	
Subtotal:					\$ 16,274,172	
CONSTRUCCIÓN DE ESPIGÓN 4						
5.2.1	Excavación a máquina	M3	18,30	\$ 12.000,00	\$ 219,600	
5.2.2	Retiro de material sobrante	M3	18,08	\$ 21.033,00	\$ 418,348	
5.2.3	Suministro y Colocación de gaviones de 2 m x 1 m x 0.5 m	UND	145,00	\$ 96,201,00	\$ 13,949,145	
5.2.4	Entibado en madera	M2	18,80	\$ 23,862,00	\$ 472,468	
Subtotal:					\$ 16,633,569	
COLOCACIÓN DE EMPEDRADO						
6.1	Excavación a máquina	M3	183,76	\$ 12.000,00	\$ 2.205,120	
6.2	Retiro de material sobrante	M3	238,91	\$ 21.033,00	\$ 5.025,079	
6.3	Suministro y Colocación de Protección en piedra de 0 = 0.65 m - 0.75 m	M3	183,76	\$ 60.000,00	\$ 11.025,800	
6.4	Entibado en madera	M2	183,76	\$ 23,862,00	\$ 4.385,358	
Subtotal:					\$ 22,642,307	
CONSTRUCCIÓN DE PLACA DE FONDO						
7.1	Excavación manual	M3	338,20	\$ 28,681,50	\$ 9.682,278	
7.2	Retiro de material sobrante	M3	118,71	\$ 21.033,00	\$ 2.494,759	
7.3	Ranuro en material de este	M3	248,51	\$ 14.012,00	\$ 3.482,080	
7.5	Solado en Concreto de 3000 p.s.i. (e=0,05 m)	M2	677,00	\$ 20.000,00	\$ 13.540,000	
7.6	Canchero de 4000 p.s.i. (incluye formateo a impermeabilizante)	M3	89,78	\$ 750,000,00	\$ 67,332,600	
7.7	Acera de 60000 p.s.i.	KG	6388,61	\$ 4.400,00	\$ 28.111,078	
7.8	Concreto ciclópeo	M3	23,10	\$ 222.554,80	\$ 5.141,811	
7.9	Entibado en madera	M2	187,07	\$ 23,862,00	\$ 4.483,912	
Subtotal:					\$ 126,817,095	
CONSTRUCCIÓN DE CANAL SECUNDARIO Y CADA						
8.1	Excavación a máquina	M3	202,50	\$ 12.000,00	\$ 2.430,000	
8.2	Retiro de material sobrante	M3	283,26	\$ 21.033,00	\$ 5.959,937	
8.3	Solado en Concreto de 3000 p.s.i. (e=0,05 m)	M2	14,00	\$ 20.000,00	\$ 280,000	
8.4	Canchero de 4000 p.s.i. (incluye formateo a impermeabilizante)	M3	1,40	\$ 750,000,00	\$ 1.050,000	
8.5	Acera de 60000 p.s.i.	KG	112,00	\$ 4.400,00	\$ 492,800	
8.6	Protección en piedra	M3	6,00	\$ 58.377,00	\$ 350,262	
Subtotal:					\$ 16,127,099	
VALOR DE LA OFERTA SIN IVA						\$ 228,878,592,94
ADMINISTRACIÓN						10% \$ 22,887,839,29
UTILIDAD						10% \$ 22,887,839,29
IMPREVISTOS						5% \$ 11,341,410,65
VALOR DE LA OFERTA SIN IVA						\$ 283,836,491,18
IVA SOBRE UTILIDAD						3 \$ 3,629,258,29
TOTAL COSTO DE LA OBRA CON IVA INCLUIDO						\$ 287,465,749,47

7 Conclusiones

De acuerdo a los análisis anteriores, se llevan a las siguientes conclusiones.

- Para disminuir las velocidades erosivas se deben proteger el sitio del puente con piedra ó concreto.
- Debido al alineamiento en curva donde reposara el puente, se hace necesario proteger ambos taludes del arroyo El Polón, tanto aguas arriba como aguas abajo, con una protección marginal.
- De acuerdo con los resultados de socavación general y lo observado en las visitas de inspección al Arroyo, la socavación general es considerable y requiere obras que la contrarresten. La profundidad de socavación general calculada fue de 1.50m.
- De acuerdo a la topografía de la zona y a las fuertes velocidades que se están presentando, la socavación en los estribos es crítica y requiere obras de protección.
- El drenaje local de una parte de la Población de Turbana y el canal que se encuentra tributando hacia el Arroyo El Polón (ver planos anexos), están produciendo socavación al descargar sin ninguna protección en la pata de los estribos del puente.

8 Recomendaciones

De acuerdo con los análisis anteriores, para garantizar la estabilidad del arroyo y el puente El Polón, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- El drenaje local producido por parte del área de la población de Turbana, se debe llevar en cunetas empotradas en el talud hasta el fondo del arroyo. Las dimensiones de dicha estructura, se muestran en los planos anexos.
- En cuanto al Box-Couvert que descarga sus aguas sobre el arroyo el Polón, se recomienda desviar el canal y revestir en concreto reforzado la caída de agua de dicha estructura hasta el fondo del arroyo. Ver planos anexos.
- Se recomienda inicialmente la construcción de 4 espigones, 2 en la margen izquierda y 2 en la margen derecha, con el fin de estabilizar el cauce del arroyo y proteger la estructura del puente. (Ver planos anexos). Además, se recomienda realizar seguimiento con el próximo invierno para analizar a respuesta del arroyo y poder decidir si amerita la construcción de uno o dos espigones en la margen derecha.

- Construir los siguientes espigones con geo-sacos o geo-bolsa o material similar llenos con suelo cemento en relación 6:1 de dimensiones aproximadas de 30 cm de altura, 50 cm de ancho y 1 m de longitud.
- Se recomienda la construcción de un muro en ambos márgenes del arroyo, en gaviones rellenos de material seleccionado tipo piedra Rajón de espesor 0.2-0.3m y de dimensiones 50 cm de altura, 1 m de ancho y 2 m de longitud. Ver Figura 3. Para proteger los taludes del arroyo. Ver planos anexos.
- De acuerdo a la socavación general calculada, se recomienda colocar una placa con espesor de 0.15 m, en concreto reforzado sobre el fondo del arroyo; tanto aguas arriba como aguas abajo, e inmediatamente antes y después de esta placa, rellenar a una profundidad no menor de 1.50 m con 3 capas de piedra de diámetro 0.65-0.75 m a una distancia de 3.0 m.
De no proteger el fondo, se hace necesario proteger los estribos del puente con una protección en piedra de diámetro $e=0.65-0.75m$ a 1.50 m a su alrededor; y a la profundidad de socavación calculada, la cual es de 4.94 m sobre el fondo del arroyo, para un evento con periodo de retorno de 50 años. Además, se hace necesario que la cabeza de los pilotes se encuentre por debajo de esta profundidad.
- Por el tipo de estructura de protección, se recomienda continua limpieza, trabajos de mantenimiento restauración de los gaviones propuestos.
- Debido a la intervención del cauce en el tramo donde se construyó el puente, se recomienda obras de mantenimiento y mitigación de la erosión aguas debajo del Arroyo el Polón. Esto con el fin de contrarrestar la dinámica fluvial que se generara por las estructuras en su recorrido.
- Las recomendaciones descritas en este informe, son una solución integral a la posible amenaza de erosión a la cual se vería enfrentado el Puente Polón ante un evento de precipitación extremo, por lo tanto se hace necesario llevar a cabo todas las recomendaciones planteadas en este informe para garantizar la funcionalidad del diseño planteado.

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL
ARROYO EL POLÓN EN LA POBLACIÓN DE TURBANA**

CONTRATANTE

AREMCA

Consultor



CARTAGENA, NOVIEMBRE DE 2010.

Grupo de trabajo:

ALFONSO ARRIETA PASTRANA

I. C. Ph.D. Ciencias del Mar.
M.Sc. Recursos Hidráulicos

ERICK HERNANDEZ PASTRANA

I.C.

