

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROCESOS FLUVIOMORFOLÓGICOS DE RELEVANCIA EN
EL RÍO TAHUAMANU EN EL ÁMBITO DEL PUENTE
TAHUAMANU**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

BILLY FRANK SOLÓRZANO CONTRERAS

LIMA- PERÚ

2013

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

“A quienes debo lo que
soy. Mis padres”

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis: "Procesos fluviomorfológicos de relevancia en el río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu", es resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas, quienes leyendo, opinando, compartiendo información, corrigiendo, dando ánimos, acompañando en los buenos y malos momentos, me ayudaron a culminar esta investigación.

Quiero empezar agradeciendo a mis asesores, el Ing. Roberto Campaña Toro y al Ing. Edgar Rodríguez Zubiato, quienes me apoyaron constantemente con conocimientos, información y consejos.

Agradezco al Comandante Hugo Montoro, al Dr. Jorge D. Abad, al Ing. Christian Frias y al Ing. Ronald Gutiérrez, quienes, en el Servicio de Hidrografía y Navegación de Iquitos, me apoyaron en temas e información especializada en ríos de la Amazonía.

A mis padres, cuyo apoyo incondicional vengo recibiendo desde siempre, y que en este periodo de elaboración de la Tesis supieron tenerme paciencia.

También quiero agradecer a mis amigos, que me apoyaron con sus conocimientos, su compañía, sus ánimos y que estuvieron conmigo en todo momento.

Gracias a todos.

ÍNDICE

RESUMEN	VIII
LISTA DE CUADROS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	XIV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 MORFOLOGÍA DE LOS RÍOS	1
1.2 PERFIL LONGITUDINAL DE CAUCES DE LLANURA AMAZÓNICA	1
1.3 SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN RÍO.....	2
1.4 PROPIEDADES MORFOLÓGICAS DE LOS RÍOS.	3
1.4.1 Thalweg	3
1.4.2 Sinuosidad	3
1.4.3 Barras.....	4
1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS.....	5
1.5.1 Clasificación de los ríos según su sinuosidad.	5
1.5.2 Clasificación de los ríos según su edad.....	6
1.5.2.1 <i>Formación</i> o Niñez.....	6
1.5.2.2 <i>Juventud</i>	6
1.5.2.3 <i>Madurez</i>	6
1.5.3 Criterios matemáticos para la clasificación de ríos.....	7
1.6 RÍOS MEÁNDRICOS.	9
1.6.1 Geometría de un meandro	10
1.6.2 Relaciones geométricas empíricas	11
1.6.3 Causas de cambios fluviomorfológicos en ríos meándricos.....	12
1.6.3.1 <i>Obras civiles</i>	12
1.6.3.2 <i>Contaminación</i>	13
1.6.3.3 <i>Transporte de sedimentos y cortes de meandros</i>	13
1.6.4 Formas de migración de meandros.	15
1.6.5 Iniciación del movimiento de una partícula.....	15
1.7 IMÁGENES SATELITALES.....	18
1.7.1 Satélites artificiales.....	18
1.7.2 Bandas Espectrales.....	19

1.7.3	Combinación de Bandas Espectrales.....	19
CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DEL		
RÍO TAHUAMANU.....21		
2.1	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO TAHUAMANU.....	21
2.1.1	Ubicación.....	21
2.1.2	Clima.....	22
2.1.3	Precipitación.....	22
2.1.4	Vegetación.....	23
2.1.5	Características geológicas del río Tahuamanu.....	23
2.1.5.1	<i>Formación Madre de Dios</i>	23
2.1.5.2	<i>Formación Ipururo</i>	24
2.2	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS.....	26
2.2.1	Área y perímetro de la cuenca.....	26
2.2.2	Longitud y pendiente del cauce principal.....	26
2.2.3	Factor de forma.....	26
2.2.4	Índice de compacidad.....	26
2.3	CAUDAL DOMINANTE.....	27
2.3.1	Método geométrico.....	27
2.3.2	Métodos estadísticos.....	28
2.3.3	Métodos morfológicos.....	29
2.3.4	Valores obtenidos.....	29
2.4	EFFECTOS MORFOLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN.....	30
2.5	CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA EN EL ÁMBITO DEL PUENTE TAHUAMANU.....	31
CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN FLUVIOMORFOLÓGICA DEL RÍO		
TAHUAMANU EN EL TRAMO DEL PUENTE TAHUAMANU.....33		
3.1	METODOLOGÍA DE PREDICCIÓN.....	33
3.1.1	Análisis multitemporal.....	33
3.1.2	Métodos empíricos.....	33
3.2	CARACTERÍSTICAS FLUVIOMORFOLÓGICAS DEL RÍO TAHUAMANU.....	34
3.2.1	Características geométricas del río Tahuamanu.....	34
3.2.1.1	<i>Sinuosidad</i>	35
3.2.1.2	<i>Radio de curvatura(R), Longitud de onda(λ), Ancho (W) y Amplitud (A) promedio del río Tahuamanu</i>	36

3.2.2	Relaciones geométricas y migración del río Tahuamanu.....	37
3.2.3	Influencia de quebradas tributarias en la migración local del río Tahuamanu.....	40
3.2.4	Migración promedio del Río Tahuamanu.....	41
3.3	CARACTERÍSTICAS FLUVIOMORFOLÓGICAS DEL RÍO TAHUAMANU EN EL ÁMBITO DEL PUENTE TAHUAMANU.	42
3.3.1	Características geométricas del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.....	42
3.3.1.1	<i>Sinuosidad.</i>	42
3.3.1.2	<i>Radio de curvatura, Longitud de onda, Ancho y Amplitud del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu</i>	43
3.3.2	Evaluación de estabilidad del cauce del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.....	43
3.3.2.1	<i>Características geotécnicas del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.</i>	44
3.3.3	Migración en el ámbito del puente Tahuamanu (Metodología de análisis multitemporal de imágenes satelitales).....	47
3.3.4	Migración en el ámbito del puente Tahuamanu (Metodología empírica).....	48
3.3.4.1	<i>Modelo de Hooke.</i>	48
3.3.4.2	<i>Modelo de Hickin y Nanson.</i>	49
	CAPÍTULO 4 POTENCIALES APLICACIONES DEL ESTUDIO EN EL DISEÑO DE OBRAS VIALES DE LA ZONA.	52
4.1	APLICABILIDAD EN EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE OBRAS CIVILES	52
4.2	APLICABILIDAD EN EL DISEÑO DE TRAZO DE VÍAS DE TRANSPORTE.	53
4.3	APLICABILIDAD EN LA LOCACIÓN DE OBRAS CIVILES.	55
4.4	APLICABILIDAD EN LA DETERMINACIÓN DEL CINTURÓN MEÁNDRICO.....	58
4.5	APLICABILIDAD EN LA RESTAURACIÓN DE RÍOS.	59
	CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1	CONCLUSIONES	62
5.2	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	67

ANEXOS	69
ANEXO A: PANEL FOTOGRÁFICO	70
ANEXO B: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	75
ANEXO B1. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS MEDIDAS POR EL INGEMMET	76
ANEXO B2. EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD (COLIN THORNE).	86
ANEXO C: PLANOS.	94
ANEXO D: HIDROLOGÍA	108
ANEXO D1. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN ASIS - BRASIL	109
ANEXO D2. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN IBERIA.....	116
ANEXO D3. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN PUERTO MALDONADO..	127
ANEXO D4. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN QUINCEMIL.	146
ANEXO D5. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE.	150
ANEXO D6: ASIGNACIÓN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS (METODOLOGÍA IILA) ...	163
ANEXO D7. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO HEC-HMS.	169
ANEXO E: HIDRÁULICA	172

RESUMEN

La presente tesis titulada: "Procesos fluviomorfológicos de relevancia en el río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu", nace a partir de los eventos ocurridos en los últimos años en el ámbito del puente Tahuamanu.

El río Tahuamanu, durante los últimos años, ha venido erosionando la margen izquierda del río adyacente al puente Tahuamanu de manera acelerada.

A partir de ello se realiza la presente investigación para caracterizar los procesos fluviomorfológicos, principalmente migración, del río en base a dos metodologías propuestas. La primera metodología utiliza imágenes satelitales, obtenidas de páginas de descarga de instituciones internacionales como ESDI (Earth Science Data Interface) y CBERS (satélite chino-brasileño de recursos terrestres). Las imágenes satelitales, con un tratamiento adecuado, permiten obtener información estadística con la cual se pueden generar ecuaciones empíricas basadas en investigaciones realizadas previamente. La segunda metodología utiliza las ecuaciones empíricas obtenidas de investigadores como Hooke, Hickin y Nanson, quienes analizaron ríos canadienses y europeos.

De las metodologías aplicadas, destaca la metodología de análisis multitemporal, ya que con ella se pudo observar la evolución en la tasa de migración en el ámbito del puente, dando a conocer la problemática que implica la construcción de puentes en llanuras amazónicas.

Finalmente, durante la realización de la tesis, se llega a destacar la importancia de los estudios de fluviomorfología para el desarrollo del país, los cuales no solamente abarcan los estudios que envuelven la problemáticas de cruce río – puente sino también el impacto que implica la construcción de los puentes hacia aguas abajo y aguas arriba de la ubicación del mismo.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.1	Relación geométrica entre Longitud de onda y Caudal Dominante	11
Cuadro N° 1.2	Relaciones geométricas entre amplitud, ancho, longitud de onda y radio de curvatura.....	12
Cuadro N° 1.3	Velocidades críticas del agua para materiales no cohesivos (m/s).....	16
Cuadro N° 1.4	Velocidades críticas del agua para materiales cohesivos (m/s).....	17
Cuadro N° 1.5	Bandas espectrales Landsat.....	19
Cuadro N° 1.6	Combinaciones de bandas más utilizadas.....	20
Cuadro N° 2.1	Estaciones pluviométricas.....	23
Cuadro N° 2.2	Caudales de desborde en secciones del río Tahuamanu.....	28
Cuadro N° 2.3	Caudales máximos para distintos periodos de retorno.....	29
Cuadro N° 2.4	Valores obtenidos de caudal dominante.....	30
Cuadro N° 2.5	Valores para el cálculo del coeficiente de Manning en el canal principal y llanura de inundación del río Tahuamanu.....	31
Cuadro N° 2.6	Caracterización hidráulica en el ámbito del puente Tahuamanu.....	32
Cuadro N° 3.1	Valores promedios de los parámetros geométricos del río Tahuamanu.....	36
Cuadro N° 3.2	Estimaciones geométricas en base a mediciones promedio del río Tahuamanu	36
Cuadro N° 3.3	Parámetros geométricos aguas arriba y aguas abajo del puente Tahuamanu.....	43
Cuadro N° 3.4	Resumen de muestras tomadas en campo.....	46
Cuadro N° 3.5	Evaluación de la migración del río Tahuamanu mediante el modelo de Hickin y Nanson.....	50
Cuadro N° 3.6	Comparación de la migración del río Tahuamanu mediante el modelo de Hickin y Nanson y análisis multitemporal.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº 1.1	Perfil longitudinal y secciones representativas de un río.....	2
Figura Nº 1.2	Ubicación de los thalweg, barra, rápidos y pozos.	3
Figura Nº 1.3	Representación de la geometría del valle de un río.....	4
Figura Nº 1.4	Clasificación de las barras.	4
Figura Nº 1.5	Geometría de un río según su sinuosidad.	5
Figura Nº 1.6	Esquema de las etapas de un río.	8
Figura Nº 1.7	Criterio de Leopold y Wolman, y Lane para clasificación de ríos.	8
Figura Nº 1.8	Criterio de S.A. Schumm y H.R. Khan para clasificación de ríos.	9
Figura Nº 1.9	Formas típicas de ríos meándricos.....	10
Figura Nº 1.10	Parámetros geométricos de un meandro.....	11
Figura Nº 1.11	Esquema de la migración de los meandros.....	14
Figura Nº 1.12	Esquema del corte de un meandro.....	14
Figura Nº 1.13	Modos de migración de los meandros.....	15
Figura Nº 1.14	Página de descarga de imágenes satelitales.	18
Figura Nº 2.1	Vista aérea del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.....	21
Figura Nº 2.2	Ubicación de estaciones pluviométricas y Polígonos de Thiessen.	22
Figura Nº 2.3	Cuadrángulo de Iberia, río Tahuamanu, coordenadas UTM: 8750267N 385420E. Formación Madre de Dios.	24
Figura Nº 2.4	Cuadrángulo de San Lorenzo, Río Tahuamanu. Coordenadas UTM: 8735370N, 453362E. Formación Madre de Dios en discordancia sobre la formación Ipururo.....	25
Figura Nº 2.5	Extracto de la carta geológica 19-10 del cuadrángulo de San Lorenzo.....	25
Figura Nº 2.6	Criterio geométrico para estimar el nivel de desborde o “bankfull”.	28
Figura Nº 2.7	Secciones representativas para el análisis hidráulico del río Tahuamanu.....	33
Figura Nº 3.1	Clasificación del río Tahuamanu según los criterios de Leopold Wolman y Lane.....	34

