

ANEXO DE CAMINO C-III RECURSOS HÍDRICOS

INDICE

	Página
III. RECURSOS HIDRICOS	III-1
III.1 Recursos Hídricos Superficiales.....	III-1
III.2 Metodología Hidrológica.....	III-2
III.3 Descripción de las Cuencas	III-2
III.4 Hidrología del Agua Superficial.....	III-6

TABLAS

Tabla III-1 Descripción de los Cruces de Cursos de Agua a lo largo de la Carretera Panamericana.....	III-4
Tabla III-2 Resumen de la Evaluación de Efectos Ambientales - Caminos	III-7

III. RECURSOS HIDRICOS

III.1 Recursos Hídricos Superficiales

Existen varios puentes sobre los ríos a lo largo de la carretera. Estos puentes están en ubicaciones potenciales para accidentes donde la carga de concentrado de un camión podría terminar en el río. Los caudales de los ríos son importantes para predecir el efecto del derrame de una carga de concentrado de un camión en el río receptor. Además, la información de la biota del río y la flora y fauna terrestre en los alrededores de los cruces con cota es necesaria para que se pueda emprender una rehabilitación adecuada en el caso de que un derrame accidental ocurra. Esta información así como la información arqueológica se requiere para ayudar en la selección de los mejores corredores de caminos. Esta información ha sido recolectada de los documentos y mapas existentes del gobierno y de visitas de campo realizadas.

Un régimen hidrológico drena el valle del Río Santa entre la cadena de montañas de la Cordillera Negra y la Cordillera Blanca. La precipitación en ésta área es mayor que en la región costera, por lo que los ríos fluyen normalmente todo el año. Algunas de las cuencas sobre el lado oriental de la Cordillera Blanca son alimentadas por glaciares, y por tanto tiene un caudal base relativamente constante.

Otra región está sobre las estribaciones orientales de la Cordillera Blanca. Esta región fluctúa entre los 5,200 a 6,000 metros de elevación y es una barrera al flujo, que tiende al oeste de aire caliente húmedo de los Océanos del Caribe y del Atlántico y de la región Amazónica. Debido a la elevación orográfica de la Cordillera Blanca la mayor parte de la humedad de esta masa de aire se descarga en forma de lluvia en las estribaciones orientales, las cuales son las cabeceras de la cuenca del río Mosna. Este río fluye hacia el este del Marañón y finalmente desemboca en el río Amazonas. Por lo tanto es de esperar que los ríos en esta región tengan los mayores caudales por unidad de área de drenaje.

Las cuencas afectadas por la carretera Panamericana incluyen las desembocaduras costeras de los ríos Huarmey y Fortaleza. De Pativilca a Conococha, la ruta sigue la carretera existente Pativilca-Huaraz, la cual está en la cuenca del Río Fortaleza. Siguiendo hacia el este de Conococha, la carretera atraviesa la porción superior de la cuenca del Río Santa en el Parque Nacional del Huascarán. Luego cruza la divisoria continental, al lado oriental de la Cordillera Blanca. Cerca del emplazamiento de la mina la carretera pasa a través de las cabeceras de las cuencas del Mosna, Vizcarra y Alto Marañón.

La alineación de carreteras en el área del proyecto y las principales cuencas se muestran en el Mapa 6.1.7-1.

III.2 Metodología Hidrológica

Tanto los caudales máximos como los mínimos son importantes, para evaluar los cruces con la carretera propuestos. Los caudales máximos concentrados por alcantarillas y puentes tienden a incrementar la abrasión del lecho y la erosión de las riberas. El caudal en exceso de la capacidad de descarga del puente o la alcantarilla puede ocasionar pérdida de la base de la estructura y su posterior falla. La migración lateral aguas abajo del río producida por la colocación inadecuada de la estructura de cruce puede producir daño o pérdida del relleno de la carretera cercana, de las bases de las casas cercanas o de la tierra agrícola.

El evento de diseño de descarga máxima para los cruces de drenaje ha sido seleccionado como 1 en 100 años. En otras palabras durante los veinte años de vida útil del proyecto, hay un 22% de probabilidad que el sistema experimente la avenida de diseño.