CRISTIAN STEVENSON HERNANDEZ

I. C.

Luis Padilla Hernández

Delineante

Cartagena, Noviembre de 2010

TABLA DE CONTENIDIO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Localización de la Zona en Estudio.....	5
2	Análisis Hidrológico Cuenca Arroyo Polón hasta el puente Turbana-Bolletas.....	6
2.1	Descripción de la Cuenca.....	7
2.2	Morfometría de la cuenca hasta la zona de estudio.....	7
2.3	Estimación del coeficiente de escorrentía.....	7
2.4	Tiempo de Concentración.....	8
2.5	Estimación de la intensidad de la lluvia.....	9
2.6	Estimación de caudales máximos.....	9
2.7	Selección del Periodo de Retorno.....	12
3	Revisión Hidráulica y Estimación de Tirantes Máximas Arroyo Polón.....	13
3.1	Selección del Coeficiente de Manning.....	13
4	Estado Actual Arroyo El Polón.....	14
5	Análisis de la Erosión Sobre el Arroyo El Polón.....	15
5.1	Socavación General sobre el cauce.....	15
5.2	Socavación Local al pie de los estribos y espigones.....	16
5.3	Cálculo de la Protección sobre el fondo del puente.....	17
6	Diseño de estructuras de protección marginal.....	19
6.1	Protección marginal con gaviones.....	19
6.2	Estabilización de taludes con Espigones.....	20
7	Diseño de Drenajes Locales con descarga sobre el Arroyo El Polón.....	24
7.1	Descripción de la Cuenca.....	24
7.2	Morfometría.....	24
7.3	Estimación de caudales máximos.....	25
7.4	Diseño Hidráulico.....	28
8	Presupuesto de Obra.....	29
9	Conclusiones.....	30

10 Recomendaciones.....30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Morfometría del área de drenaje hasta el Puente Palón. 7
Tabla 2. Valores del coeficiente de escorrentía según Plan Maestro de Drenajes de Cartageno. 7
Tabla 3. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad. 8
Tabla 4. Cálculo de caudales máximos de la cuenca. 11
Tabla 5. Período de retorno para diseño. 12
Tabla 6. Período de retorno o grado de protección. 12
Tabla 7. Estimación tirante diseño sobre Arroyo El Polón. 13
Tabla 8. Sacavación calculada en diferentes secciones del puente con los parámetros de diseño. 16
Tabla 9. Sacavación local en las estribas. 17
Tabla 10. Cálculos de las dimensiones y diámetros de las estructuras de protección. 18
Tabla 11. Dimensiones de las Espigones. 22
Tabla 12. Morfometría del área de drenaje. 25
Tabla 13. Cálculo de caudales máximas de la cuenca. 27
Tabla 14. Análisis Hidráulica del canal de drenaje Pluvial Turbana. 28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona en estudio. Fotografía tomada de www.googleearth.com 5
*Figura 2. Localización cuenca Arroya el Palón hasta el puente Turbana-Ballestas. Fotografía tomada de
www.googleearth.com 6*
Figura 3. Curvas de Nivel utilizadas para la Delimitación de la Cuenca, Generadas con Autacad Civil 3D. 6
Figura 4. Esquema gavión recomendado. 19
Figura 5. Cuenca aferente al canal pluvial de la localidad de Turbana. 24

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Canal tributario al Arroyo El Palón. 14
Fotografía 2. Erosión talud derecho Arroya El Palón 14
Fotografía 3. Erosión talud caro externa curva Palón. 14
Fotografía 4. Estado actual Fando Arroya El Palón. 14
Fotografía 5. Vista de Aguas Arriba hacia aguas Abaja. 14
Fotografía 6. Vista de Aguas Abojo hacia aguas Arriba. 14
Fotografía 7. Localización espigón 2 sobre taludes arroyo El Palón. 22
Fotografía 8. Localización espigón 2 sobre taludes arroyo El Palón. 23

1 INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados del estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, diseño de las estructuras de estabilización del cauce y diseño de las estructuras de entrega de drenajes locales al puente al arroyo el Polón, localizado en carretera Turbana – Ballestas.

1.1 Localización de la Zona en Estudio

En la Figura 1, se muestra la zona objeto de este estudio que corresponde al lugar donde ira ubicado el puente sobre el arroyo el Polón.

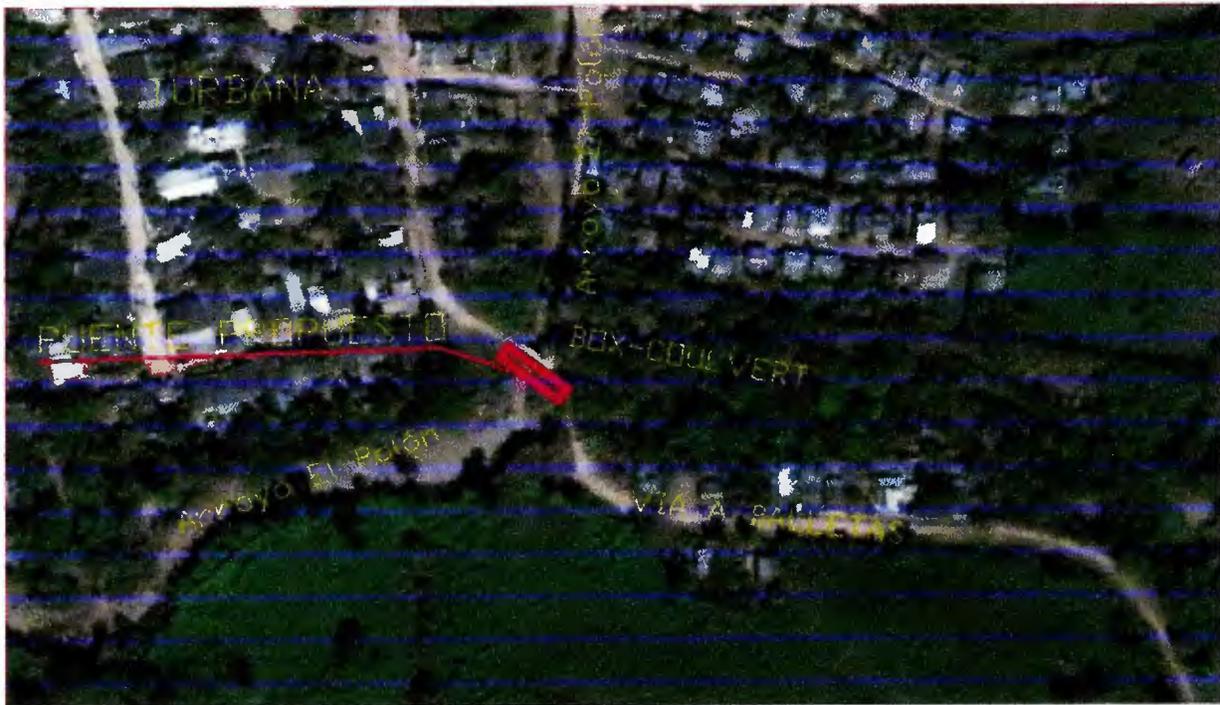


Figura 1. Localización de la zona en estudio. Fotografía tomada de www.googleearth.com

2 Análisis Hidrológico Cuenca Arroyo Polón hasta el puente Turbana-Ballestas

A continuación se presenta el análisis hidrológico de la cuenca del Arroyo El Polón hasta el puente que comunicara las poblaciones de Ballestas y Turbana. En la Figura 2 se muestra el área de la cuenca, la cual fue delimitada utilizando fotografías aéreas tomadas a través del Software gratuito Google Earth, luego con el programa CivilCad 3D se generaron las curvas de nivel cada 1.0 m con lo que se delimito la cuenca.

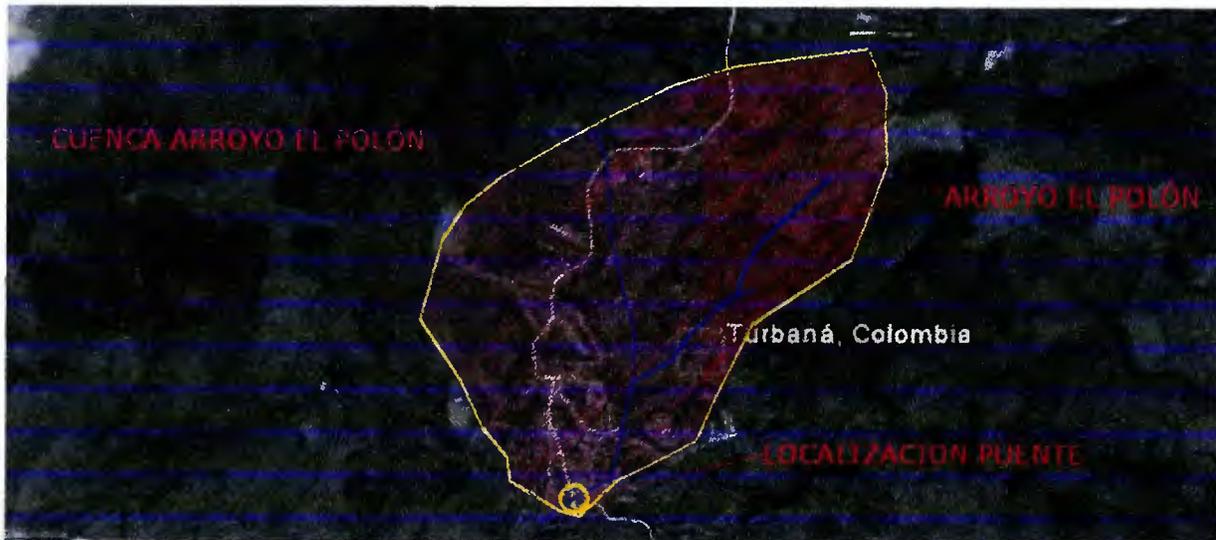


Figura 2. Localización cuenca Arroyo el Polón hasta el puente Turbana-Ballestas. Fotografía tomada de www.googleearth.com