Figura N° 3.2	Variación de la sinuosidad del río Tahuamanu a través del tiempo	35
Figura N° 3.3	Cortes de meandro aguas abajo del puente Tahuamanu.	35
Figura N° 3.4	Parámetros geométricos del río Tahuamanu.	36
Figura N° 3.5	Migración local vs radio y ancho local, años 1985-1989.....	37
Figura N° 3.6	Migración local vs radio y ancho local, años 2000-2003.....	38
Figura N° 3.7	Migración local vs radio y ancho local, años 2009-2011.....	38
Figura N° 3.8	Relación adoptada entre migración local, radio y ancho local.....	39
Figura N° 3.9	Relación entre área de cuenca aportante y migración local. ...	40
Figura N° 3.10	Evolución del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.....	41
Figura N° 3.11	Evolución de la sinuosidad aguas arriba del puente Tahuamanu.....	42
Figura N° 3.12	Evolución de la sinuosidad aguas abajo del puente Tahuamanu.....	43
Figura N° 3.13	Evolución de la tasa de migración en el ámbito del puente Tahuamanu.....	47
Figura N° 3.14	Fenómeno de estrangulamiento debido al cruce río-puente....	48
Figura N° 3.15	Gráfica para determinación del esfuerzo cortante resistente (Y_b) según el diámetro medio D_{50}	49
Figura N° 4.1	Aproximación del río Tahuamanu a la carretera interoceánica y colocación de geobolsas en la margen izquierda afectada	53
Figura N° 4.2	Zonas baja tasa de migración en el río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.	54
Figura N° 4.3	Corte de meandro en la ciudad de Iñapari.....	56
Figura N° 4.4	Variación del río Tahuamanu en el ámbito del distrito de Iberia.	57
Figura N° 4.5	Cambios fluviomorfológicos en el Río Ucayali.....	58
Figura N° 4.6	Esquema de restauración del río Cole.....	60
Figura N° 4.7	Esquema de restauración del río Skerne.....	61
Figura N° A. 1	Puente Tahuamanu hacia Puerto Maldonado.	71
Figura N° A. 2	Lecho del río Tahuamanu aguas arriba del puente Tahuamanu.....	71

Figura N° A. 3	Terraza en la margen derecha de material cohesivo y lecho areno - limoso.	72
Figura N° A. 4	Material acumulado del lecho de río (limpieza del río).	72
Figura N° A. 5	Terraza empinada en la margen derecha aguas arriba del puente.	73
Figura N° A. 6	Vegetación densa en la margen izquierda aguas arriba del puente.	73
Figura N° A. 7	Defensas ribereñas en la margen derecha del río.	74
Figura N° A. 8	Defensas ribereñas en la margen izquierda del río.	74
Figura N° B. 1	Columna litoestratigráfica N°6 del cuadrángulo de la quebrada Mala.	77
Figura N° B. 2	Columna litoestratigráfica N°7 del cuadrángulo de la quebrada Mala.	78
Figura N° B. 3	Columna litoestratigráfica N°8 del cuadrángulo de Iberia.	79
Figura N° B. 4	Columna litoestratigráfica N°9 del cuadrángulo de Iberia.	80
Figura N° B. 5	Columna litoestratigráfica N°10 del cuadrángulo de San Lorenzo.	81
Figura N° B. 6	Columna litoestratigráfica N°11 del cuadrángulo de San Lorenzo.	82
Figura N° B. 7	Columna litoestratigráfica N°12 del cuadrángulo de San Lorenzo.	83
Figura N° B. 8	Mapa de ubicación de las columnas litoestratigráficas.	84
Figura N° B. 9	Plano de calicatas del río Tahuamanu.	85
Figura N° D. 1	Zonas Pluviométricas del IILA.	165
Figura N° D. 2	Hietograma de diseño para un Tr de 5 años.	168
Figura N° D. 3	Modelo hidrológico de la cuenca del Tahuamanu.	170
Figura N° D. 4	Caudal de diseño del río Tahuamanu (Tr=5 años).	170
Figura N° D. 5	Hidrograma para la zona del puente Tahuamanu (Tr=5 años).	171
Figura N° D. 6	Resultados de la cuenca del Tahuamanu.	171
Figura N° E. 1	Vista en planta de las secciones del río en la zona del puente Tahuamanu.	173
Figura N° E. 2	Caudales analizados.	173
Figura N° E. 3	Perfil de la superficie de agua para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.	173

Figura N° E. 4	Sección 50 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	174
Figura N° E. 5	Sección 200 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	174
Figura N° E. 6	Sección 350 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	174
Figura N° E. 7	Sección 1050 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	175
Figura N° E. 8	Sección 1200 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	175
Figura N° E. 9	Sección 1500 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	175
Figura N° E. 10	Sección 2300 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	176
Figura N° E. 11	Sección 3000 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	176
Figura N° E. 12	Sección 3600 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	176
Figura N° E. 13	Sección 4200 para $T_r = 1.5, 2.0, 2.5$ y 5.0 años.....	177
Figura N° E. 14	Tabla de resultados del HEC-RAS 4.1e	177

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

A	Amplitud del meandro.
A_C	Área de cuenca.
B	Ancho de cuenca.
C	Curvatura del meandro.
D	Diámetro medio de partículas de sedimentos.
h	Profundidad máxima de sección de río.
K_C	Índice de compacidad.
L	Longitud del cauce principal.
L_V	Longitud del eje del valle del río.
L_{VR}	Longitud del inicio y fin del tramo del valle del río.
L_R	Longitud del eje del río.
m	Valor que considera la sinuosidad del canal.
n	Coefficiente de Manning
n_b	Coefficiente de Manning para canal recto y uniforme.
n_1	Valor para para corregir el efecto por irregularidades de superficie.
n_2	Valor que considera la variación de forma del canal principal.
n_3	Valor que considera el efecto de obstrucción al flujo.
n_4	Valor que depende de la vegetación y condiciones de flujo.
$P_{\max 24}$	Precipitación máxima de 24 horas.
Q	Caudal.
Q_D	Caudal dominante.
Q_m	Caudal medio anual.
Q_S	Caudal sólido
R	Radio de curvatura del meandro.
S	Pendiente media del eje del río.
S_E	Pendiente de equilibrio.
S_{AB}	Pendiente media en el tramo AB.
S_R	Sinuosidad del río.
S_V	Sinuosidad del valle del río.
T_R	Periodo de retorno.
W	Ancho del río.
Y	Tirante

λ	Longitud de onda meándrica.
CBERS	Satélite Chino-Brasileño de Recursos Terrestres
CONIRSA	Concesionaria Interoceánica Sur.
ESDI	Earth Science Data Interface
IIFIC	Instituto de investigación de la facultad de Ingeniería Civil.
IILA	Instituto Italo-Latino Americano.
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
SHNA	Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía.
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se realizó con el objetivo principal de caracterizar los cambios fluviomorfológicos del río Tahuamanu, el cual se encuentra en la llanura amazónica de la selva peruana en la región Madre de Dios, y entender la importancia de la dinámica de este río meándrico para con las obras civiles que se construyen en su entorno, y en particular para el puente Tahuamanu.

En el capítulo I se describe los conceptos básicos sobre ríos meándricos, sus propiedades morfológicas, métodos de clasificación, las propiedades geométricas de los ríos meándricos, las causas de cambios fluviomorfológicos e imágenes satelitales.

En el capítulo II se realiza la caracterización hidrológica e hidráulica con ayuda de los programas HEC-HMS y HEC-RAS. Se recopiló información de precipitación de la zona de estudio de las estaciones Iberia, Puerto Maldonado, Quincemil y Asis (Brasil) con los cuales se modeló la cuenca del río Tahuamanu. Seguidamente, con los caudales obtenidos para distintos periodos de retorno, se obtuvieron los caudales y parámetros hidráulicos de la zona del puente Tahuamanu.

En el capítulo III se realiza la caracterización fluviomorfológica del río Tahuamanu. Para ello se utilizó dos metodologías. La primera, trata de un análisis multitemporal de imágenes satelitales, con la cual se obtiene información estadística del río para la zona de estudio deseada. La segunda metodología es la utilización de ecuaciones empíricas que fueron desarrollados por los investigadores Hooke, Hickin y Nanson, quienes proponen correlacionar la migración con parámetros geométricos e hidráulicos del río y la cuenca del río.

En el capítulo III se da mayor interés al análisis multitemporal de imágenes satelitales. Pues de esta metodología se obtiene información estadística para el río Tahuamanu. Como punto principal del capítulo III, se presenta una ecuación resultante de una envolvente de puntos que relaciona los parámetros geométricos del río Tahuamanu con las tasas de migración observadas a lo largo de los años. Esta metodología se basa en las investigaciones realizadas

por Hickin y Nanson, quienes elaboraron formulaciones empíricas estudiando ríos canadienses. Esta ecuación empírica permitirá estimar aproximadamente las tasas de migración según parámetros locales de la zona de estudio.

Finalmente, en el capítulo IV, se presenta las potenciales aplicaciones de los estudios de fluviomorfología en ríos de llanura amazónica y algunas experiencias que se vienen realizándose en otros países.

La exitosa culminación de esta investigación se logró gracias al apoyo del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería (IIFIC-UNI) y del Servicio de Hidrografía y Navegación de Iquitos y, además, del apoyo de los Ingenieros Roberto Campaña, Edgar Rodríguez, Marisa Silva y el Dr. Jorge D. Abad.

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 MORFOLOGÍA DE LOS RÍOS

La morfología de río estudia las formas fluviales de los ríos y el mecanismo mediante el cual el río ha llegado a ellas. Las formas que pueden tener los ríos pueden originarse debido a su propio comportamiento o debido a acciones externas, principalmente humanas.

Cuando se habla de la forma fluvial de un río, debe entenderse que se hace referencia a la forma que éste tiene visto desde el aire (Rocha, 2009).

La geometría de un río no es estable a lo largo del tiempo. Estos varían básicamente por los caudales que se presentan en las épocas de estiaje y avenida, por las características geológicas de la cuenca a la que pertenece y la cobertura vegetal, entre otros.

Predecir con exactitud los cambios fluviomorfológicos requiere conocer detalladamente las características del material que conforma la zona por donde discurre el flujo, las características geométricas, el transporte de sedimentos del flujo; la influencia de factores como la cobertura vegetal, tamaño de las raíces, rugosidad; y utilizar modelos matemáticos adecuadas a los objetivos.

Las ecuaciones que gobiernan un flujo tridimensional son las ecuaciones de Navier-Stokes. La mayoría de software para predicción de morfología de ríos utiliza simplificaciones de este conjunto de ecuaciones, pues el costo computacional requerido para su procesamiento es alto y además se requiere información detallada que muchas veces no está disponible.

1.2 PERFIL LONGITUDINAL DE CAUCES DE LLANURA AMAZÓNICA

El río Tahuamanu se encuentra en la llanura amazónica de la selva peruana. El eje hidráulico de los ríos de llanura amazónica no es una línea recta. El recorrido fluvial tiene una tendencia natural a la sinuosidad. La sinuosidad representa en el río el mínimo consumo de energía. La pendiente de un río varía a lo largo de su recorrido. A medida que el río avanza aguas abajo, su pendiente disminuye gradualmente como se muestra en la Figura N° 1.1.

La disminución de la pendiente de un río significa pérdida de capacidad de arrastre de partículas, pérdida de poder de erosión del cauce y disminución del tamaño de partículas que arrastra.

Con esto se puede deducir que en las partes altas de las cuencas, donde nacen los ríos, hay una gran capacidad de erosión y velocidades altas que permiten el arrastre de partículas gruesas.

En las zonas intermedias, de pendientes moderadas, se aprecia disminución de velocidad y por lo tanto deposición de material grueso.

En las zonas bajas, donde la pendiente es suave, las velocidades son bajas lo que implica únicamente el transporte de material muy fino y la deposición de material pequeño. Esta es una característica saltante de las llanuras amazónicas.