Los caudales mínimos dan una idea de la capacidad amortiguadora de los cursos del agua en el caso de un accidente en un cruce. Si esto ocurre durante la estación de sequía, cuando algunos de los cruces con los ríos de la Cordillera Negra puedan estar secos; podría ser muy fácil contener el daño. A ciertos volúmenes de caudal, habrá suficiente volumen de agua para transportar el concentrado, pero concentraciones químicas inaceptables ocurrirían en el río. El aspecto importante de las estimaciones de caudales bajos involucraría estimar la descarga aproximada del "peor caso" y determinar el período de tiempo "en riesgo" de este caudal.

Debido a que los datos hidrológicos en el Perú son escasos, un método regional de hidrología se usó para estimar la condición del diseño en cada cruce. Este enfoque regional usa datos de caudal registrados. La descripción detallada de esta técnica se incluye en el Apéndice G-III Metodología Hidrológica.

III.3 Descripción de las Cuencas

Hay varios tipos diferentes de cruces con cursos de agua en este proyecto. Para clasificar los cursos de agua en este proyecto se usó el método propuesto por Morten. Este método relaciona el orden del río al número de tributarios dentro de la cuenca. Por ejemplo, un río de primero orden tiene un canal definido en una pequeña cuenca. Los ríos de segundo orden tiene tributarios de primer orden. Los ríos de tercer orden tienen tributarios de segundo orden, entre otros.

Las áreas de captación de las cuencas en el área del proyecto tienden a estar relacionados con el orden del río. Similarmente la densidad de drenaje, la relación de la longitud del río al área de la cuenca, esta algo relacionada al orden del río. Los hidrogramas de las cuencas de densidad de drenaje alta en el terreno escarpado de la montaña del área del proyecto probablemente serán repentinas. Es decir, los caudales instantáneos máximos tienden a producirse poco después que empiezan las tormentas,

poco después que la tormenta termina, la cuenca drena rápidamente, lo cual produce una curva de recesión empinada en el hidrograma.

En esta región, los cursos de agua de orden similar dentro del área del proyecto no se comportan similarmente. Por ejemplo, las cuencas altas de la cuenca del Río Santa reciben aguas de deshielo de los glaciares. El flujo de estas cuencas tiende a ser continuo con algunos picos instantáneos. En la cuenca del Fortaleza, el número de días desde la última lluvia controla el caudal. El Niño también puede afectar significativamente el caudal del río cambiando el lugar donde ocurren las principales tormentas. El impacto del Niño está considerado en los registros de caudal disponibles.

Con los conceptos anteriores en mente los cruces con los ríos para este proyecto fueron categorizados para definir conceptualmente su respuesta hidrológica. Los siguientes puntos definen las tres categorías usadas para este análisis:

- ☒ **Categoría 1**, un río o curso de agua principal de cuarto orden o más;
- ☒ **Categoría 2**, un curso de agua de tercer o segundo orden, usualmente necesita alcantarillas como la estructura de cruce, y
- ☒ **Categoría 3**, un curso de agua de segundo o primer orden, puede tener alcantarillas en el río Santa pero puede no requerir ninguna estructura formal en la cuenca seca del río Fortaleza.

Los siguientes párrafos describen las condiciones hidrológicas de los cruces para los tres tramos de Carretera en este Proyecto.

Tramo 1 de la Ruta 1

Esta ruta conecta Pativilca a la ubicación de las instalaciones del Puerto en Huarmey, usando la Carretera Panamericana. Este es una carretera de doble sentido, que pasa a través de varios pueblos pequeños. La mayor parte del terreno es desierto con agricultura bajo riego en algunos de los valles del río.

La lluvia a lo largo de esta sección de la carretera es extremadamente irregular en ocurrencia y limitada en intensidad. Los cauces de los ríos están secos la mayor parte del año. Sin embargo, como se discutió en el Apéndice G-III, significativa inundación puede ocurrir durante los años del Niño en el Perú.

Debido a que esta cuenca es extremadamente seca, la mayor parte de los cruces en los cursos de agua o hondonadas no tienen estructuras formales de drenaje. A lo largo del curso de la Carretera Panamericana, las dos excepciones son un puente a través del Río Fortaleza y un puente de concreto sobre el Río Seco. Afortunadamente, hay una estación de medición en el Río Fortaleza para proveer alguna información que puede

ser usada para el diseño de la estructura. El Río Seco no tiene una estación de medición, pero normalmente está seco.