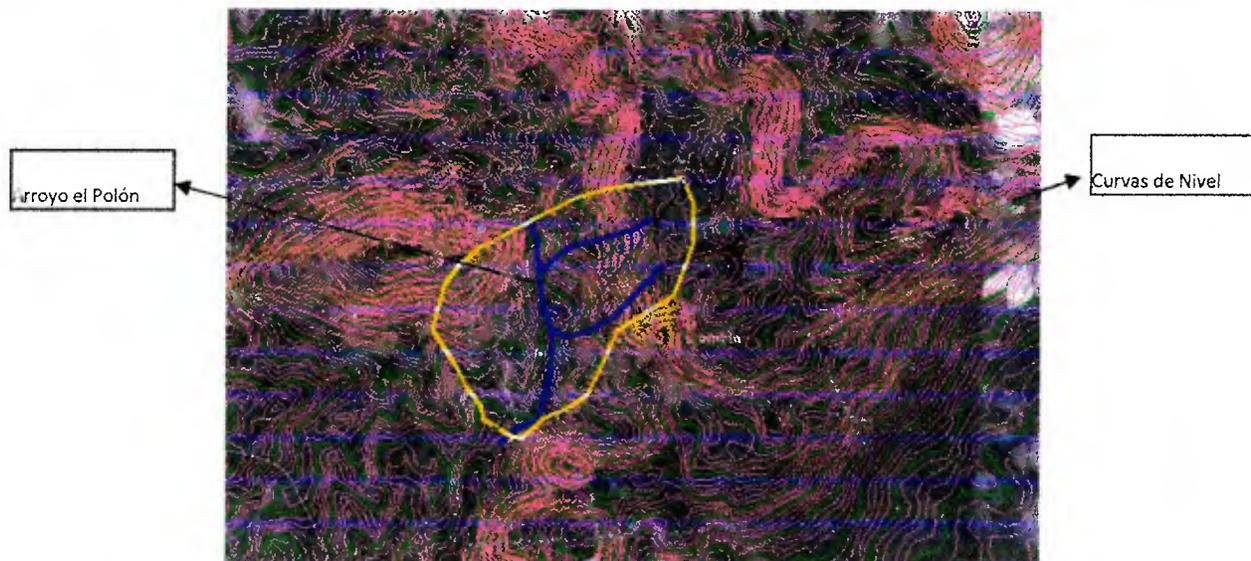


Figura 3. Curvas de Nivel utilizadas para la Delimitación de la Cuenca, Generadas con Autocad Civil 3D.

2.1 Descripción de la Cuenca

Para la estimación de los caudales de escorrentía se utilizó el Método Racional Teniendo las características morfométricas de la cuenca.

2.2 Morfometría de la cuenca hasta la zona de estudio

Entre sus características morfométricas se puede mencionar:

- Área: la cuenca tiene un área aproximada de 342.0 has.
- Longitud del cauce principal: El arroyo el Polón tiene una longitud aproximada de 2.97 Km.
- Alturas: la altura máxima de la cuenca es de 186 m.s.n.m. y una altura mínima de 64 m.s.n.m.
- Pendiente: la pendiente promedio del cauce principal hasta el Puente es de 4.11%.
- Ancho y longitud: la cuenca tiene un ancho promedio de 1.50 Km y longitud axial es de 2.86 Km.

El resumen de la morfometría se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Morfometría del área de drenaje hasta el Puente Polón.

Cuenca	Area	Longitud	Altura Max	Alt Min	Pendiente	Perimetro	Ancho Max	Long Axial	Ancho Prom	F de Forma	C de Compacidad
	ha	km	m	m	s	Km	Km	Km	Km	Kf	Kc
Arroyo Polón	342.00	2.97	186.00	64.00	0.0411	7.41	1.57	2.87	1.50	1.19	1.12

2.3 Estimación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía depende de la impermeabilidad de la zona, la pendiente del terreno, el tipo de superficie, del uso del suelo (residencial, comercial, industrial, etc.), a continuación se muestran las recomendaciones que hace el Plan Maestro de Drenajes Pluviales de la Ciudad de Cartagena (Tabla 2) y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 (Tabla 3), para la determinación del coeficiente de escorrentía.

Tabla 2. Valores del coeficiente de escorrentía según Plan Maestro de Drenajes de Cartagena.

ZONIFICACION	VALORES DE "C"
Densidad residencial alta	0.58
Densidad residencial media	0.54
Densidad residencial baja	0.44
Comercial	0.63
Industrial	0.59

Tabla 3. Coeficiente de escorrentía o Impermeabilidad.

Tipo de superficie	Valores de "C"
Cubiertas	0.75-0.95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.70-0.95
Vías adoquinadas	0.70-0.85
Zonas comerciales o industriales	0.60-0.95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre otros	0.60-0.75
Residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.40-0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separadas	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques – cementerios	0.30
Laderas con vegetación	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Parques recreacionales	0.20-0.35

Fuente: reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000

El área de drenaje de la zona en estudio presenta dos usos de suelo en su extensión, el cual es suelo residencial y rural. Teniendo en cuenta que la zona se encuentra con laderas con vegetación en aproximadamente un 80% de su extensión, y una zona de residencial baja del 20% de la cuenca, se ponderan los valores de escorrentía dando como resultado un coeficiente de escorrentía de 0.33 = 0.35 para la estimación del tiempo de concentración de la escorrentía teniendo en cuenta que en la mayoría de la cuenca predominan laderas con vegetación y la zona urbana es muy pequeña en comparación con toda el área de la cuenca.

2.4 Tiempo de Concentración

Se define como tiempo de concentración el tiempo necesario para que una partícula o gota de agua viaje desde el punto más alejado de la salida de la cuenca.

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó el Método de la Velocidad propuesto en el "Plan Maestro de Drenajes Pluviales de Cartagena" del año 1981, en donde la velocidad es proporcional a la raíz cuadrada de la pendiente media de la cuenca, obteniendo:

$$V_c = 4.47\sqrt{S}$$

Donde:

V_c : Velocidad de concentración m/s.

S : Pendiente de la cuenca (m/m).

2.5 Estimación de la intensidad de la lluvia

Para la determinación de la intensidad se utilizó el método Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia, aplicando la expresión calibrada por el Instituto de Hidráulica de la Universidad de Cartagena para la estación del Aeropuerto Rafael Núñez.

La intensidad de la lluvia se calculó con la siguiente expresión:

$$I(\text{mm/h}) = \frac{616.97 * T^{0.18}}{(t_c * 60 + 10)^{0.561}} \quad (\text{Universidad de Cartagena, Velásquez Almanza y Martínez.1995})$$

Donde:

T : Es el periodo de retorno en años.

t_c : Es el tiempo de concentración en horas.

2.6 Estimación de caudales máximos

Para La estimación de los caudales máximos de la cuenca, se aplicó el Método Racional:

$$Q = \frac{CIAR}{360}$$

Donde:

Q : Caudal instantáneo máximo (m^3/s).

C : Coeficiente de escorrentía.

I : Intensidad de la lluvia (mm/h).

A : Área de la cuenca (ha).

R : Coeficiente de reducción por el tamaño del área.

R se calcula con la siguiente expresión (Monsalve, 1999):

$$R = \frac{i_m}{i_0} = 1 - 0.0054\sqrt{A}$$

Donde:

i_0 : Intensidad de lluvia en el centro de la tormenta.

i_m : Intensidad de lluvia total media.

Los caudales calculados para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200 y 500 años se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de caudales máximos de la cuenca.

Cuenca	Área ha	Tc Min	I (mm/h) T 2 años	I (mm/h) T 5 años	I (mm/h) T 10 años	I (mm/h) T 20 años	I (mm/h) T 25 años	I (mm/h) T 50 años	I (mm/h) T 100 años	I (mm/h) T 200 años	I (mm/h) T 500 años	Coef. c	R	Q2 m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q25 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Arroyo Polón	342.00	55.00	67.2	78.3	89.8	101.7	105.9	120.0	135.9	154.0	181.6	0.35	0.77	17.21	20.28	22.88	26.04	27.11	30.71	34.78	39.42	46.49

Qn: Caudal máximo para el periodo de retorno n.

Tc: Tiempo de concentración para cada uno de los periodos de retorno.

2.7 Selección del Periodo de Retorno

El periodo de retorno o frecuencia de diseño, debe determinarse teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de obra de drenaje y los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. A continuación se muestran los valores recomendados por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, y el autor Jacob Carciente.

Tabla 5. Periodo de retorno para diseño.

Tipo de obra de drenaje	Frecuencia de diseño			
	Autopistas		Carreteras	
	Urbanas	Rurales	Tipo A y B	Tipo C y D
Pontones	50	50	50	25
Alcantarillas de sección transversal mayor de 4 m ²	50	25	25	10
Alcantarillas de sección transversal menor de 4 m ²	25	25	15	10

Fuente: Carciente, Jacob, Carreteras Estudios y Proyectos, 1980.

Tabla 6. Periodo de retorno o grado de protección.

Características del área de drenaje	Minimo	Aceptable	Recomendado
	años	años	años
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillados con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o en media ladera, que drenan áreas mayores de 1000 ha	25	25	50

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la Tabla 4 y la importancia del proyecto, se decide seleccionar para el diseño un periodo de retorno de 50 años.