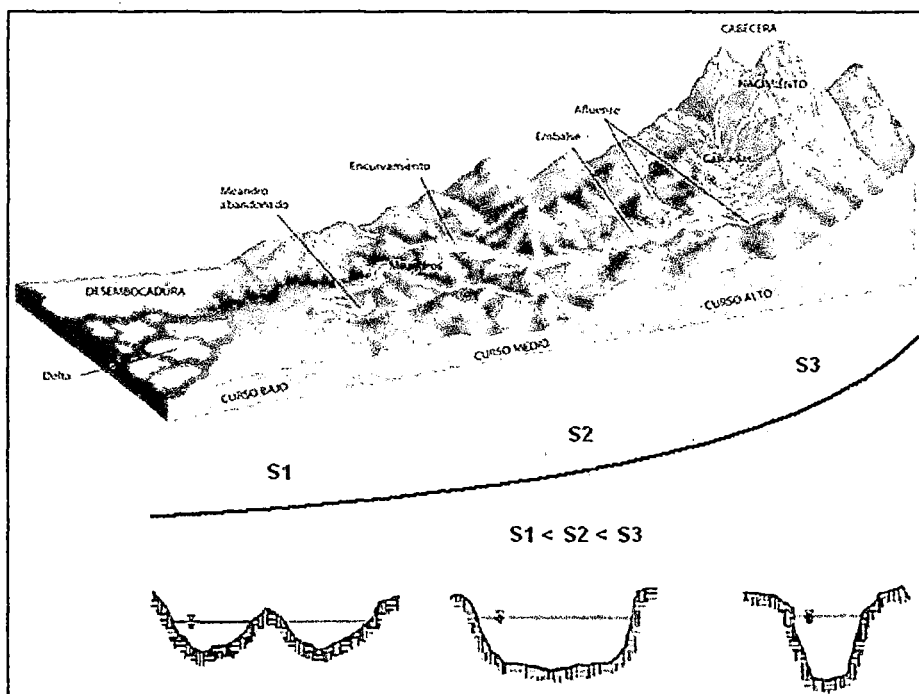


Figura Nº 1.1 Perfil longitudinal y secciones representativas de un río.

1.3 SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN RÍO

La sección transversal de un río depende principalmente de la geometría en planta, del tipo del río y de las características de los sedimentos que conforman el lecho y los que son transportados por la corriente. Si hablamos de la sección transversal en una curva, se notará en la margen externa del río una mayor profundidad a comparación con la margen interna. Si se trata de un tramo recto, las variaciones entre sus márgenes no son muy significativas.

La sección transversal típica que presenta un río meándrico, en curvas, es de forma trapezoidal debido a su alta sinuosidad

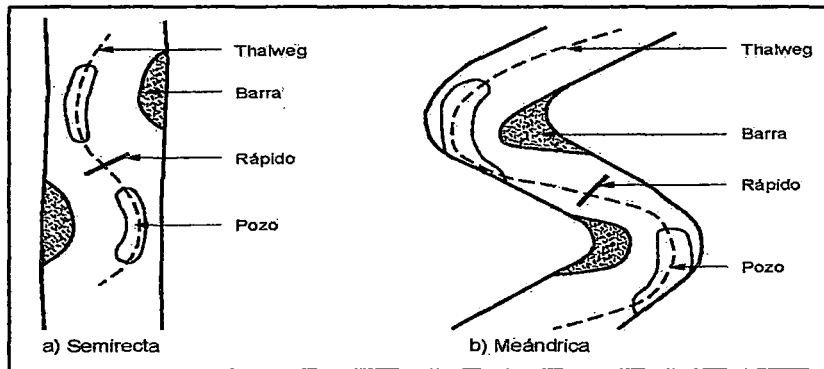
En la Figura N° 1.1 se pueden apreciar algunas secciones transversales típicas de un río en las zonas altas, medias y bajas.

Los parámetros hidráulicos más relevantes que se deben conocer en una sección transversal son: ancho, área, profundidad promedio, radio hidráulico, perímetro mojado.

1.4 PROPIEDADES MORFOLÓGICAS DE LOS RÍOS.

1.4.1 Thalweg

Es la línea en un río en donde el cauce es más profundo y el flujo posee mayor velocidad. Esta línea no es fija en el cauce ya que se mueve de un margen a otro. El thalweg se presenta en todas las corrientes naturales. En la Figura N° 1.2 se presenta la ubicación del thalweg en los ríos de forma semirecta y meándrica.



Control de erosión, Suárez Días, 2001.

Figura N° 1.2 Ubicación de los thalweg, barra, rápidos y pozos.

1.4.2 Sinuosidad

Según Leopold y Wolman, la sinuosidad de un río se establece entre la relación de la longitud del thalweg y la longitud del valle, se denomina así a una línea recta entre el inicio y fin del tramo.

El cálculo de la sinuosidad se obtiene de:

$$S_V = \frac{L_V}{L_{VR}} \quad , \quad S_R = \left(\frac{L_R}{L_{VR}} \right) * \frac{1}{S_V}$$

Donde:

S_V : Sinuosidad del valle.

S_R : Sinuosidad del río.

L_V : Longitud del eje del valle.

L_R : Longitud del eje del río.

L_{VR} : Longitud del inicio y fin del tramo del valle.

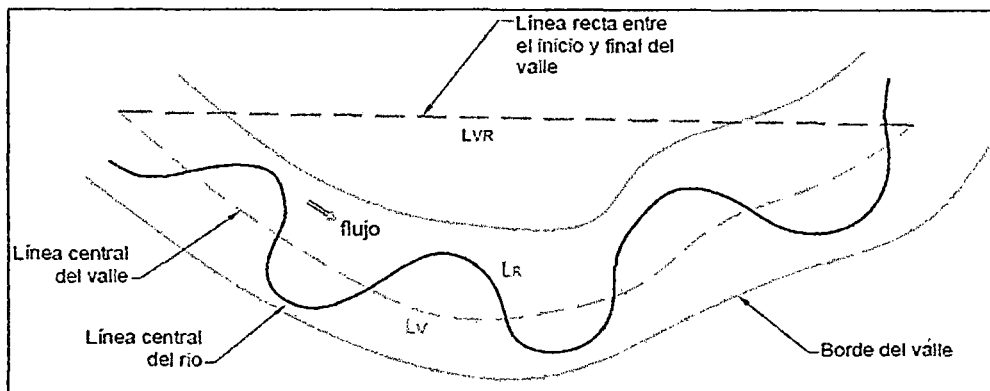
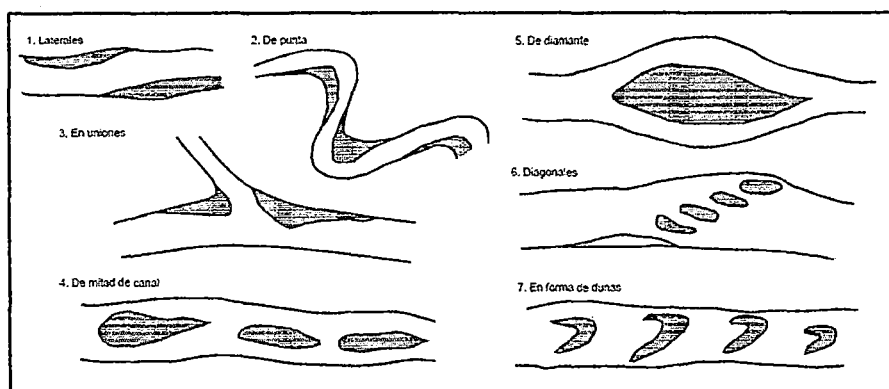


Figura N° 1.3 Representación de la geometría del valle de un río.

La sinuosidad es un parámetro importante de las formas fluviales. Algunos autores clasifican morfológicamente a los ríos como de baja ($S_R < 1.3$), moderada ($1.3 < S_R < 2$) o alta sinuosidad ($S_R > 2$).

1.4.3 Barras

Son los depósitos de sedimentos adyacentes a las orillas o dentro del cauce de un río. Estas barras se aprecian claramente en los ríos de alta sinuosidad como bancos de material fino. En la Figura N° 1.4 se pueden apreciar varios tipos de barras.



Control de erosión, Suárez Días, 2001.

Figura N° 1.4 Clasificación de las barras.

A continuación se describen los tipos de barras principales:

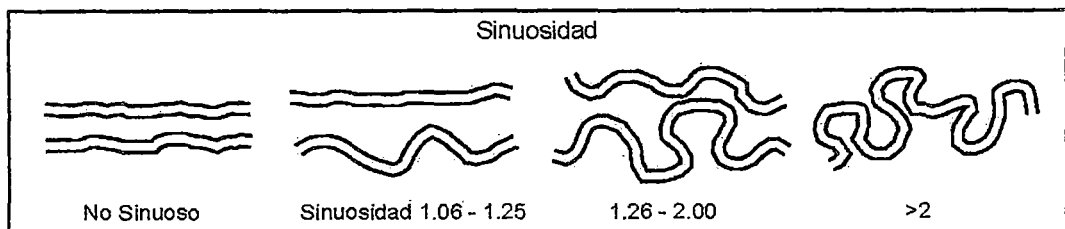
- Las barras laterales son aquellas que se presentan en los cauces semirrectos o sinuosos, estas pueden moverse a lo largo del cauce y migrar.
- Las barras de punta se forman en la parte interna de las curvas bien desarrolladas y su tamaño depende del tamaño de la curva.
- Las barras en las uniones de las corrientes se presentan cuando un tributario se une a un río de menor tamaño.
- Las Barras de Mitad de Canal se forman en los cauces relativamente anchos y pueden convertirse en islas de río.
- Las Barras en forma de diamante son barras de mitad de canal de gran tamaño.
- Las Barras Diagonales son aquellas que se localizan diagonalmente debido a la presencia de una corriente diagonal en el cauce.
- Las Barras en Forma de Olas tienen un perfil como de una duna y tratan de ser alargadas en la dirección transversal del canal.

1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS

1.5.1 Clasificación de los ríos según su sinuosidad.

Según la sinuosidad de un río se pueden diferenciar tres tipos de ríos. Los ríos semirrectos, los trezados o también llamados entrelazados y los ríos meándricos.

Si la sinuosidad es menor a 1.1 se considera un río semirecto, si está entre 1.1 y 1.5 se considera un río trezado, y si la sinuosidad es mayor a 1.5 se considera un río meándrico. La *Figura N° 1.5* muestra la geometría aproximada de un río según su sinuosidad. El río Tahuamanu se caracteriza por ser del tipo meándrico. En el capítulo siguiente se calcularán sus parámetros geométricos, morfológicos e hidráulicos.



Control de erosión, Suárez Días, 2001.

Figura N° 1.5 Geometría de un río según su sinuosidad.

1.5.2 Clasificación de los ríos según su edad.

Los ríos a lo largo de su recorrido presentan diferentes características en su curso. La principal de ellas es su capacidad erosiva, la cual se debe principalmente a la pendiente del tramo y a su descarga. Según ello se clasifican en tres etapas: niñez, juventud y madurez. La Figura N° 1.6 muestra el esquema de las tres etapas mencionadas.

1.5.2.1 Formación o Niñez

Es la etapa inicial de la formación de los ríos. Se encuentran en zonas de alta montaña. Se caracteriza por su fuerza erosiva, lo cual produce quebradas y cárcavas pronunciadas. La mayor parte del sedimento producto de la erosión, provienen de estas áreas. Algunos factores como la tala de árboles y la deforestación pueden acelerar los procesos erosivos. Las pendientes medias de estas corrientes son mayores al 10%. Los taludes que se presentan son en su mayoría fuertes y aproximadamente verticales.

1.5.2.2 Juventud

En la etapa de Juventud los ríos presentan como característica principal pendientes medias y altas velocidades de flujo. Los ríos pueden transportar partículas grandes de arena, gravas y cantos lo que favorece el proceso de abrasión del fondo del cauce y da lugar a la formación de los valles. Los valles se profundizan rápidamente por efectos de la erosión regresiva, con el paso del tiempo el valle se va ampliando tomando la forma de "V".

1.5.2.3 Madurez

En la madurez las pendientes de los ríos son bajas, las erosiones en el fondo del cauce durante las avenidas son momentáneas ya que al disminuir la velocidad recupera nuevamente los sedimentos arrastrados. Los ríos tratan de ampliar el cauce y la energía es utilizada en los procesos de erosión lateral presentándose trezamientos y formándose continuamente meandros. Durante las avenidas los ríos se desbordan debido a la incapacidad del cauce, y buscan nuevos cauces o se recobran los antiguos.

En la presente Tesis los ríos estudiados pertenecientes a la región selva baja se consideran en su etapa de madurez: son de alta sinuosidad y llamados ríos

meándricos.