Tabla III-1 Descripción de los Cruces de Cursos de Agua a lo largo de la Carretera Panamericana

Ubicación	Tipo de Cruce	Flujo de Diseño m ³ /s	Profund. de Agua (metros)*	Ancho del Canal (metros)*	Material de base
Río Fortaleza	Puente	134	3.77	3.0	bolones, cantos rodados y arena
RíoSeco	Chatas	19.3	1.78	15	bolones, cantos rodados y arena

*Aproximado

Tramo 2 de La Ruta

La mayor parte de la ruta se sitúa en la cuenca del Río Fortaleza. Una pequeña sección de la carretera cerca a Conococha se encuentra en la parte alta de la cuenca del Río Santa.

El área de captación del Río Fortaleza tiene un tamaño aproximado de 1950 Km², la longitud total del lecho del río principal es de 111 km, con una pendiente promedio de 4%. Los límites de la cuenca son la cuenca del río Huarmey al Norte; el Pativilca al sur y al este; la captación del Santa al este; y el Océano Pacífico al Oeste.

De Diciembre a Abril es la estación húmeda y de Mayo a Diciembre la estación seca. Durante la estación húmeda, el régimen de flujo en el Río Fortaleza es torrencial, con grandes fluctuaciones en la descarga. Durante la estación seca, algunas veces no hay flujo, la cual puede ser el resultado combinado de la falta de lluvia y tomas de riego por los agricultores en el valle del río.

Los registros de descarga de la estación de la Rinconada (Río Fortaleza) (1963 - 1993) indican que la descarga mensual promedio media máxima registrada fue 45 m³/s y la descarga mensual media registrada fue cero.

La porción más baja de la ruta viaja a través del área desarrollada en la irrigación a lo largo del área de inundación del Río Fortaleza. En la mayor parte de esta ruta, la carretera sigue a lo largo del lado sur o izquierdo del valle. Todos los ríos al norte de la carretera son cercos y están clasificados como cruces de categoría 3. La mayoría de estos cruces no parecen tener ninguna forma de estructura de drenaje. Conforme la ruta asciende dentro de la región montañosa, algunas de las cuencas tributarias se definen mejor y podrían considerarse como cruces de Categoría 2. La mayoría de estos cruces más altos tiene estructuras de drenaje, ya sea un simple tramo del puente o una alcantarilla. Los puentes son estructuras de concreto y las alcantarillas son de

acero corrugado o de concreto de cámara doble. Todas las estructuras investigadas estuvieron en buenas condiciones.

La Tabla III-1 resume las características de los cruces en el tramo 2 y provee un estimado del caudal de diseño.

Tramo 3

El tramo 3 de la carretera de acceso está situado en las partes altas de las cuencas de los Ríos Santa y Pativilca. Hidrológicamente el Río Pativilca en su parte alta fue considerado similar al Río Santa. Los siguientes párrafos son una descripción de los principales vertientes cruzadas por la carretera.

Río Santa

El área de drenaje del Río Santa tiene aproximadamente 12,200 Km² del área. La longitud total de la corriente principal es de aproximadamente 330 km, con una pendiente promedio de 14%. La captación del Río Santa esta limitada por las captaciones de los ríos Mosna y Marañón en el este y las captaciones de los Ríos Pativilca y Fortaleza en el sur y sudoeste. La porción occidental de esta vertiente esta limitada por las captaciones del Virú, Chao, Lacramarca, Nepeña, Casma, Huarmey y Fortaleza.

El régimen de flujo en el Río Santa es torrencial durante la estación húmeda. Algunas de las menores captaciones sobre las estribaciones del oeste de la Cordillera Blanca están alimentados por agua de deshielo de los glaciares. El agua de deshielo provee un flujo estable, aún durante la estación seca. De Diciembre a Abril es la estación lluviosa y de Mayo a Setiembre la estación seca.

De acuerdo al "Estudio de Reconocimiento del uso del recurso hídrico por los diferentes sectores productivos del Perú", el flujo anual promedio a la salida de la captación del Río Santa es de aproximadamente 158 m³/s. Las curvas de diseño y los estimados de descarga del caudal bajo se basaron en los datos de las estaciones hidrológicas.