3 Revisión Hidráulica y Estimación de Tirantes Máximas Arroyo Polón

Para determinar las tirantes de diseño producidas para el periodo de retorno de lluvia seleccionado, se analizan algunas secciones transversales del Arroyo Polón, antes y después del puente a proteger.

Los cálculos se realizaron para la condición de flujo uniforme empleando la ecuación de Manning.

$$V = \frac{R^{2/3} \sqrt{S}}{n}$$

Donde:

V : Velocidad del flujo en m/s

R : Radio hidráulico

S : Gradiente hidráulico m/m calculado con la topografía detallada que se le realizó al canal (ver planos anexos)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning (tomada de la Tabla 5-6 del libro de Chow, 1994).

3.1 Selección del Coeficiente de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning seleccionado para cada una de las opciones de diseño se tomó de Ven Te Chow, Tabla 5-6 (Valores del coeficiente de rugosidad n), "Hidráulica de Canales Abiertos".

En la Tabla 7, se muestra la estimación de la tirante de diseño para diferentes secciones del puente; aguas arriba, sobre el Puente y aguas abajo del Arroyo El Polón.

Tabla 7. Estimación tirante diseño sobre Arroyo El Polón

Nombre	Abscisa Topográfica	Tipo de Recubrimiento	Gradiente	Revisión Hidráulica Arroyo el Polón										Caudales de Diseño											
				E		Tirad		H		T		Manning		Y		Pm		Alt		Rn		V		Q	
				m	l	l	d	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Arroyo el Polón	K0+10.00	Tierra	0.00348	8	0.19	0.94	6.00	12.8	0.030	1.87	10.47	13.20	1.28	2.29	30.19	17.21	20.28	22.99	26.04	27.11	30.71	34.79	39.42	46.49	
Arroyo el Polón	K0+00.00	Tierra	0.00348	20	0	0	4.50	20	0.030	0.80	21.80	18.00	0.83	1.73	31.06	17.21	20.28	22.99	26.04	27.11	30.71	34.79	39.42	46.49	
Arroyo el Polón	K0+50.00	Tierra	0.00348	14.3	1.13	0.89	6.00	28.4	0.030	1.10	17.43	18.95	0.97	1.92	32.63	17.21	20.28	22.99	26.04	27.11	30.71	34.79	39.42	46.49	

4 Estado Actual Arroyo El Polón

A continuación se muestran unas series de fotografías, las cuales darán fé de la fuerte problemática de erosión que está teniendo el Arroyo El Polón.



Fotografía 1. Canal tributario al Arroyo El Polón.



Fotografía 2. Erosión talud derecho Arroyo El Polón



Fotografía 3. Erosión talud cara externa curva Polón.



Fotografía 4. Estado actual Fondo Arroyo El Polón.



Fotografía 5. Vista de Aguas Arriba hacia aguas Abajo.



Fotografía 6. Vista de Aguas Abajo hacia aguas Arriba.

5 Análisis de la Erosión Sobre el Arroyo El Polón

5.1 Socavación General sobre el cauce

Para la estimación de la socavación general se sigue el método propuesto por Maza, el cual es desarrollado siguiendo los planteamientos de Lischtvan-Lebediev (Maza y García 1989), cuyas expresiones de cálculo, para suelos cohesivos son las siguientes:

Para suelos cohesivos se utiliza la siguiente expresión:

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln T \quad \alpha = \frac{Q_d}{\mu B_e d_m^{2/3}}$$

$$d_s = \left(\frac{5780 \alpha d_0^{5/3}}{\beta \gamma_d^{1.18}} \right)^{\frac{1}{66.28 + \gamma_d^{0.725}}}$$

d_s =Profundidad hasta el fondo ya socavado en m, y se mide desde la superficie libre del líquido.

d_0 =Profundidad inicial para el caudal de diseño, sin considerar la socavación

β =Coeficiente que tiene en cuenta el período de retorno T.

D_{84} = Diámetro correspondiente al pasa 84%.

Q_d = Caudal de diseño (m³/s):

B_e = Ancho efectivo de la superficie libre del cauce (en m).

μ =Coeficiente que toma en cuenta las contracciones del flujo.

$\mu=1$, cuando no hay obstáculos.

d_m =Profundidad media.=Area Hidráulica/Ancho efectivo (B_e)

A continuación se muestran los resultados obtenidos bajo la hipótesis de que cada estrato esté en contacto con el líquido, para el período de diseño de 50 años y una tirante calculado para dicho periodo de retorno de lluvia. Los resultados obtenidos son de una socavación general de 0.30m en la sección donde se localizara el puente.

Los resultados del análisis de la socavación general sobre el cauce se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Socavación calculada en diferentes secciones del puente con los parámetros de diseño

Localización Topográfica	Sondeo	Profundidad m	γ_s t/m ³	γ t/m ³	d0 m	dm m	Qd m ³ /s	Be m	u	α	β	ds m
Suelos Coheivos												
m												
Abscisa Aguas Arriba del Puente	S-1	1.5- 2.0	1.55	2.01	1.87	2.2	30.71	6	1	1.375	0.9723	1.21
		2.5 - 3.0	1.55	2.01	1.87	2.2	30.71	6	1	1.375	0.9723	1.21
		3.5 - 4.0	1.55	2.02	1.87	2.2	30.71	6	1	1.375	0.9723	1.21
		8.5 - 9.0	1.62	2.10	1.87	2.2	30.71	6	1	1.375	0.9723	1.22
K0+110	S-2	2.5 - 3.0	1.61	2.09	1.87	2.2	30.71	8	1	1.375	0.9723	1.22
		3.5 - 4.0	1.61	2.09	1.87	2.2	30.71	6	1	1.375	0.9723	1.22
		4.5 - 5.0	1.62	2.10	1.87	2.2	30.71	6	1	1.375	0.9723	1.22
Abscisa Sobre el Puente	S-1	1.5- 2.0	1.55	2.01	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.19
		2.5 - 3.0	1.55	2.01	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.19
		3.5 - 4.0	1.55	2.02	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.19
		8.5 - 9.0	1.62	2.10	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.20
K0+80	S-2	2.5 - 3.0	1.61	2.09	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.20
		3.5 - 4.0	1.61	2.09	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.20
		4.5 - 5.0	1.62	2.10	0.90	0.90	30.71	20	1	1.83	0.9723	1.20
Abscisa Aguas Abajo del Puente	S-1	1.5- 2.0	1.55	2.01	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20
		2.5 - 3.0	1.55	2.01	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20
		3.5 - 4.0	1.55	2.02	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20
		8.5 - 9.0	1.62	2.10	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20
K0+50	S-2	2.5 - 3.0	1.61	2.09	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20
		3.5 - 4.0	1.61	2.09	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20
		4.5 - 5.0	1.62	2.10	1.10	1.19	30.71	14.3	1	1.618	0.9723	1.20

5.2 Socavación Local al pie de los estribos y espigones

La socavación local en lo estribos se estima con la formulación de Artomonof y Veiga de Cugna propuesta por Maza dada por:

$$d_e = k_\alpha k_k k_q d_\alpha$$

$$k_\alpha = 0.782e^{0.0028\alpha}$$

$$K_K = 1.028e^{-0.24k}$$

$$k = \cot \theta$$

$$k_q = 4.429 + 1.063 \ln \frac{Q1}{Q}$$

d_e =Profundidad de la corriente en el extremo de la estructura.

d_α =Profundidad del flujo aguas arriba del estribo en una zona no afectada por la erosión del estribo.

α = Angulo medido aguas abajo del eje del puente y formado entre la prolongación de ese eje, y la dirección del flujo en grados.

k =Talud.

K_α =Coeficiente que depende del ángulo alfa.

K_k =Coeficiente que depende del talud.

K_q = Coeficiente que depende de la relación Q_1 entre Q , donde Q_1 , es el gasto teórico que podría pasar a través del área ocupada por el estribo, si éste no existiera, y Q es el gasto total en el río.

En el Tabla 8 se resumen los resultados obtenidos con la expresión anterior, para un talud del estribo de 0 y un Angulo de inclinación entre la corriente y el puente de 50 grados. Los resultados muestran una profundidad de socavación de 3.71m para la condición de diseño. Además, se hace necesario proteger por lo menos alrededor del estribo, la altura misma de éste.

Tabla 9. Socavación local en los estribos.

α	κ	K_α	K_k	Q_1/Q	K_q	d_a	d_e
50	0	0,90	1,03	1,00	4,43	1,20	4,91

5.3 Cálculo de la Protección sobre el fondo del puente

Para la protección del lecho del arroyo contra la socavación se recomienda un tamaño de piedra dado por (Novak, 2001):

$$d_s = 0.25DF_r$$

Donde:

D: Altura de la lámina de agua.

Fr: Número de Froude.

Se recomienda un material cuya gradación tenga $d_{50}=d_s$.

Con las condiciones del flujo se calcula el cortante en el fondo a la salida del box culvert (Julien, 1995)

$$\tau_0 = SR_h \gamma$$

Donde:

S: Pendiente.