1.5.3 Criterios matemáticos para la clasificación de ríos

a) Criterio de Lane

Un método conocido para clasificar ríos está dado por las inecuaciones de LANE:

$$\text{Si:} \quad S \cdot Qm^{\frac{1}{4}} \leq 0.0007 \text{ (Ríos Meándricos)}$$
$$S \cdot Qm^{\frac{1}{4}} >> 0.0041 \text{ (Ríos Trenzados)}$$

Donde la pendiente (S) está en m/m y el caudal medio anual (Qm) en m³/s. Estas expresiones se representan gráficamente en la Figura N° 1.7. El criterio fue establecido experimentalmente en trabajos hechos en cauces arenosos para distinguir los ríos meándricos de los entrelazados en función del caudal y la pendiente.

b) Criterio de Leopold y Wolman

Leopold y Wolman realizaron observaciones de campo y estudios de laboratorio. La parte experimental de sus investigaciones se realizó en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto Tecnológico de California. Establecieron una relación entre pendiente y caudal, para lechos de arena y de grava, válida para distinguir los ríos trezados de los meándricos. La ecuación que marca el umbral respectivo es:

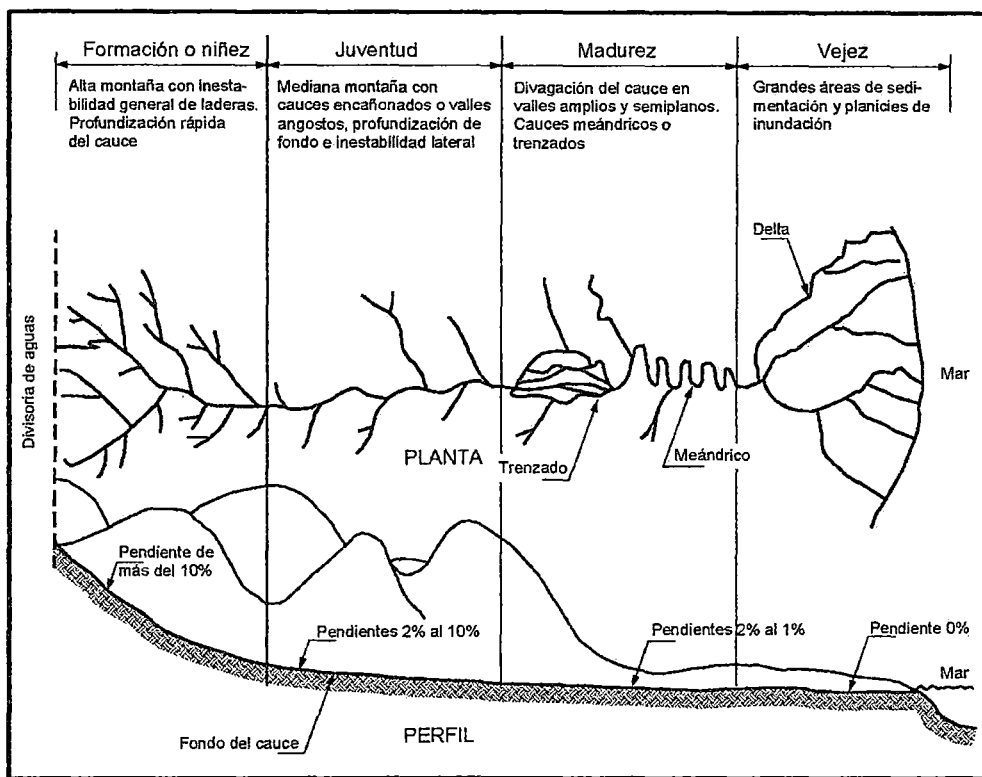
$$S = 0.0125Qm^{-0.44}$$

Los resultados de sus investigaciones se aprecian en la Figura N° 1.7

c) Criterio de Schumm y Khan

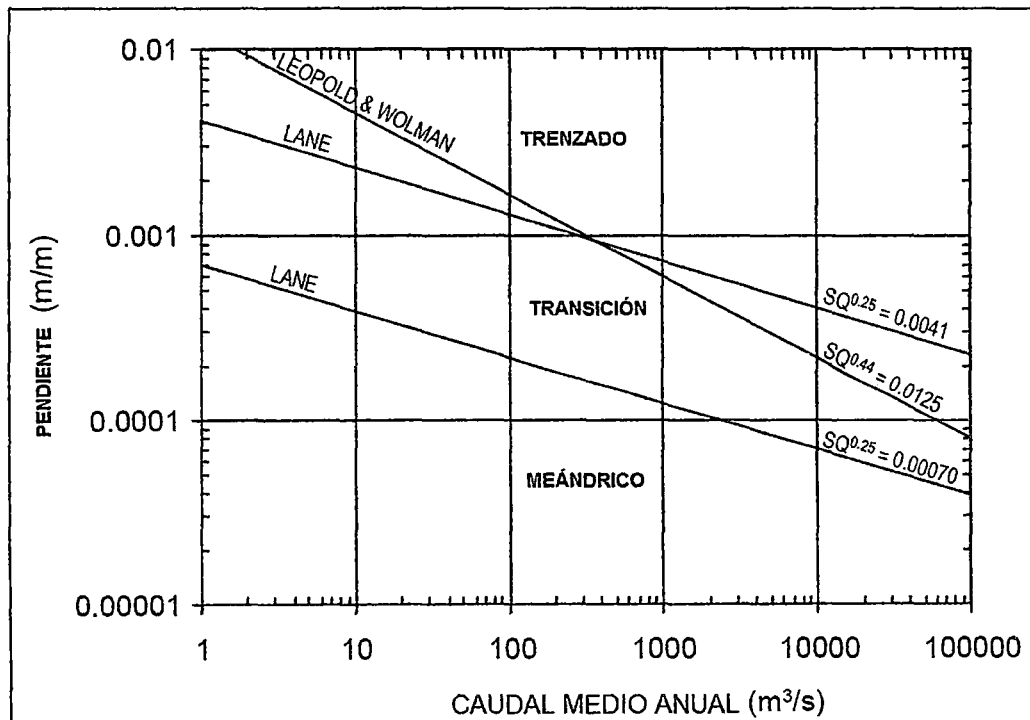
Schumm y Khan también establecieron criterios para las formas fluviales. Efectuaron estudios en un canal aluvial para determinar el efecto de la pendiente y el gasto sólido sobre las formas fluviales.

Encontraron que para pendiente baja y gastos sólidos pequeños, el canal es prácticamente recto. Además, al aumentar la pendiente y el gasto sólido aparecía un cauce meándrico. Para valores mayores aparecía un cauce entrelazado (Rocha, 2009) Sus resultados se muestran en la Figura N° 1.8



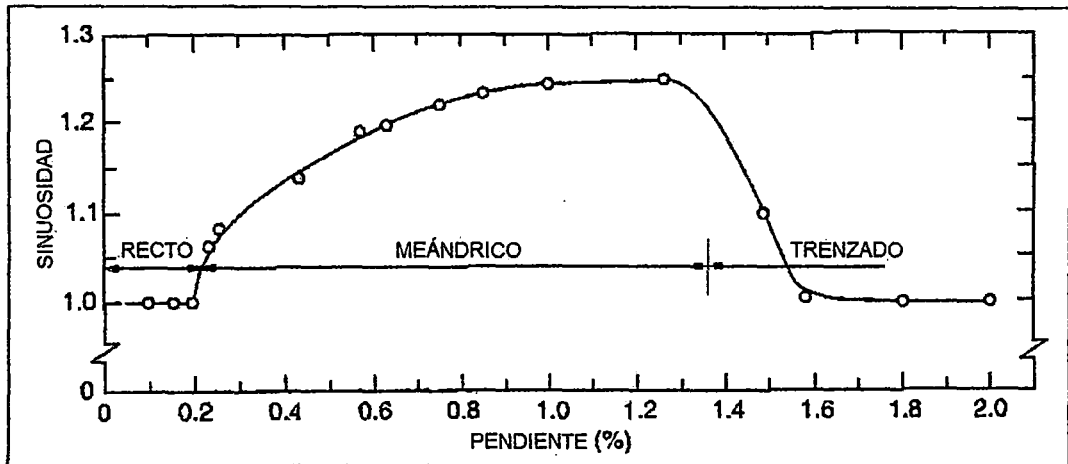
Control de erosión, Suárez Días, 2001.

Figura N° 1.6 Esquema de las etapas de un río.



Fuente: Federal Highway Administration, 2001.

Figura N° 1.7 Criterio de Leopold y Wolman, y Lane para clasificación de ríos.



Fuente: Federal Highway Administration, 2001.

Figura N° 1.8 Criterio de S.A. Schumm y H.R. Khan para clasificación de ríos.

1.6 RÍOS MEÁNDRICOS.

El origen de la palabra meandro viene del río meándrico Büyük Menderes, que se encuentra al sur-oeste de Turquía, el cual muestra un comportamiento típico de un río meándrico.

Los ríos aluviales tienen la tendencia de formar meandros, es decir, no mantener un curso rectilíneo. Los meandros se forman en tramos de pendiente suave con carga de sedimentos finos, donde existe un equilibrio entre la erosión y deposición

Los ríos meándricos están formados por una sucesión de curvas cuya sinusidad es superior a 1,5 (valor referencial). Un río aluvial es tortuoso en la medida en la que tiene muchas curvas y tiene meandros en la medida en la que estas curvas (es decir, las tortuosidades) se desplazan (Rocha, 2009).

Blench menciona que un canal en roca puede ser tortuoso, pero no tener meandros, porque no hay movilidad de las tortuosidades. Esta movilidad o migración de los meandros, tiene una gran importancia en la construcción de obras viales al momento de proyectarlas.

Los cauces meándricos pueden ser de varias clases:

- Regulares.

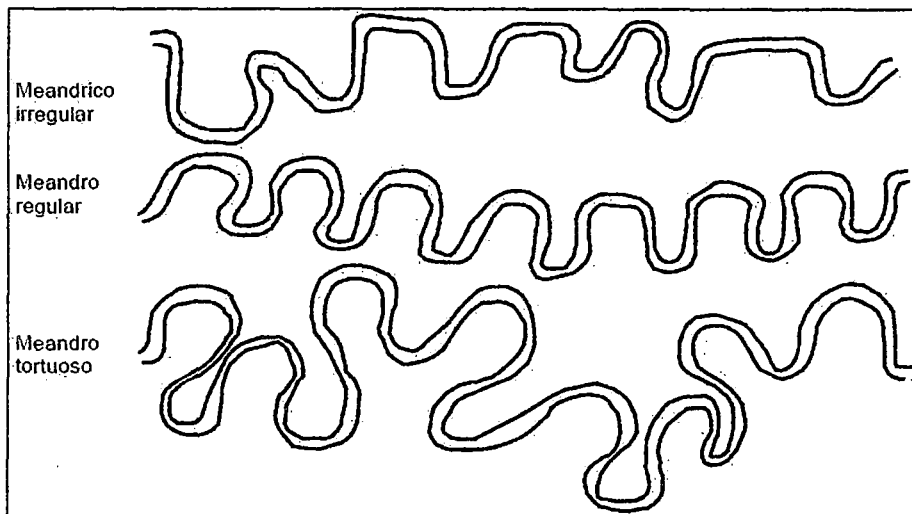
Se repite el patrón de meandros homogéneamente. El ángulo entre el canal y el eje del valle es menor a 90 grados.

- Irregulares.

No se repite el patrón de meandro y los diversos meandros son irregulares.

- Tortuosos.

Se repite aproximadamente un patrón de meandro con ángulos de 90 grados entre el eje del canal y la tendencia del valle. Este sistema es el más común en los ríos de llanura amazónica.



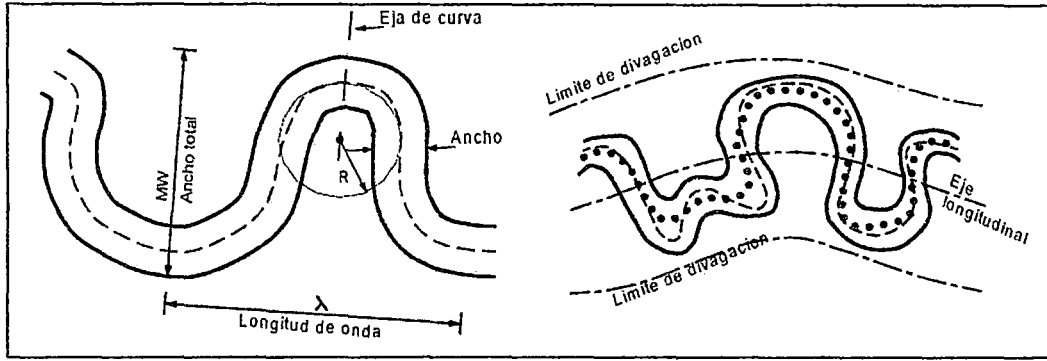
Control de erosión, Suárez Díaz, 2001.

Figura N° 1.9 Formas típicas de ríos meándricos.

1.6.1 Geometría de un meandro

Existen varios parámetros geométricos para describir los canales de meandros regulares y entre ellos se incluyen los siguientes:

- a. Longitud de onda (λ): Longitud repetida del patrón del meandro a lo largo de la línea central del valle o eje de los meandros.
- b. Amplitud (A): Ancho de la cadena de meandros medida perpendicularmente al eje de los meandros.
- c. Radio de curvatura (R): Radio de una curva meándrica individual medida entre dos puntos de inflexión.
- d. Ancho del canal (W): ancho medido en el punto de inflexión.
- e. Curvatura (C): se define como la inversa del radio de curvatura.



Control de erosión, Suárez Días, 2001.

Figura N° 1.10 Parámetros geométricos de un meandro.

1.6.2 Relaciones geométricas empíricas

Investigadores como A.G. Anderson, Hansen, Berson entre otros, encontraron relaciones geométricas de ríos meándricos tras mediciones en varios ríos.