El río Santa se origina en la laguna Conococha y tiene numerosos tributarios grandes principalmente; Pachacuti, Yanayacse, Olleros, Quellcayacu, Quebrada Honda, Llanganuco, Paron, Cedros, Quitarasca, Mantas y Pelagatos. Esos ríos que se originan en las estribaciones o accidentes de la Cordillera Blanca generan más caudal que los tributarios en las estribaciones orientales de la Cordillera Negra más árida.

Río Pativilca

El área de captación del Río Pativilca es aproximadamente 4,762 km². La longitud total de la corriente principal es 172 km con una pendiente promedio de 3%. La captación está limitada por las captaciones de los ríos Santa y Fortaleza al norte, las captaciones del Río Supe y Huaura al Sur; las captaciones de los Ríos Huaura y Alto

Marañón al Este y el Océano Pacífico al Oeste. El régimen de caudal en el Río Pativilca tiene un régimen irregular y torrencial. De Diciembre a Abril es la estación húmeda y Mayo a Setiembre la seca. El caudal promedio anual es el Río Pativilca a la salida es aproximadamente 49 m³/s ("Estudio de Reconocimiento del uso del Recurso Hídrico por los Diferentes Sectores Productivos en el Perú"). Yanapampa es la única estación hidrológica en esta captación. Los datos de descarga mensual registrados en Yanapampa (1960 - 1993) indican una descarga máxima de 114 m³/s y una media de 15 m³/s.

III.4 Hidrología del Agua Superficial

La hidrología del agua superficial ha sido discutida en la sección 6.2. Un buen diseño hidráulico y la implementación de procedimientos de mitigación para el control de aguas de tormenta y del sedimento deberían minimizar los efectos sobre la hidrología, el transporte de sedimento y la calidad del agua. Los efectos residuales se resumen en la tabla III-2.

Tabla III-2 Resumen de la Evaluación de Efectos Ambientales - Caminos

Actividad del proyecto	Efecto ambiental potencial Positivo (P) o Adverso (A)	Mitigación planeada	Criterios de significancia para los efectos ambientales negativos					Clasificación de efectos ambientales residuales	Nivel de confianza
			Magnitud	Extensión geográfica	Duración/Frecuencia	Reversibilidad	Contexto ecológico/sociocultural y económico		
Cruces de Cursos de Agua	Socavamiento de roca & sedimentación (A)	Dimensionamiento y alineación	1	2	1/1	R	1	N	3
	- erosión de bancos (A)	protección de bancos.	1 - 2	1		R	1	N	2
	- derrame de petróleo o aceites (A)	mantenimiento de camiones	2	1			1		2
	- derrame de concentrados (A)	remoción de concentrado	1	3- 4		R		N	
-	materiales de construcción	limpieza							

Magnitud:

- 1 = Baja: por ej., grupo específico, localizado, una generación o menos, dentro de los niveles naturales de variación
 2 = Mediana: por ej., parte de una población, 1 ó 2 generaciones, cambio rápido e impredecible, temporalmente fuera de los rangos de variabilidad natural
 3 = Alta: por ej., afecta una especie o población completa fuera de los rangos de la variabilidad natural

Extensión geográfica:

- 1 = <1 km²
 2 = 1 - 10 km²
 3 = 11 - 100 km²
 4 = 101 - 1000 km²
 5 = 1001 - 10 000 km²

Duración:

- 1 = <1 mes
 2 = 1 - 11 meses
 3 = 1 - 5 años
 4 = 6 - 20 años
 5 = >20 años

Frecuencia:

- 1 = <11 eventos/año
 2 = 11 - 50 eventos/año
 3 = 51 - 100 eventos/año
 4 = >100 eventos/año
 5 = >continua

Reversibilidad:

- R = Reversible
 I = Irreversible

Contexto ecológico/sociocultural:

- 1 = Zona prístina, en su estado original o no afectada por la actividad humana; zona resistente al estrés.
 2 = Indicios de efectos adversos y/o zona frágil con poca resistencia al estrés.

Clasificación de efectos ambientales residuales:

- = Efecto adverso significativo
 N = Sin efecto residual significativo
 + = Efecto positivo

Nivel de confianza:

- 1 = Bajo nivel de confianza (no se tiene confianza en la predicción, podría variar considerablemente)
 2 = Nivel intermedio de confianza (hay cierta confianza en la predicción, variabilidad moderada)
 3 = Alto nivel de confianza (variabilidad baja)
 -