Rh: Radio hidráulico

γ : Peso específico del agua.

El cortante de fondo a la salida de la estructura τ_0 , se compara con el cortante crítico τ_c necesario para producir movimiento de una partícula con tamaño d_s (Yulien, 1995):

$$\tau_c = \tau_{*c}(\gamma_s - \gamma)d_s$$

Donde:

τ_{*c} : Parámetro adimensional de Shields correspondiente a d_s .

γ_s : Peso específico de los sólidos

5.3.1 Estructuras de protección propuesta

A continuación se presentan los resultados de los cálculos para el diámetro del material de protección sobre el fondo del puente, el cual fue de 0.30 a 0.35m. El análisis de los resultados se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Cálculos de las dimensiones y diámetros de las estructuras de protección.

MATERIAL DE PROTECCIÓN PARA LA SOCAVACIÓN GENERAL																				
Pendiente	B	z	T	H	Manning	Y	Pm	Ah	Rh	V	Q	Qdiseño (100 años)	tamaño calculado para d_s	Gradación recomendada	cortante en el fondo	Veloc de corte	valor adimensional	parámetro de Shields	cortante crítico para d_s	profundidad de relleno
m/m	m	m	m	m		m	m	m ²	m	m/s	m ³ /s	m ³ /s	ds (m)	m	τ_0 (N/m ²)	u^* (m/s)	σ^*	τ_{*c} (Adim)	τ_c (N/m ²)	ys (m)
0.00346	6.00	0.57	12.84	6.00	0.03	2.05	10.72	14.70	1.37	2.42	35.56	34.79	0.28	0.30-0.35	48.53	0.22	6489.39	0.05	241.94	0.30
0.00346	20.00	0.00	20.00	4.50	0.03	1.00	22.00	20.00	0.91	1.84	36.80	34.79	0.16	0.15-0.20	30.96	0.18	3446.57	0.05	128.50	0.30
0.00346	14.30	1.01	26.42	6.00	0.03	1.20	17.71	18.61	1.05	2.03	37.73	34.79	0.18	0.20-0.25	35.67	0.19	4158.87	0.05	155.05	0.30

6 Diseño de estructuras de protección marginal

6.1 Protección marginal con gaviones

Como medida de protección marginal sobre los taludes del arroyo El Polón, se recomienda la colocar estructuras tipo gavión; los cuales mantendrán la estabilidad del cauce.

Los gaviones serán construidos de 2.0x1.0x0.5m y de 1.0x1.0x0.5. El esquema de cada gavión de mayor dimensión puede observar en la Figura 4 y su localización sobre el arroyo El Polón en los planos anexos.

Para el diseño de los gaviones se tuvieron en cuenta la siguiente información:

1. Topografía detallada de la zona en estudio, la cual se muestra en los planos anexos. De esta topografía se generaron secciones transversales para la ubicación y forma de los gaviones.
2. El análisis hidráulico de las secciones donde se propones las estructuras tipo gaviones, se pueden observar en la Tabla 10. Donde se muestran las tirantes y velocidades asociadas a un caudal para una lluvia con periodo de retorno de 100 años.
3. Estudios de suelos de la zona, donde se muestran granulometría y peso específico del suelo. Ver anexo 1.
4. Se opta por utilizar Piedra Rajón para llenar los gaviones, por la disponibilidad y cercanía de canteras de explotación de este tipo de material que se da en la zona.

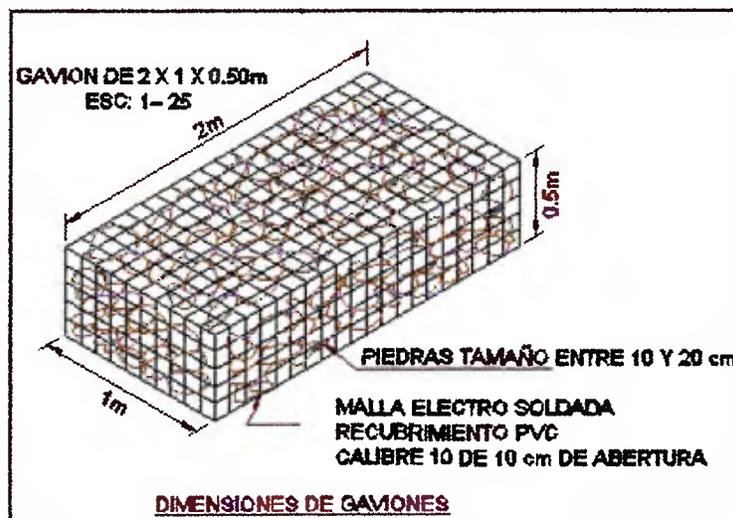


Figura 4. Esquema gavión recomendado.

6.2 Estabilización de taludes con Espigones

Dado que los espigones son estructuras que están unidas a la margen e Interpuestas a la corriente, los datos necesarios para el diseño de los espigones fueron:

- La topografía y batimetría en la zona por proteger.
- Secciones transversales a los largo de las orillas que serán protegidas
- Características hidráulicas de la corriente. Normalmente se deben conocer; el caudal predominante y el caudal asociado a un periodo de retorno entre 50 y 100 años, la tirante asociada al caudal de diseño, así como las velocidades medidas de los escurrimientos y la velocidad del flujo a lo largo de las orillas a proteger.
- Granulometría y peso específico de los materiales del fondo y orillas del cauce
- Materiales de construcción disponibles, que incluye la localización de bancos de roca y el peso específico del material de cada uno de ellos. Banco de gravas o boleo que puedan servir para rellenas gaviones.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta cuando se diseña una protección con espigones son los siguientes:

- a. Localización en planta
- b. Longitud de los espigones
- c. Forma de los espigones en planta
- d. Separación entre los espigones
- e. Pendiente longitudinal y elevación de la cresta de los espigones
- f. Angulo de orientación de cada espigón, con respecto al flujo
- g. Permeabilidad de los espigones
- h. Materiales de construcción
- i. Socavación al pie del espigón y sobre todo en el extremo dentro de la corriente

De acuerdo a las anteriores recomendaciones, se tuvo en cuenta para el diseño los siguientes aspectos:

6.2.1 Localización en Planta

La ubicación en planta de los espigones se selecciono tomando en cuenta los puntos más susceptibles a causar desestabilización en los cimientos del puente. Para esto se localizaron en las zonas aledañas al puente 4 espigones de una misma sección. En los planos anexos, se muestra la ubicación específica de los espigones.

6.2.2 Longitud de los Espigones

La longitud total, L , de un espigón queda definida por la longitud de trabajo, L_t que es aquella que está dentro del río y la longitud de empotramiento L_e que esta embebida dentro de la margen, siendo:

$$L = L_t + L_e$$

La longitud de trabajo de los espigones está dada por su distancia entre la margen y la línea extrema de defensa, y está comprendida entre los siguientes límites;

$$d \leq L_t \leq B/4$$

Donde:

L_t , es la longitud de trabajo

B , ancho de la superficie libre del cauce estable

D , es la tirante del río, asociada al caudal de diseño, en el sitio donde se construirá el espigón.

La máxima longitud de anclaje recomendada es igual a un cuarto de la longitud de trabajo, $0,25 L_t$. De esta manera la longitud máxima de un espigón llega a ser:

$$L = 1.25 L_t$$

6.2.3 Orientación de los Espigones

Los espigones pueden estar orientados hacia aguas abajo, hacia aguas arriba o ser perpendiculares a la dirección del flujo. Su orientación está dada por el ángulo α que forma el eje longitudinal del espigón con respecto a la tangente trazada a la línea extrema de defensa en el punto de unión con el espigón y medido hacia aguas abajo. El ángulo de orientación conviene que esté comprendido entre

$$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$$

En curvas con márgenes uniformes se recomienda

$$\alpha = 70^\circ$$

Las dimensiones de los espigones se presentan los planos anexos y en la Tabla 11.

Tabla 11. Dimensiones de los Espigones.

<i>Dimensiones Espigones</i>				
Estructura	Longitud de Trabajo m	Longitud de Empotramiento		Longitud Total m
		En La Base	En El Hombro	
Espigon -1	0.60	20.00	17.00	20.60
Espigon -2	2.00	10.00	4.00	12.00
Espigon -3	1.80	20.00	17.00	21.80
Espigon -4	1.30	10.00	4.00	11.30
Espigon -5	1.30	10.00	4.00	11.30

La localización de los espigones se tomo de acuerdo a la erosión y la inestabilidad de los taludes; siempre procurando conservar que el flujo del agua no erosione la estructura del puente. En la Fotografía 1 y 2 de justifica la colocación de el espigón 2 por tratarse de un terreno susceptible a erosión y de una fuerte inestabilidad.



Fotografía 7. Localización espigón 2 sobre taludes arroyo El Polón.



Fotografía 8. Localización espigón 2 sobre taludes arroyo El Polón.

7 Diseño de Drenajes Locales con descarga sobre el Arroyo El Polón

En la Figura 1 se muestra el área de drenaje del canal pluvial de la localidad de Turbana, el cual drena sus aguas al canal Polón, cuya área es aproximadamente 1.51 Hectáreas.