Sus resultados se ven en el Cuadro N° 1.1 y Cuadro N° 1.2

Cuadro N° 1.1 Relación geométrica entre Longitud de onda y Caudal Dominante

Autor	Formula	Deducción
Inglis (1947)	$\lambda \propto Q^{0.5}$	Empírica
Charlton and Benson (1966)	$\lambda \propto Q^{0.515} D^{-0.285}$	Empírica
Anderson (1967)	$\lambda \propto Q^{0.5} h^{-0.5}$	teórica
	$\lambda \propto Q^{0.39}$	semi-empírica
Hansen (1967)	$\lambda \propto Q^{0.515} D^{-0.316}$	semi- Empírica
Ackers and Charlton (1970)	$\lambda \propto Q^{0.467 \pm 0.24}$	Empírica

Donde:

- λ: Longitud de onda del meandro.
- Q: Caudal dominante.
- D: Diámetro medio de partículas de sedimentos.
- h: profundidad máxima en la sección.

También relacionaron la longitud de onda del meandro al radio de curvatura del meandro y al ancho de la sección, y la amplitud de la onda al ancho de la sección.

Cuadro N° 1.2 Relaciones geométricas entre amplitud, ancho, longitud de onda y radio de curvatura

λ y W	a y W	λ y R	fuelle
$\lambda = 6.5 W^{0.99}$	$A = 18.4 W^{0.99}$	-	Inglis (1949 Ferguson data)
-	$A = 11.4 W^{1.04}$	-	Inglis (1949 Bates data)
$\lambda = 11.0 W^{1.01}$	$A = 3.0 W^{1.1}$	$\lambda = 4.6 R^{0.98}$	Leopold and Wolman (1960)
$\lambda = 11.0 W^{1.025}$	$A = 4.5 W^{1.00}$	-	Zeller (1967a)

Donde:

W : Ancho del canal (m).

A : Amplitud (m).

R Radio de curvatura del meandro (m).

De estas relaciones empíricas se pueden aproximar relaciones simplificadas:

$$\lambda \cong 11W$$

$$A \cong 3W$$

$$\lambda \cong 4.7R$$

$$R \cong 2.4W$$

$$W \cong 4.8Q$$

De estas relaciones se puede decir que:

- El ancho del canal es directamente proporcional con el caudal y el transporte de sedimentos.
- La longitud de onda de un meandro es directamente proporcional al caudal y al transporte de sedimentos.
- La amplitud de la onda y el radio de curvatura del meandro son directamente proporcionales al caudal y al transporte de sedimentos.

1.6.3 Causas de cambios fluviomorfológicos en ríos meándricos

Existen causas naturales o de origen antrópico entre las cuales resaltan las siguientes:

1.6.3.1 Obras civiles

Son las obras que tienen un contacto directo con el río y la llanura de éste. Ejemplo de esto tenemos las carreteras, puentes, ciudades en las llanuras de

inundación, obras de captación, entre otras.

Estas obras alteran la evolución natural del río trayendo como consecuencias tasas de migración mucho más elevadas que las promedio esperadas en el entorno afectado como también la agradación o degradación del mismo.

1.6.3.2 Contaminación

Los ríos, al igual que la Tierra, han venido presentando cambios durante millones de años hasta llegar a un estado de equilibrio, en donde seres vivos han podido desarrollarse y establecerse.

Los ríos presentan una caudal de sólidos promedio que al verse reducida o incrementada, causará cambios en la evolución del río.

Actualmente se puede ver el caso del Río Madre de Dios, que debido al incremento de los sedimentos, producto de la minería informal, se han producido playas en las márgenes internas del río, incrementando la tasa de erosión en las márgenes externas, lo cual pone en alto riesgo a las viviendas que se encuentran en estas márgenes afectadas.

1.6.3.3 Transporte de sedimentos y cortes de meandros

La migración de los ríos meándricos se da esencialmente por el transporte de sedimentos. La remoción del material de la parte alta de la cuenca y la deposición de ellos en la parte baja, provoca la conocida migración lateral del meandro.

La Figura N° 1.11 muestra el fenómeno fluviomorfológico de migración debido a la deposición de material. La pendiente del tramo AB*C* disminuye debido al alargamiento sufrido y a su vez incrementa la sinuosidad. Este proceso de incremento de la sinuosidad se dará hasta que suceda un corte de meandro.

Por otro lado, los cortes de meandros traen consigo variaciones considerables en la morfología del cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo. Un corte de meandro provoca un incremento de la pendiente localmente

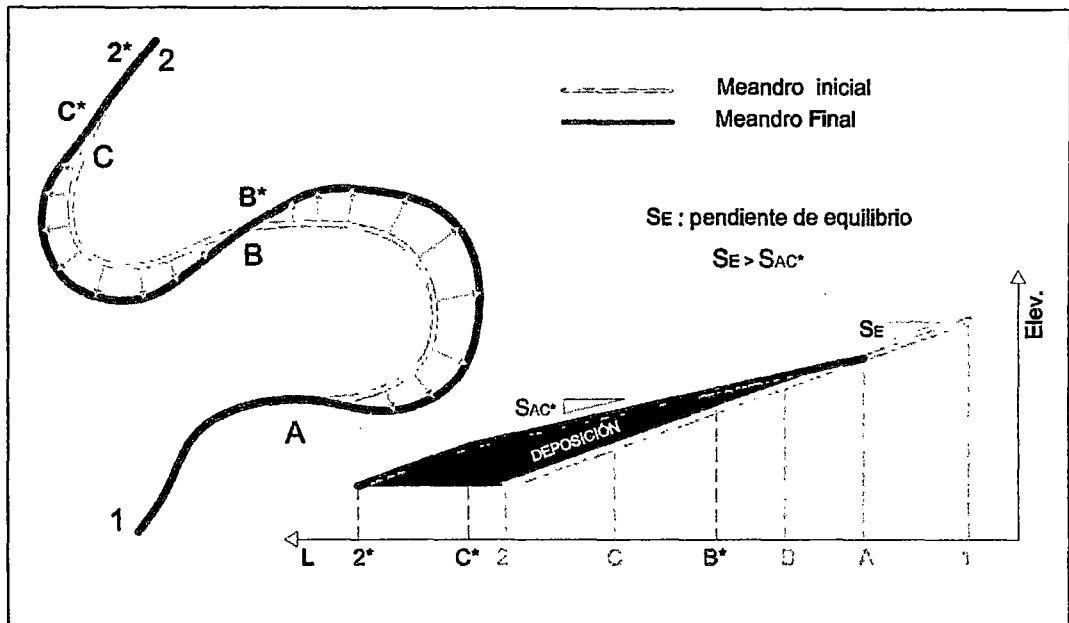


Figura N° 1.11 Esquema de la migración de los meandros.

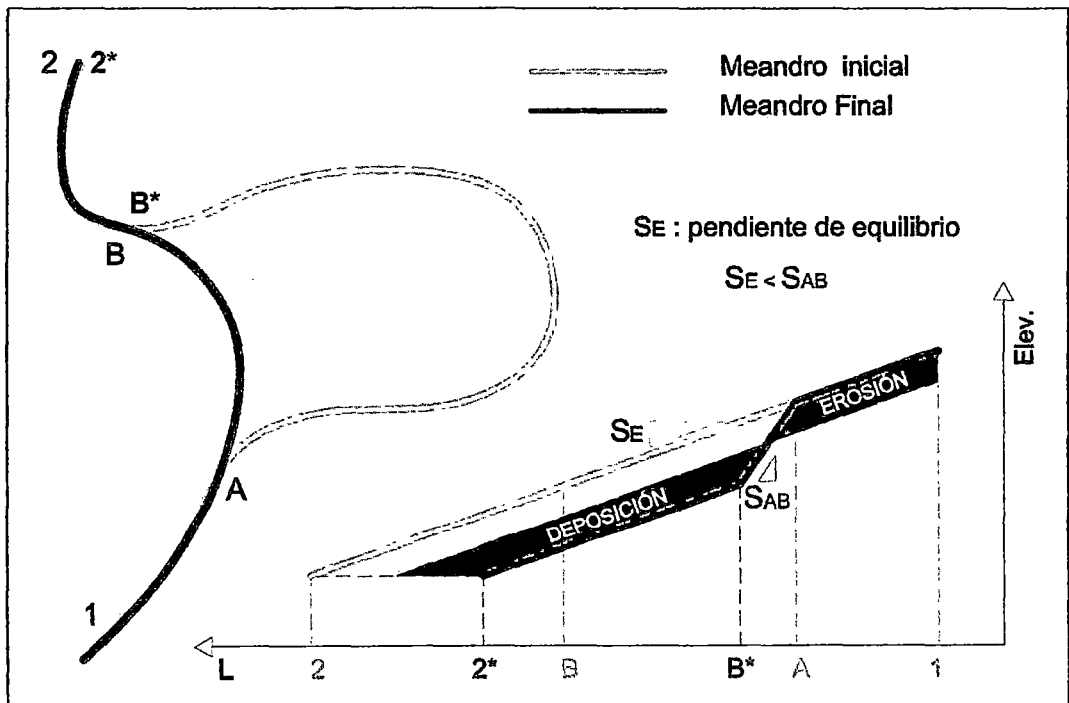


Figura N° 1.12 Esquema del corte de un meandro.

La Figura N° 1.12 muestra esquemáticamente los fenómenos fluviomorfológicos que se dan debido al corte de un meandro. El meandro inicial 1AB2 de color verde es cortado, dando lugar a un meandro 1AB*2* de menor longitud. La

pendiente del tramo AB* es mayor que la pendiente inicial del tramo AB, con lo cual el río tratará de recuperar su pendiente natural o también llamada "pendiente de equilibrio". Aguas arriba se provocará una onda erosiva, mientras que aguas abajo del corte se depositará este exceso de sedimento, recuperando así, la pendiente natural del río con el tiempo.

Como se puede ver, los ríos meándricos siempre estarán en constante cambio. El río tenderá a incrementar y disminuir su sinuosidad en la medida que el río migre y ocurran cortes de meandros respectivamente.

1.6.4 Formas de migración de meandros.

La migración de un meandro es un proceso de inestabilidad dinámica por el cual el meandro se mueve dentro de su área de inundación disponible. La migración incluye el cambio lateral del cauce principal, el cual es expresado en términos de distancia recorrida a la línea central del canal.

En la Figura N° 1.13 se muestra los modos de migración de los meandros:

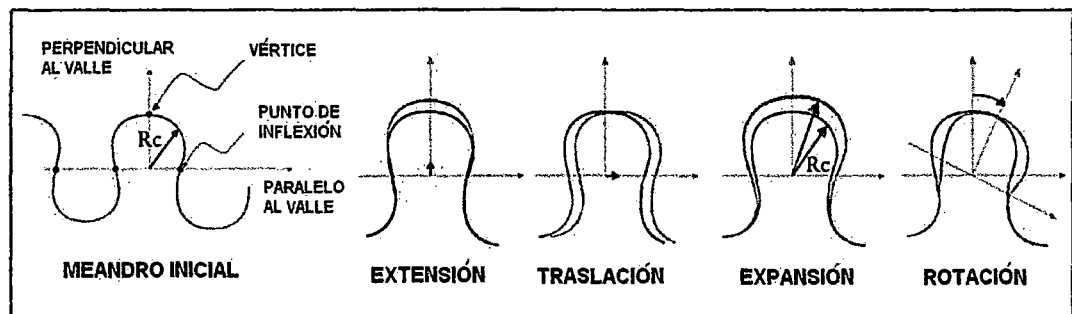


Figura N° 1.13 Modos de migración de los meandros

1.6.5 Iniciación del movimiento de una partícula.

La inicialización del movimiento se da al vencer el esfuerzo necesario de una partícula de un diámetro dado, al cual llamamos "esfuerzo crítico". Este esfuerzo involucra una velocidad crítica de iniciación de movimiento. En el Cuadro N° 1.3 y Cuadro N° 1.4 se muestra la relación entre velocidad y diámetro de partícula para el inicio del movimiento para suelos de materiales cohesivos y no cohesivos.

Cuadro N° 1.3 Velocidades críticas del agua para materiales no cohesivos (m/s)

Material	Diámetro medio (mm)	Tirante de la corriente en (m)					
		0.40	1.00	2.00	3.00	5.00	más de 10
Polvo y limo	0.005-0.05	0.15-0.20	0.20-0.30	0.25-0.40	0.30-0.45	0.40-0.55	0.45-0.65
Arena fina	0.05-0.25	0.20-0.35	0.3-0.45	0.40-0.55	0.45-0.60	0.55-0.70	0.65-0.80
Arena media	0.25-1.0	0.35-0.50	0.45-0.60	0.55-0.70	0.60-0.75	0.70-0.85	0.80-0.95
Arena gruesa	1.0-2.5	0.50-0.65	0.60-0.75	0.70-0.80	0.75-0.90	0.85-1.00	0.95-1.20
Gravilla fina	2.5-5.0	0.65-0.80	0.75-0.85	0.80-1.00	0.90-1.10	1.00-1.20	1.20-1.50
Gravilla media	5.0-10	0.80-0.90	0.85-1.05	1.00-1.15	1.10-1.30	1.20-1.45	1.50-1.75
Gravilla gruesa	10-15	0.90-1.10	1.05-1.20	1.15-1.35	1.30-1.50	1.45-1.65	1.75-2.00
Grava fina	15-25	1.10-1.25	1.20-1.45	1.35-1.65	1.50-1.85	1.65-2.00	2.00-2.30
Grava media	25-40	1.25-1.50	1.45-1.85	1.65-2.10	1.85-2.30	2.00-2.45	2.30-2.70
Grava gruesa	40-75	1.50-2.00	1.85-2.40	2.10-2.75	2.30-3.10	2.45-3.30	2.70-3.60
Guijarro fino	75-100	2.00-2.45	2.40-2.80	2.75-3.20	3.10-3.50	3.30-3.80	3.60-4.20
Guijarro medio	100-150	2.45-3.00	2.80-3.35	3.20-3.75	3.50-4.10	3.80-4.40	4.20-4.50
Guijarro grueso	150-200	3.00-3.50	3.35-3.80	3.75-4.30	4.10-4.65	4.40-5.00	4.50-5.40
Canto rodado fino	200-300	3.50-3.85	3.80-4.35	4.30-4.70	4.65-4.90	5.00-5.50	5.40-5.90
Canto rodado medio	300-400		4.35-4.75	4.70-4.95	4.90-5.30	5.50-5.60	5.90-6.00
Canto rodado grueso	400-500			4.95-5.35	5.30-5.50	5.60-6.00	6.00-6.20

Cuadro N° 1.4 Velocidades críticas del agua para materiales cohesivos (m/s)

Denominación de los suelos	Porcentaje del contenido de partículas		Suelos poco compactos, peso volumétrico del material seco, 1.20 - 1.66 tn/m ³		Suelos medianamente compactados, peso volumétrico del material seco, 1.20 - 1.66 tn/m ³		Suelos compactos, peso volumétrico del material seco de 1.66 - 2.04 tn/m ³		Suelos muy compactos, el peso volumétrico del material seco de 2.04 - 2.14 tn/m ³	
Profundidades medias de la corriente (m)										
Arcillas, tierras fuertemente arcillosas	-	-	0.4 - 1.0	2.0 - 3.0	0.4 - 1.0	2.0 - 3.0	0.4 - 1.0	2.0 - 3.0	0.4 - 1.0	2.0 - 3.0
	30-50	70-50	0.35 - 0.4	0.45 - 0.5	0.35 - 0.4	0.45 - 0.5	0.7 - 0.85	0.95 - 1.1	1.4 - 1.7	1.9 - 2.1
Tierras ligeramente arcillosas	20-30	80-70	0.35 - 0.4	0.45 - 0.5	0.65 - 0.8	0.9 - 1.0	0.95 - 1.2	1.4 - 1.5	1.4 - 1.7	1.9 - 2.1
Suelos aluviales arcillas margosas	10-20	90-50	-	-	0.6 - 0.7	0.8 - 0.85	0.8 - 1.0	1.2 - 1.3	1.1 - 1.3	1.5 - 1.7
Tierras arenosas	5-10	20-40	Según cuadro 1.3 en relación con el tamaño de las fracciones arenosas							

1.7 IMÁGENES SATELITALES.

Las imágenes satelitales son representaciones visuales de información captadas por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie de la Tierra y que procesada convenientemente entrega valiosa información, que son de útil aplicabilidad en distintos campos.

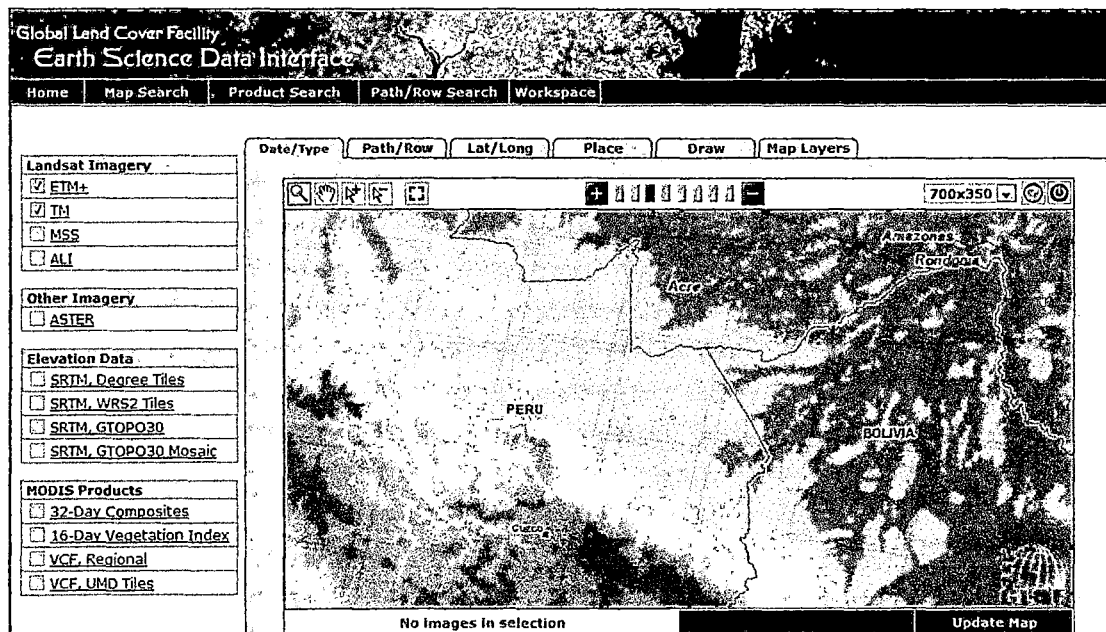


Figura N° 1.14 Página de descarga de imágenes satelitales.

1.7.1 Satélites artificiales

Los satélites artificiales son naves espaciales fabricadas en la Tierra, que enviados por un vehículo de lanzamiento, orbitan alrededor de cuerpos celestes. Estos instrumentos han venido haciendo mediciones y tomando registros (imágenes) de la Tierra desde los años 50. Con este acontecimiento, la información sobre la Tierra ha sido comprendida y descubierta con mayor precisión.

Desde el primer lanzamiento del satélite artificial en el año 1957 por la Unión Soviética (Sputnik 1), otros países continuaron con la carrera espacial. EE.UU. lanzó satélites artificiales a partir de 1958 (Explorer 1), de los cuales destaca los satélites Landsat.

Los satélites Landsat son una serie de satélites lanzados por EE.UU. para la

observación en alta resolución de la superficie de la Tierra. Estos satélites están dotados de sensores que son empleados para la teledetección con el principal fin de obtener datos de los recursos terrestres.

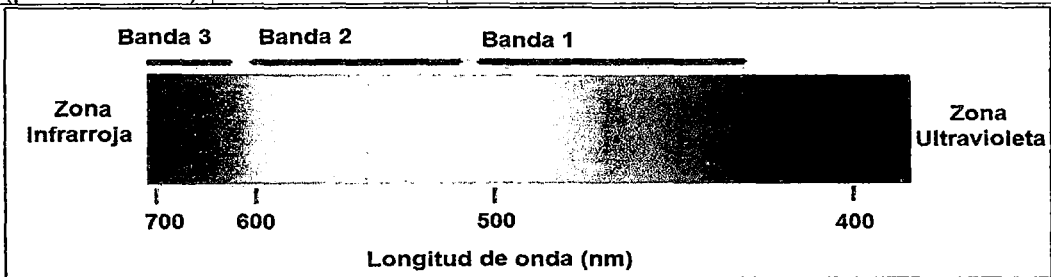
Los sensores de estos satélites nos dan como resultado las imágenes satelitales, que con un correcto procesamiento, nos pueden dar la información útil para estudios cartográficos, Geológicos, ambientales, entre otros.

1.7.2 Bandas Espectrales

La información captada de los satélites Landsat, es dada como un conjunto de bandas espectrales. Con una conveniente combinación de ellas se puede obtener y/o visualizar información del terreno en estudio.

Cuadro N° 1.5 Bandas espectrales Landsat

Banda	Rango Espectral (nm)	Zona del Espectro	Resolución en el terreno (m)
1	450 - 515	Visible - azul	30
2	525 - 605	Visible - verde	30
3	630 - 690	Visible - rojo	30
4	750 - 900	Infrarrojo - rojo (visible)	30
5	1550 - 1750	Infrarrojo lejano	30
6	10400 - 12500	Térmico lejano	60
7	2090 - 2350	Térmico próximo	30
8 (pancromática)	520 - 900	Prácticamente todo el visible	15



1.7.3 Combinación de Bandas Espectrales.

En el Cuadro N° 1.6 se muestran las combinaciones de bandas espectrales:

Cuadro N° 1.6 Combinaciones de bandas más utilizadas.

Combinación de Bandas	Aplicabilidad	Descripción
3, 2, 1	Color "verdadero". Como lo percibe el ojo humano.	El color azul oscuro indica aguas profundas. El azul claro, aguas poco profundas.
4, 3, 2	Falso color. Útil para estudios de cobertura vegetal, cultivos, deforestación.	El color magenta y rojo indica vegetación densa. El color blanco indica áreas deforestadas.
4, 5, 3	Falso color. Utilizada para análisis de humedad de suelos y vegetación.	Se resalta los límites entre agua y suelo. La vegetación se presenta de color marrón verde y naranja.
7, 4, 2	Falso color. Utilizada para identificar zonas urbanas y praderas.	Las áreas urbanas son mostradas en tono magenta y los prados de color verde claro.

Para el presente estudio se utilizaron Imágenes del satélite Landsat 5 y 7 por ser de resolución aceptable para un análisis multitemporal de migración de meandros (30m = 1 pixel).

CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DEL RÍO TAHUAMANU

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO TAHUAMANU

2.1.1 Ubicación

La cuenca del río Tahuamanu se ubica geográficamente entre los 69°18' y 71°31' de longitud oeste y entre los 10°46' y 11°39' de latitud sur. Limita por el norte con las cuencas del río Acre y Yaco y por el sur con las cuencas de los ríos Muymanu, Manuripe y las piedras. Hidrográficamente el río pertenece a la cuenca del río Madeira, afluente del Amazonas (ver Anexo C: plano C01).

El puente Tahuamanu se ubica geográficamente en la zona 19S en las coordenadas 466586E, 8732681 N.

Su ubicación política es la siguiente:

Departamento: Madre de Dios.
Provincia : Tahuamanu.
Distrito : Tahuamanu.

En la Figura N° 2.1 se muestra una vista aérea del puente Tahuamanu.

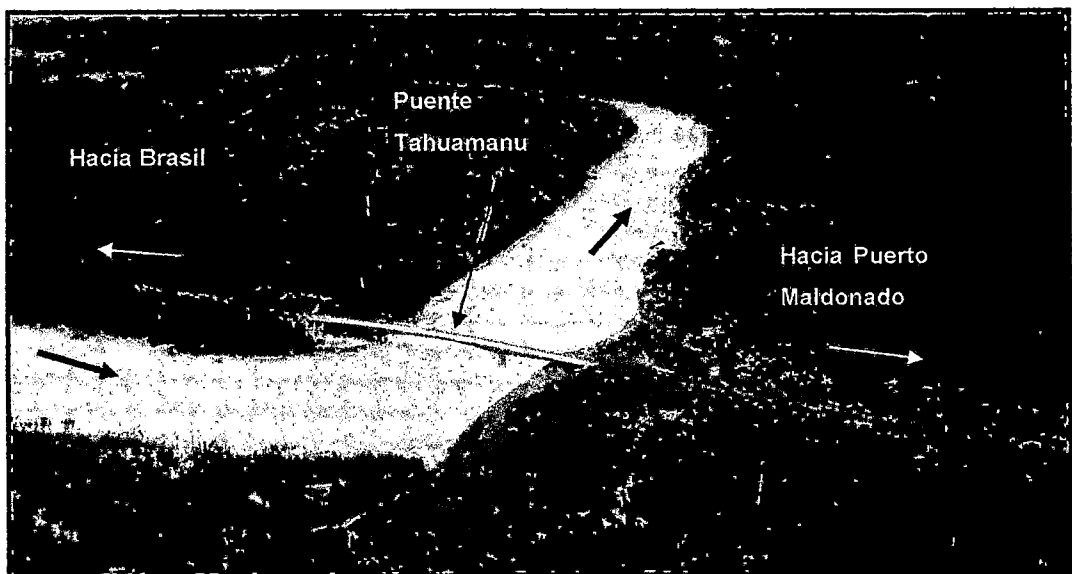


Figura N° 2.1 Vista aérea del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.