Figura 5. Cuenca aferente al canal pluvial de la localidad de Turbana.

7.1 Descripción de la Cuenca

Teniendo en cuenta que la cuenca delimitada es local, el Método Racional es aplicable para la estimación de los caudales de escorrentía aportados por la cuenca.

7.2 Morfometría

Entre sus características morfométricas se puede mencionar:

- Área: la cuenca tiene un área aproximada de 1.51 ha.
- Longitud: el cauce principal tiene una longitud de 251 m.
- Alturas: la altura máxima de la cuenca es de 74 m.s.n.m. y una altura mínima de 69 m.s.n.m.
- Pendiente: la pendiente promedio del cauce principal es de 2.0%

Ancho y longitud: la cuenca tiene un ancho máximo de 92m, un ancho promedio de 90 m y su longitud axial es de 265m.

- Factor de forma: el factor de forma es de 0.22
- Coeficiente de compacidad: el coeficiente de compacidad es de 1.45

El resumen de la Morfometría se presenta en la Tabla 1.

Tabla 12. Morfometría del área de drenaje.

Cuenca	Área	Longitud	Altura Max	Altura m. n.	Pendiente	Factor de forma	Coeficiente de compacidad	Ancho máximo	Ancho promedio	Longitud axial	
	ha	km	m	m	%			m	m	m	
1	1.51	0.25	74.00	69.00	0.020	0.63	0.26	0.92	0.06	0.22	1.45

7.3 Estimación de caudales máximos

Para la estimación de los caudales máximos de la cuenca, se aplicó el Método Racional:

$$Q = \frac{CIAR}{360}$$

Dónde:

Q: Caudal instantáneo máximo (m³/s).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de la lluvia (mm/h).

A: Área de la cuenca (ha).

R: Coeficiente de reducción por el tamaño del área.

R se calcula con la siguiente expresión (Monsalve, 1999):

$$R = \frac{i_m}{i_0} = 1 - 0.00544\sqrt[4]{A}$$

Dónde:

i_0 : Intensidad de lluvia en el centro de la tormenta.

i_m : Intensidad de lluvia total media.

Los caudales calculados para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años se muestran en la Tabla 13, se muestra los caudales que fueron utilizados para el diseño del canal colector.

7.4 Diseño Hidráulico

Para solucionar los problemas de drenaje local, en las proximidades del puente que comunica las comunidades de Bayunca y Ballesta, se diseña un canal colector el cual descargará las aguas producto de la escorrentía superficial sobre el canal Polón; el cual ha sido analizado y diseñado en las secciones anteriores. Ver planos Anexos.

Para realizar los cálculos se utilizó la ecuación de Manning para la condición de flujo uniforme.

$$V = \frac{R^{2/3} \sqrt{S}}{n}$$

Donde:

V : Velocidad del flujo en m/s

R : Radio hidráulico

S : Gradiente hidráulico m/m

n : Coeficiente de rugosidad de Manning (tomada de la Tabla 5-6 del libro de Chow, 1994).

De acuerdo al análisis hidráulico mostrado en la Tabla 14, se diseña un canal trapezoidal en concreto de 0,7 metros de base, altura de 0,50 metros y un talud de 0.50.

Tabla 14. Análisis Hidráulico del canal de drenaje Pluvial Turbana

Tipo de Estructura	Gradiente	B	T	H	Manning	Y	Pm	Ah	Rh	V	Q	Periodo de Retorno	Caudal Cuenca
	m/m	m	m	m	n	m	m	m ²	m	m/s	m ³ /s	Años	m ³ /s
Canal Trapezoidal	0.0200	0.80	0.80	0.50	0.017	0.28	1.36	0.22	0.16	2.50	0.56	10.00	0.56

8 Presupuesto de Obra

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN DE PUENTE DEL ARROYO EL POLÓN DE TURBANA						
					FECHA:	NOVIEMBRE DE 2010
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL	
PRELIMINARES						
1.1	Localización y Replanteo	ML	90	\$ 2,332.00	\$ 209,880	
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN						
2.1	Excavación a máquina	M3	1545.28	\$ 12,000.00	\$ 18,543,360	
2.2	Retiro de material sobrante	M3	1236.224	\$ 21,033.00	\$ 26,001,499	
2.3	Relleno en material Seleccionado	M3	88	\$ 60,000.00	\$ 5,280,000	
2.4	Suministro y Colocación de gaviones de 2 m x 1m x 0.5 m	UND	893	\$ 96,201.00	\$ 85,907,493	
2.5	Suministro y Colocación de gaviones de 1 m x 1m x 0.5 m	UND	51	\$ 87,632.22	\$ 3,449,243	
2.6	Suministro y Colocación de Geotextil NT 1600	M2	403.5	\$ 6,391.88	\$ 2,579,043	
2.7	Suministro y Colocación de Protección en Piedra Rajón de D = 0.40 m	M3	48.92	\$ 44,228.16	\$ 2,163,842	
2.8	Suministro y Colocación de Protección en Piedra Rajón de D = 0.20 m - 0.30 m	M3	455	\$ 56,377.00	\$ 25,651,535	
2.9	Suministro y Colocación de Protección en Piedra Rajón bajo Cimentación del puente de D = 0.20 m - 0.25 m	M3	252	\$ 56,377.00	\$ 14,207,004	
2.10	Entibado en madera	M2	688	\$ 23,862.00	\$ 16,417,056	
Subtotal					\$ 200,409,753	
VALOR DE LA OFERTA SIN A.U.I.					\$ 200,409,754.88	
ADMINISTRACIÓN					10%	\$ 20,040,975.50
UTILIDAD					10%	\$ 20,040,975.50
IMPREVISTOS					5%	\$ 10,020,487.75
VALOR DE LA OFERTA SIN IVA						\$ 250,512,193.73
IVA SOBRE UTILIDAD					16%	\$ 3,206,556.08
TOTAL COSTO DE LA OBRA CON IVA INCLUIDO						\$ 253,718,749.81

9 Conclusiones

De acuerdo a los análisis anteriores, se llevan a las siguientes conclusiones.

- Para disminuir las velocidades erosivas se deben proteger el sitio del puente con piedra ó concreto.
- Debido al alineamiento en curva donde reposara el puente, se hace necesario proteger ambos taludes del arroyo El Polón, tanto aguas arriba como aguas abajo, con una protección marginal.
- De acuerdo con los resultados de socavación general y lo observado en las visitas de inspección al Arroyo, la socavación general es considerable y requiere obras que la contrarresten. La profundidad de socavación general calculada fue de 0.30m.
- De acuerdo a la topografía de la zona y a las fuertes velocidades que se están presentando, la socavación en los estribos es crítica y requiere obras de protección.
- El drenaje local de una parte de la Población de Turbana y el canal que se encuentra tributando hacia el Arroyo El Polón (ver planos anexos), están produciendo socavación al descargar sin ninguna protección en la pata de los estribos del puente.

10 Recomendaciones

De acuerdo con los análisis anteriores, para garantizar la estabilidad del arroyo y el puente El Polón, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- El drenaje local producido por parte del área de la población de Turbana, se debe conducir hasta el Arroyo El Polón a través de un canal rectangular de 0.80m de base y 0.50m de alto; donde descargara sobre los gaviones localizados en el talud del Polón. Las demás características del canal pluvial se muestran en los planos anexos.
- Debido a la fuerte socavación que ha sufrido el canal tributario al Arroyo Polón (ver planos anexos), se hace necesaria la construcción de dos espolones; los cuales tendrán las funciones de estabilizar el proceso erosivo que se está llevando a cabo por haber sido desviado y estabilizar la margen derecha del Arroyo el Polón, con el fin de evitar que las aguas del Polón erosiones las protecciones marginales sobre los taludes. En los planos anexos se muestra la localización de dichos espigones.

- En cuanto a la margen izquierda se recomienda colocar dos espigones para direccionar las aguas del arroyo El Polón y estabilizar de forma hidrodinámica su flujo (Ver planos anexos). Además, se recomienda realizar seguimiento con el próximo invierno para analizar a respuesta del arroyo y poder decidir si amerita la construcción de uno o dos espigones en la margen derecha.
- Los espigones serán construidos en gaviones de 2.0x1.0x0.5m y de 1.0x1.0x0.5m rellenos de piedra Rajón entre 0.10m y 0.20m con un diámetro medio de 0.15m. las demás especificaciones de los gaviones de muestran en los planos Anexos.
- Se recomienda la construcción de un muro en ambos márgenes del arroyo, en gaviones rellenos de material seleccionado tipo piedra Rajón de espesor 0.10-0.20m y de dimensiones 50 cm de altura, 1 m de ancho y 2 m de longitud. Ver Figura 3. Para proteger los taludes del arroyo. Ver planos anexos.
- Para proteger los gaviones a la posible erosión a la cual se van a ver sometidos, se recomienda que estos queden 0.50m por debajo del fondo del arroyo, y adicional tendrán una base en material granular. Ver planos anexos.
- De acuerdo a la socavación general calculada que fue de 0.30m, se recomienda colocar una capa de Piedra Rajón de 0.40 m de diámetro medio en el fondo del Arroyo El Polón entre los abscisados K0+070 y K0+090. Ver planos anexos.
- Para proteger los estribos y aletas de la socavación, se recomienda colocar una protección en piedra de diámetro comprendidos entre 0.20 y 0.25m profundidad de socavación calculada, la cual es de 3.71 m sobre el fondo del arroyo; esta protección estará sobre un ancho de 4.0m y una longitud de 18.0m sobre los estribos y aletas de cada lado. En los planos anexos se muestra el esquema detallado se protección.
- Para que la curva donde está localizado el puente forme un lineamiento hidrodinámico, se recomienda rotar 20° la aleta que se encuentra sobre la margen izquierda viendo hacia aguas abajo del arroyo El Polón. En los planos anexos se muestra el lugar y la forma como debe ser colocada esta estructura.
- Por el tipo de estructura de protección, se recomienda continua limpieza, trabajos de mantenimiento restauración de los gaviones propuestos.
- Debido a la intervención del cauce en el tramo donde se construyo el puente, se recomienda obras de mantenimiento y mitigación de la erosión aguas debajo del Arroyo el Polón. Esto con el fin de contrarrestar la dinámica fluvial que se generara por las estructuras en su recorrido.