2.1.2 Clima

La estación de medición representativa para el estudio de la cuenca del Tahuamanu (estación de la localidad de Iberia) proporciona la información de un clima cálido tropical, típico de la selva baja del Perú. La temperatura media anual oscila entre los 31°C. La humedad relativa anual es de 80%. La velocidad del viento varía entre los 3km/h y 10km/h.

2.1.3 Precipitación

La serie de información pluviométrica obtenida del SENAMHI corresponde desde los años 1954 hasta el año 2009 (información existente). La precipitación promedio anual oscila alrededor de 1665 mm/año.

La zona de estudio cuenta con pocas estaciones pluviométricas tal como se ve en la Figura N° 2.2. Dentro del área de estudios se identificó 4 estaciones cuya información fue tomada en cuenta para el análisis hidrológico. En el Cuadro N° 2.1 se listan las estaciones pluviométricas y sus respectivos años de registro de precipitación máxima de 24 horas.

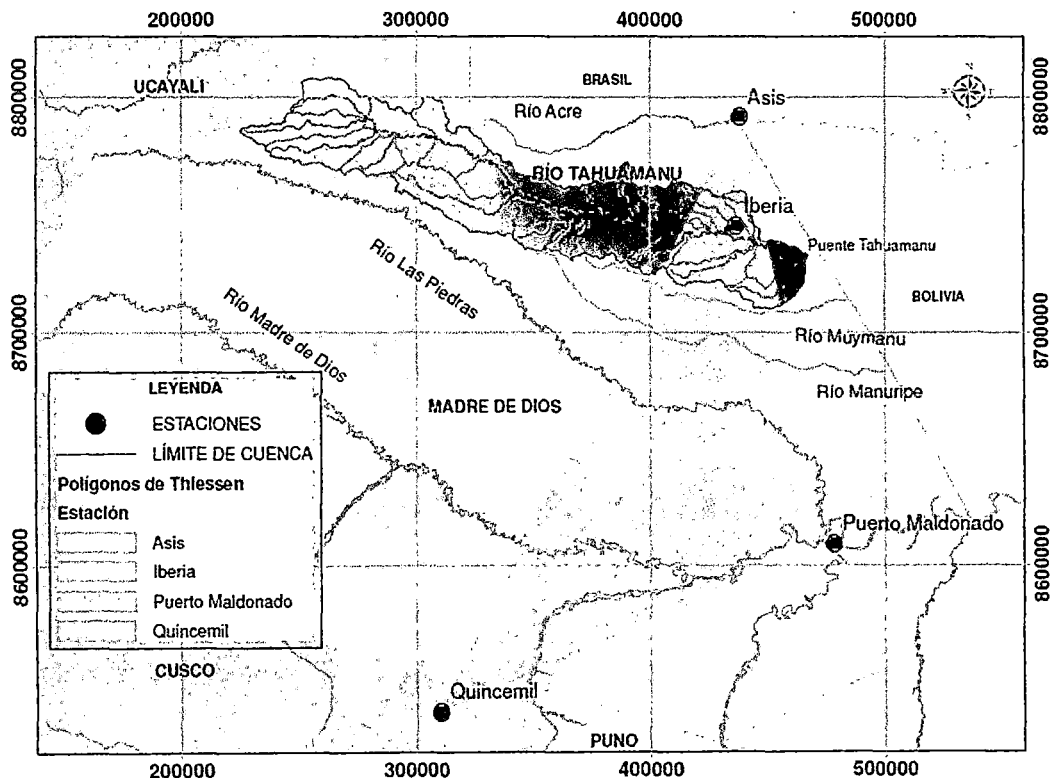


Figura N° 2.2 Ubicación de estaciones pluviométricas y Polígonos de Thiessen.

Cuadro N° 2.1 Estaciones pluviométricas

Estación	Años de registro	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Distribución de mejor ajuste de probabilidad
Asis (Brasil)	1980-1993 1995-2009	10°56'	69°34'	350	Gumbel
Iberia	1954-1974 1993-1995	11°21'	69°35'	345	Gumbel Modificado
Puerto Maldonado	1987-1990 1992-1995 1998-2008	12°35'	69°12'	256	Gumbel
Quincemil	1964-1977 1997-2008	13°13'	70°45'	651	Gumbel Modificado

2.1.4 Vegetación

Según la visita de campo, la cuenca del río Tahuamanu, en el sector del puente Tahuamanu, posee una vegetación densa y húmeda. La zona está clasificada fitográficamente como Bosque Húmedo de Llanura, que a su vez forma parte de la "Región Biogeográfica del Amazonas" En el anexo A se puede observar la cobertura vegetal en el ámbito del puente Tahuamanu y en el anexo C, en los planos V01 y V02, la cobertura vegetal de la cuenca de años posteriores.

2.1.5 Características geológicas del río Tahuamanu

Informes de campo para la elaboración de expedientes de defensas ribereñas del río Tahuamanu y los mapas del INGEMET indican que la zona de estudio pertenece a la edad Terciaria inferior a Cuaternaria.

Las unidades estratigráficas reconocidas por el INGEMET, pertenecen a las formaciones Madre de Dios e Ipururo, cuyas edades están comprendidas en el Cenozoico.

2.1.5.1 Formación Madre de Dios.

Esta formación se caracteriza por presentar en la unidad basal, depósitos de conglomerado con clastos de arcillas y líticos. Estos materiales se hallan endurecidos y cementados por óxidos de hierro (hematita). Sobre estos materiales se hallan arenas de grano medio a fino, mal clasificadas con o sin

estratificación cruzada, en la que se hallan clastos sub-redondeados o redondeados de arcilla.

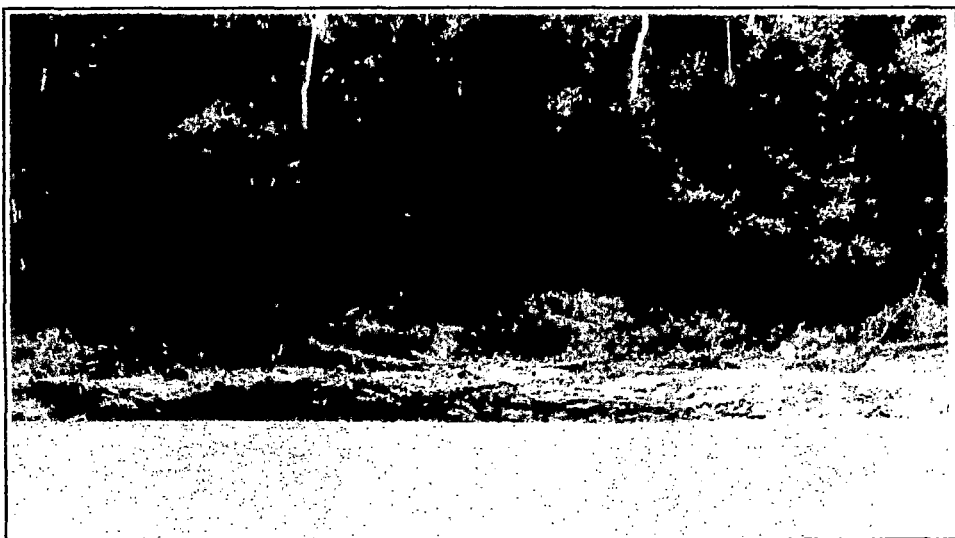
Este tipo de afloramiento puede observarse también en el río Acre, constituidas por secuencias de areniscas limolíticas, tabular masiva que grada hacia arriba a delgados estratos de limolitas arenosas intercaladas con limolitas arcillosas y arcillitas limosas que caracterizan un ambiente lagunar (INGEMET, boletín N 123).

2.1.5.2 Formación Ipururo.

Esta formación infrayace en discordancia erosional a la formación Madre de Dios, en ningún caso se ha observado el contacto con la unidad inferior.

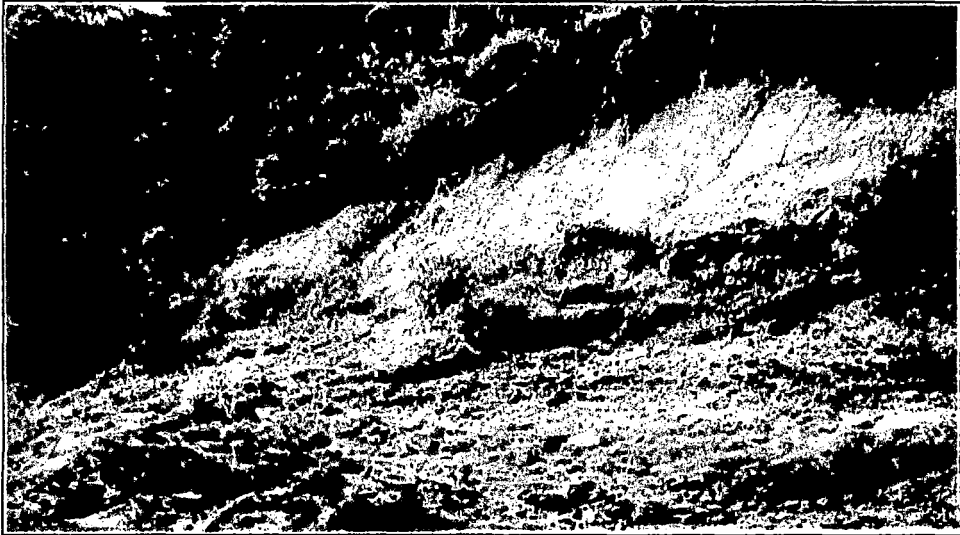
Los afloramientos consisten de areniscas de grano medio a fino, en los que se observan al tope limolitas y arcillitas con escasos lentes de arenas, algunas veces se observan conglomerados con clastos de lodolitas.

Los afloramientos más comunes frecuentemente miden entre 2 a 5m de grosor y de 150 a 500 metros de longitud. Se les observa en las márgenes de los ríos, en las áreas de inundación cubiertas por sedimentos recientes inconsolidados. Estos afloramientos están constituidos por arcillitas gris azuladas o limoarcillitas abigarradas de color pardo rojizas a gris azulado, formando cuerpos masivos, tabulares, generalmente sin estructuras sedimentarias y resistentes a la erosión. (INGEMET, boletín N 123).



INGEMET, boletín N 123.

**Figura N° 2.3 Cuadrángulo de Iberia, río Tahuamanu, coordenadas UTM: 8750267N
385420E. Formación Madre de Dios.**



INGEMET, boletín N 123.

Figura N° 2.4 Cuadrángulo de San Lorenzo, Río Tahuamanu. Coordenadas UTM: 8735370N, 453362E. Formación Madre de Dios en discordancia sobre la formación Ipururo.

De acuerdo a las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio, se encontrará partículas de granulometría fina a muy fina.

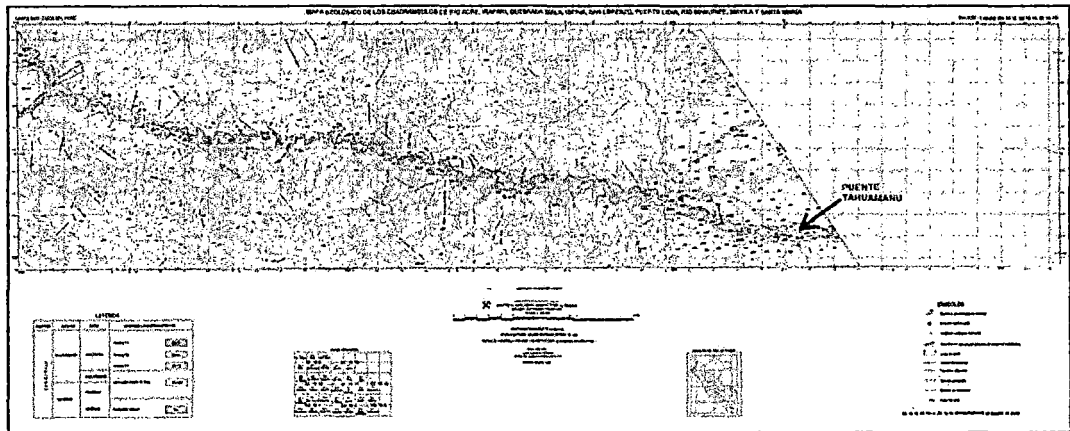


Figura N° 2.5 Extracto de la carta geológica 19-10 del cuadrángulo de San Lorenzo

La carta geológica muestra básicamente 2 zonas. La zona de color amarillo pertenece a la formación Madre de Dios y la zona de color gris. Ambas pertenecientes al cuaternario. Los materiales representados de color amarillo son depósitos más antiguos que los grises. Esto se debe básicamente a que el río Tahuamanu, al igual que cualquier río de la selva, está en constante remoción y deposición de material de su lecho, lo que permite encontrar material

suelto. En este caso se puede encontrar arena.

Perfiles Estratigráficos del cuadrángulo de San Lorenzo pertenecientes al río Tahuamanu se aprecian en el anexo B.