- Las recomendaciones descritas en este informe, son una solución integral a la posible amenaza de erosión a la cual se vería enfrentado el Puente Polón ante un evento de precipitación extremo, por lo tanto se hace necesario llevar a cabo todas las recomendaciones planteadas en este informe para garantizar la funcionalidad del diseño planteado.

ANEXOS

Estudio de suelos

ANTONIO COGOLLO AHUMEDO

INGENIERO CIVIL

Barrio el Recreo Calle 2a No. 80D23 Tel/Fax: 6618027 - 6816242 - Cel. 3157233079

Para: AREMCA - INGENIERA MARLENY MONROY ZABALETA

Proyecto PUENTE ARROYO POLON

Cuadro N.º 1

TURBANA-BALLESTAS

Son	MUESTRA		Densidad	RESISTENCIA		GRADACION								ANALISIS DE CONSISTENCIA			CLAS			
	de	No.	Profundidad	Húmeda	Inconf	Penetro	Porcentaje que pasa el tamiz								Humedad	Limite		Indice de		
No.	No.	DE	A	Kg/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 100	No. 200	Natural %	Líquido %	Plasticidad	U.S.C.
1		150	2.00	2010		0.75							100	97	96	95	32	42	21	CL
1		250	3.00		0.90	1.00								100	93	90	29	40	20	CL
1		350	4.00	2020	2.93	3.75								100	98	95	28	53	30	CH
1		850	3.00	2100	4.10	> 4.00								100	97	94	27	58	31	CH
2		250	3.00	2090		2.75														
2		350	4.00	2090		> 4.00														
2		450	5.00	2100		> 4.00														

ANTONIO COGOLLO AHUMEDO

Ingeniero Civil
Barrio el Recreo Calle 2a No. 80D23 Telfax: 6618027 - 6816242 - Cel. 315723 3079
E-mail: ingantonio.cogollo@hotmail.com

REGISTRO DE PERFORACIONES

PARA: AREMCA - INGENIERA MARLENY MONROY ZABALTA		SONDEO No. 1	
PROYECTO: PUENTE VEHICULAR - ARROYO POLÓN TURBANA-BALLESTAS			
LOCALIZACIÓN: VIA DE COMUNICACIÓN TURBANA-BALLESTAS		NF.: 1.0 METRO	
Prof.: m	Kg/Cm ²	N	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES
0.5			RELLENOS VARIOS DE ARCILLA CON ARENA Y DEMOLICIONES SATURADOS Y EN ESTADO MUY SUELTO
1.00		4	
1.50			ARCILLA PARD A AMARILLA CON VETAS GRISES DE CONSISTENCIA FIRME
2.00		4	
2.50			
3.00		10	ARCILLA GRIS OSCURO DE CONSISTENCIA MUY DURA
3.50			
4.00		63	
4.50			ARCILLA GRIS OSCURO CON LETES DE ARENA FINA DE CONSISTENCIA MUY OURA
5.00		01	
5.50			
6.00		90	



Libertad y Orden

ALCALDIA MUNICIPAL DE TURBANA
DESPACHO DEL ALCALDE

ACTA DE LIQUIDACION

CONVENIO 4 DE FECHA TRECE (13) DE NOVIEMBRE DE 2019

OBJETO: CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA VÍA TURBANA –
BALLESTAS, EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

CONTRATANTE: MUNICIPIO DE TURBANA

CONTRATISTA: ASOCIACION REGIONAL DE MUNICIPIOS DEL CARIBE - AREMCA

VALOR INICIAL DEL	
CONVENIO	\$ 2.790'000.000
ADICIONAL	\$ 290'639.024
COSTO TOTAL	\$ 3.080.639.024

Acta de Inicio:	13 de Noviembre de 2009
Acta de Suspensión:	20 de Noviembre de 2009
Acta de reinicio:	02 de julio de 2010.

En el municipio de Turbana (Bolívar), el día TREINTA (30) de Diciembre de 2011, la sede de la Alcaldía Municipal de Turbana y conforme al objeto antes citado se reunieron las siguientes personas, el Doctor Heyder de JesusFloréz Julio actuando en calidad de alcalde y representante legal del Municipio, Gustavo Bolaños Pastrana en calidad de Representante legal de AREMCA, James Ramiro Navarro Herazo, Director de Obra e IvanDario Castro Romero Secretario de Planeación y Obras Publicas.

El objeto de la reunión es la liquidación por parte del Contratante del Convenio Interadministrativo número 4 de 2009.

En desarrollo del Convenio EL CONTRATISTA realizo los trabajos conforme al objeto contractual, siendo las obras recibidas a conformidad por la Interventoria de la Obra la cual fue contratada por INVIAS y estaba a cargo de la Universidad del Cauca – Ara Ingenieria.

RESUMEN ECONOMICO DEL CONTRATO

VALOR INICIAL DEL	
CONVENIO	\$ 2.790'000.000
ADICIONAL	\$ 290'639.024
COSTO TOTAL	\$ 3.080.639.024



Libertad y Orden

ALCALDIA MUNICIPAL DE TURBANA
DESPACHO DEL ALCALDE

El contratista recibió como anticipo del Convenio el valor de mil trescientos noventa y cinco millones de pesos el cual se realizaron en cinco abonos de la siguiente manera:

Abono Anticipo 1	24-may-10	\$ 450.000.000,00	\$ 450.000.000,00
Abono Anticipo 2	16-jul-10	\$ 410.000.000,00	\$ 410.000.000,00
Abono anticipo 2	13-Ago-10	\$ 200.000.000,00	\$ 200.000.000,00
Abono	04/10/2010	\$ 167.500.000,00	\$ 167.500.000,00
Abono	08/11/2011	\$ 167.500.000,00	\$ 167.500.000,00
TDTAL ANTICIPO CONTRATO INICIAL		\$ 1.395.000.000,00	\$ 1.395.000.000,00

Posteriormente recibió el valor de ciento cuarenta y cinco millones trescientos diecinueve mil quinientos doce pesos como anticipo del adicional del convenio

Pago 50% del adicional	20-jun-11	\$ 145.319.512,00	\$ 145.319.512,00
------------------------	-----------	-------------------	-------------------

Al contratista se le han cancelado hasta la fecha el valor de mil ciento noventa y siete millones setecientos sesenta y dos mil ochocientos ochenta y seis pesos, por concepto de actas parciales de obra las cuales se relacionan a continuación:

Acta parcial 1	23-feb-11	\$ 297.878.011,00	\$ 213.280.655,00
Acta Parcial 2	20-may-11	\$ 220.384.328,00	\$ 157.795.178,00
Acta parcial 3	17-jun-11	\$ 110.889.638,00	\$ 79.396.980,00
Actaparcial 4	20-jun-11	\$ 294.045.739,00	\$ 210.536.749,00
Actaparcial 5	09-ago-11	\$ 274.565.110	\$ 196588618,00

Hasta la fecha se ha cancelado al contratista el valor de dos mil setecientos treinta y ocho millones ochenta y dos mil trescientos treinta y ocho pesos Mcte (\$ 2.738.082.338,00), en consecuencia el valor a cancelar al contratista conforme a ésta acta de liquidación, al convenio en mención y al acta parcial final numero seis, el valor de trescientos cuarenta y dos millones quinientos cincuenta y seis mil seiscientos ochenta y siete pesos m/cte (\$ 342.556.687)

Que esta liquidación se realiza con base en el siguiente cuadro de cantidades y que corresponde a las obras contratadas.

H. Ponce
[Firma]
[Firma]
[Firma]



Libertad y Orden

ALCALDIA MUNICIPAL DE TURBANA
DESPACHO DEL ALCALDE

ÍTEM DE PAGO	NOMBRE	UN	CANT	VR UNIT	VR TOTAL
	PRELIMINARES				
1	Localización y replanteo	Gl	1.00	\$ 1,500,000	\$ 1,500,000
2	Descapote y limpieza en zonas no boscosas	Ha	0.40	\$ 950,000	\$ 380,000
3	Excavación de cabezales y retiro	M ³	845.40	\$ 21,000	\$ 17,753,400
	INFRAESTRUCTURA				
4	44 Pilotes de 0,60 mts L=6 m pre-excavados incluye concreto tremi de 4000 psi	MI	255.00	\$ 495,000	\$ 126,225,000
5	Concreto f'c = 14 Mpa, para solado de 2000 psi	M3	6.87	\$ 390,000	\$ 2,679,300
6	Concreto f'c = 28 Mpa, estribos y aletas mas cabezales de fundación 4000 psi.	M ³	291.34	\$ 610,000	\$ 177,717,400
7	Concreto f'c = 28 Mpa, para losa del tablero y bordillo 3000 psi	M ³	42.72	\$ 680,000	\$ 29,049,600
8	Concreto f'c = 28 Mpa, para losa de accesos 4000 psi	M ³	14.24	\$ 680,000	\$ 9,683,200
9	Baranda metálica	MI	48.00	\$ 400,000	\$ 19,200,000
	REFUERZO				
10	Vigas en acero laminado A36 en I (Incluye suministro, fabricación, soldadura tipo, transporte, instalación, Lanzamiento, izada con grúa y pintura epóxica)	Kg	37,084.90	\$ 9,900	\$ 367,140,510
11	Acero de Refuerzo (pilotes, losa, estribos, aletas, cabezal de fundación y losa de transición)	Kg	33,963.00	\$ 4,900	\$ 166,418,700
12	Camisa metálica perdida, lamina espesor 3/16"	MI	77.00	\$ 460,500	\$ 35,458,500
	VARIOS				
13	Juntas de Dilatación	MI	32.00	\$ 300,000	\$ 9,600,000

Handwritten signature and initials



Libertad y Orden

ALCALDIA MUNICIPAL DE TURBANA
DESPACHO DEL ALCALDE

14	Almohadillas de neopreno dureza 60 de 0.45x0.45x0.04	Un	6.00	\$ 300,000	\$ 1,800,000
15	Drenajes para el Tablero, PVC Ø=1"	Un	100.00	\$ 16,800	\$ 1,680,000
16	Relleno con material seleccionado en los accesos al puente, incluye acondicionamiento del terreno y compactación	M ³	1,178.63	\$ 45,000	\$ 53,038,421
18	Rejillas de 1/4" 0,2 x0,24m, incluye conductos de drenajes	Un	10.00	\$ 80,000	\$ 800,000
	Limpieza				
18	Limpieza general de obra	Gl	1.00	\$ 2,940,986	\$ 2,940,986
	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TURBANÁ - BALLESTAS				
1	PRELIMINARES				
1.1	Localización y replanteo (incluye topografía)	M2	6,454.00	\$ 1,000	\$ 6,454,000
1.2	Descapote	M2	6,454.00	\$ 3,200	\$ 20,652,800
1.3	Excavación de la explanación de canales y préstamos.	M3	1,604.27	\$ 9,900	\$ 15,882,273
1.4	Retiro de material sobrante (Cargue, transporte, adecuación de botadero)	M3	1,604.27	\$ 17,500	\$ 28,074,725
2	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
2.1	Conformación de la banca existente con bombeo del 2%, cunetas en tierra y descoles	M2	24,500.00	\$ 380	\$ 9,310,000
2.2	Base estabilizada para pavimentos, con suelo cemento e=0.15m (60Kg/m3)	M3	935.10	\$ 77,500	\$ 72,470,250
2.3	Afirmado-suministro y colocación de material seleccionado, compactado con maquinaria 95% del proctor modificado	M3	1,600.30	\$ 45,000	\$ 72,013,500

Handwritten signature and date
797



Libertad y Orden

ALCALDIA MUNICIPAL DE TURBANA
DESPACHO DEL ALCALDE

3 CONCRETO					
3.1	Bordillo en concreto 3000 psi	M3	207.00	\$ 480,000	\$ 99,360,000
3.2	concreto de 4000 psi para cuneta	M3		\$ 597,000	\$ -
3.3	Pavimento en concreto 550 PSI E = 0.17 m	M3	933.10	\$ 597,000	\$ 557,060,700
3.4	Estructuras de cruce, incluye tubería de concreto de 60cm de diámetro y caja de recolección de agua	UND	1.00	\$ 1,450,000	\$ 1,450,000
4 ROCERÍA					
4.1	Rocería a lo largo de la vía	Kms	1.00	\$ 3,500,000	\$ 3,500,000
1	Localización y replanteo	Gl	1.00	\$ 3,500,000	\$ 3,500,000
2	Excavación a maquina	M3	2,683.20	\$ 13,077	\$ 35,088,000
3	Retiro de material sobrante	M3	975.00	\$ 9,231	\$ 9,000,000
4	Relleno con material seleccionado, compactado.	M3	336.00	\$ 45,000	\$ 15,120,000
5	Relleno con material del sitio.	M3	1,020.00	\$ 26,600	\$ 27,132,000
6	Suministro y colocación de gaviones de 2 m x 1 m x 0.5 m.	M3	1,600.00	\$ 130,000	\$ 208,000,000
7	Suministro y colocación de geotextil NT 1600.	M2	1,194.40	\$ 4,000	\$ 4,777,600
8	Suministro y colocación de protección en piedra rajón D= 0,20 - 0,40 m.	M3	1,387.00	\$ 60,000	\$ 83,220,000
9	Siembra de plantas de protección.	M2	-	\$ 16,000	\$ -
10	Demolición de estructuras de concreto existentes en arroyo.	M3	55.50	\$ 80,500	\$ 4,467,750
11	Limpieza de arroyo	Gl	1.00	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000
12 Tubería de concreto de 36"					
12.1	Localización y Replanteo	ML	1.00	\$ 1,200	\$ 43,200
12.2	Concreto para solado de 2500 psi.	M3		\$ 390,000	\$ 682,500
12.3	Suministro e instalación	M2	36.00	\$ 600,000	\$ 3,000,000

Handwritten signature and initials
296



Libertad y Orden

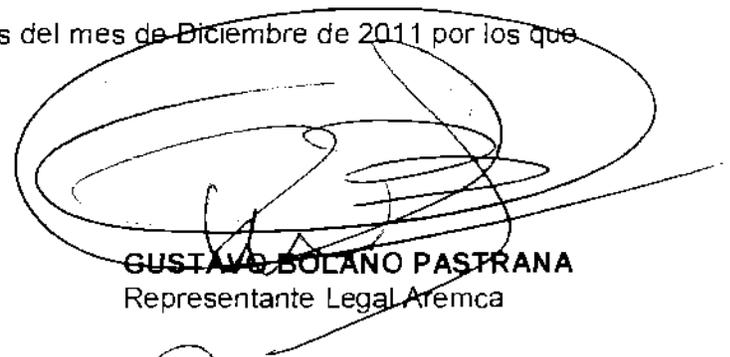
**ALCALDIA MUNICIPAL DE TURBANA
DESPACHO DEL ALCALDE**

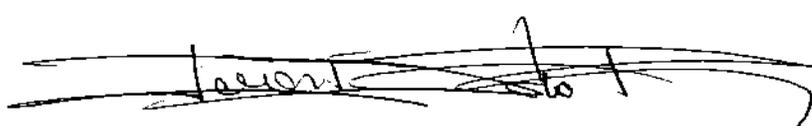
12.4	Suministro e instalación de tubería de concreto de 36"	ML	1.75	\$ 388,000	\$ 13,580,000
12.5	Suministro e instalación de tapa de fundición dúctil de cámara de diámetro = 0,55m.	UND	5.00	\$ 900,000	\$ 900,000
12.6	Filtro de grava de 3/4"- 4"	M3	35.00	\$ 92,452	\$ 6,610,318
				Valor Costo Directo	\$ 2,327,414,634
				AI (30%)	\$698,224,390
				Sub total Obra	\$3,025,639,024
				Estudios y diseños	\$55,000,000
				Valor Total Contrato	\$3,080,639,024

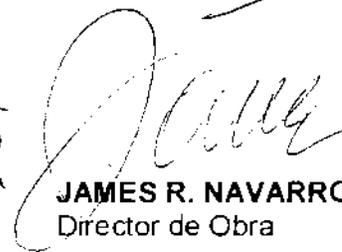
Queda constancia en la presente acta que para que el municipio de Turbana cancele el saldo pendiente al contratista este debe presentar previamente las actualizaciones de pólizas a las que haya lugar.

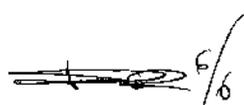
Para constancia se firma a los treinta (30) Días del mes de Diciembre de 2011 por los que en ella ha intervenido


HEYDER DE JESÚS FLÓREZ JULIO
Alcalde Municipal


GUSTAVO BOLANO PASTRANA
Representante Legal Aremca


IVAN DARIO CASTRO ROMERO
Secretario de Planeación


JAMES R. NAVARRO HERAZO
Director de Obra


295