2.2 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

2.2.1 Área y perímetro de la cuenca

En base a la información cartográfica del instituto geográfico nacional (IGN) se pudo hallar el área de la cuenca del río Tahuamanu hasta la sección en donde cruza la carretera Interoceánica Sur. El área de la cuenca es aproximadamente 7802.5 km² y el perímetro es 703.1km. En el anexo C, plano C01 se observa la cuenca y ubicación del río Tahuamanu hasta la ubicación del puente Tahuamanu.

2.2.2 Longitud y pendiente del cauce principal

La longitud del cauce principal entre la sección del puente y la divisoria de aguas es de 444.57 km aproximadamente. Mientras que la pendiente media del cauce principal es de 0.0007 m/m

2.2.3 Factor de forma

Es la relación entre el ancho promedio de la cuenca y la longitud del cauce principal.

$$\frac{B}{L} = \frac{Ac}{L^2} = 0.041$$

Este valor indica que la cuenca es del tipo alargada. Y es menos probable que ocurran crecidas a comparación con otra cuenca de la misma área y con índice mayor.

2.2.4 Índice de compacidad

Es la relación que existe entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia de la misma área que la cuenca.

$$K_C = \frac{P_{cuenca}}{P_{circunferencia}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{Ac}} = 2.191$$

El índice de compacidad se aleja de la unidad, lo cual quiere decir que no tiene forma circular y demorará mucho más en alcanzar caudales picos que una cuenca con índice cercano a la unidad.

2.3 CAUDAL DOMINANTE.

Diversos investigadores presentan definiciones sobre el caudal dominante. De los cuales resaltan tres metodologías importantes. Metodología geométrica, estadística y Morfológica.

2.3.1 Método geométrico

Este método considera que el caudal dominante es el caudal de desborde del canal principal del río, caudal de “sección llena” o caudal formativo de la geometría hidráulica del canal principal. Para poder hallar el nivel de desborde objetivamente, se recurre a un procedimiento planteado por Knighton (1984). El cual se basa en analizar la relación B/H versus H, donde B es el ancho superficial de la sección y H es las profundidad máxima. De este modo se genera una función cuyo valor mínimo nos indicará la profundidad (tirante) de desborde y con éste, se calcula el caudal de desborde o caudal dominante.

De la topografía existente del año 2009 (ver anexo C) se procedió a tomar secciones para el cálculo del tirante de desborde mediante el método planteado por Knighton. Con la información obtenida de algunas secciones representativas del río se obtuvo los caudales que cumplieran con la condición del tirante mediante el programa HEC-RAS 4.1. En la Figura E.1 se presenta las secciones analizadas.

Los resultados obtenidos mediante el método geométrico y el programa HEC-RAS se observan en el Cuadro N° 2.2

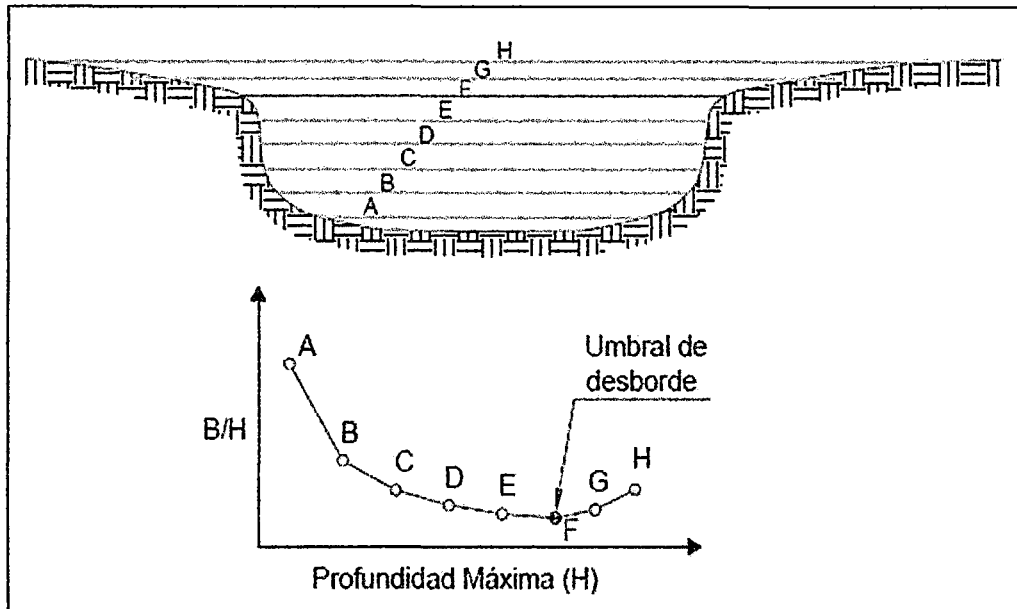


Figura N° 2.6 Criterio geométrico para estimar el nivel de desborde o "bankfull".

Cuadro N° 2.2 Caudales de desborde en secciones del río Tahuamanu.

Sección	Y	Q(m ³ /s)	Sección	Y	Q(m ³ /s)
0+050	6.00	565	1+050	5.28	600
0+200	6.07	580	3+600	6.25	550
0+350	7.35	650	4+200	5.00	680

De los datos obtenidos se puede aproximar el caudal dominante en 605 m³/s.

2.3.2 Métodos estadísticos

Son aquellos basados en la definición de la frecuencia asociada al caudal dominante, es decir $Q_D = Q(T_R = T_{R0})$, donde a T_{R0} generalmente se le asigna una recurrencia empírica estimada a partir de observaciones de campo.

Distintos investigadores proponen los siguientes periodos de retorno:

- Woodyer (1968) Entre 1.02 y 2.69 años
- Dury (1973) y Riley (1976) 1.58 años
- Dunne y Leopold (1978) Entre 1 y 2 años
- Williams (1978) Entre 1.01 y 3.2 años
- Andrews (1980) Entre 1.18 y 3.26 años
- Richards (1982) y Knighton (1988) Entre 1.5 y 2.4 años

- Usace (1994) Entre 1.00 y 10 años
- Abad J.D. (2005) 2.00 años

Para el cálculo de caudales se utilizó el programa HEC-HMS 3.5 .los resultados se muestran en el Cuadro N° 2.3. Los datos de precipitación y parámetros considerados para el cálculo se muestran en el anexo D.

Cuadro N° 2.3 Caudales máximos para distintos periodos de retorno.

T _r (años)	P _{max 24h} (mm)	Q(m ³ /s)
1.5	70	375.0
2	81.5	513.2
2.5	89.1	611.3
5	109.8	894.2

2.3.3 Métodos morfológicos

Son los que consideran fundamentalmente el aspecto referido al transporte de sólidos. Este método define al caudal dominante como el caudal teórico que fluyendo en régimen permanente y uniforme, es capaz de producir el mismo efecto morfológico sobre el cauce que la secuencia natural de flujos hidrológicamente variables a lo largo de la historia geomorfológica del río. Expresando matemáticamente este concepto, se obtiene la siguiente ecuación para la determinación del caudal dominante:

$$Q_D = \int_{t_1}^{t_2} Q(t) * Q_S(t) * dt / \int_{t_1}^{t_2} Q_S(t) * dt$$

Donde Q indica el caudal líquido, Q_s caudal sólido, y el lapso de tiempo (t₂-t₁) dese ser lo suficientemente largo como para garantizar que durante el mismo hayan acontecido una cantidad de eventos suficientemente representativos de la hidrología de la cuenca (Héctor Farias). Para la presente tesis se utiliza únicamente los métodos geométricos y estadísticos.

2.3.4 Valores obtenidos

Los valores obtenidos para el cálculo del caudal dominante sobre la base de la

recomendación de distintos investigadores se muestra en el Cuadro N° 2.4.

Cuadro N° 2.4 Valores obtenidos de caudal dominante.

Metodología	Caudal (m ³ /s)
Geométrica	605
Estadístico (Tr=1.5años)	375
Estadístico (Tr=2.0años)	513.2
Estadístico (Tr=2.5años)	611.3
Estadístico (Tr=5.0años)	894.2

2.4 EFECTOS MORFOLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN

Los cambios morfológicos, no solo dependen de la interacción del agua y los materiales sólidos del cauce, también se debe a la interacción, no menos importante, de la vegetación.

El papel morfológico de la vegetación se explica por una interacción directa sobre el suelo (Martín Vide, 2003). Las raíces de las plantas fijan el material suelto de las márgenes de los ríos, proporcionándoles mayor resistencia a ser desprendidos por acción de las corrientes e intensas lluvias.

El papel morfológico de la vegetación es más notorio en ríos pequeños que en los grandes, ya que la vegetación no guarda proporción con el tamaño de los ríos.

La cuenca del río Tahuamanu se caracteriza por tener una cobertura vegetal densa, típica de la selva baja, terrenos de baja pendiente y suelos de material arcilloso, limoso y arenoso generalmente húmedos y cuenta con precipitación durante la mayor parte del año.

Las imágenes satelitales son una gran herramienta para hacer un análisis de la cobertura vegetal de distintas zonas. Para el análisis, se usan las bandas 4, 3 y 2 (falso color) en la que se puede apreciar a lo largo del recorrido del río Tahuamanu zonas de color rojo intenso a medio, lo cual significa que existe cobertura vegetal abundante libre de deforestación. Por otra parte se puede observar que existe deforestación a los bordes de la carretera.

En el anexo C se observan las imágenes satelitales utilizadas para el análisis de vegetación.

2.5 CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA EN EL ÁMBITO DEL PUENTE TAHUAMANU.

Para el modelamiento del río Tahuamanu se estimó el coeficiente de Manning para el canal principal y la llanura de inundación con la metodología propuesta por Cowan (1956).

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m$$

Donde:

n = Coeficiente de Manning

n_b = Valor de n para un canal recto y uniforme de un material dado (ref. V.T. Chow)

n_1 = Valor para corregir el efecto por irregularidades de la superficie.

n_2 = Valor que considera las variaciones en la forma y tamaño de la sección transversal del canal.

n_3 = Valor que considera el efecto de obstrucción u obstáculos al flujo.

n_4 = Valor que depende de la vegetación y condiciones de flujo.

m = Valor que considera la sinuosidad del canal.

Los valores tomados para el canal principal y la llanura de inundación se muestran en el Cuadro N° 2.5.

La caracterización hidráulica en el ámbito del puente Tahuamanu se realizó con el programa HEC-RAS 4.1. Para ello se utilizó la topografía existente del año 2009 y las características mostradas en el Cuadro N° 2.3 y Cuadro N° 2.5.

Los resultados del modelo se muestran en el

Cuadro N° 2.6 y las secciones analizadas en la Figura N° 2.7.

Cuadro N° 2.5 Valores para el cálculo del coeficiente de Manning en el canal principal y llanura de inundación del río Tahuamanu.

	n_b	n_1	n_2	n_3	n_4	m	n
Canal principal	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	1.30	0.04
Llanura de inundación	0.03	0.00	0.00	0.00	0.10	1.00	0.13

Cuadro N° 2.6 Caracterización hidráulica en el ámbito del puente Tahuamanu.

Periodos de retorno (años)	Sección	Q(m ³ /s)	Vel prom (m/s)	Tirante (m)	Número de Froude
Tr=1.5	400	375	1.03	6.14	0.15
	900	375	1	4.96	0.18
	1200	375	1.1	4.85	0.19
	1500	375	1.04	5.67	0.18
	puente	375	0.69	6.62	0.11
	2300	375	1.09	5.32	0.19
	3000	375	1.23	5.03	0.22
	3400	375	1.21	4.77	0.21
	3600	375	1.2	5.66	0.18
	4200	375	1.51	3.99	0.28
Tr=2.0	400	513.2	1.2	6.89	0.17
	900	513.2	1.09	5.72	0.18
	1200	513.2	1.24	5.6	0.19
	1500	513.2	1.18	6.4	0.18
	puente	513.2	0.81	7.35	0.12
	2300	513.2	1.23	6.04	0.2
	3000	513.2	1.38	5.72	0.23
	3400	513.2	1.37	5.45	0.22
	3600	513.2	1.41	6.31	0.21
	4200	513.2	1.73	4.58	0.29
Tr=2.5	400	611.3	1.31	7.35	0.19
	900	611.3	1.16	6.18	0.18
	1200	611.3	1.32	6.06	0.2
	1500	611.3	1.26	6.85	0.19
	puente	611.3	0.89	7.81	0.12
	2300	611.3	1.31	6.48	0.2
	3000	611.3	1.48	6.14	0.23
	3400	611.3	1.47	5.87	0.23
	3600	611.3	1.51	6.71	0.26
	4200	611.3	1.86	4.94	0.3

Tr=5.0	400	894.2	1.46	8.5	0.23
	900	894.2	1.32	7.34	0.2
	1200	894.2	1.51	7.2	0.23
	1500	894.2	1.43	8	0.21
	punto	894.2	1.06	8.96	0.14
	2300	894.2	1.5	7.61	0.22
	3000	894.2	1.68	7.2	0.27
	3400	894.2	1.72	6.92	0.24
	3600	894.2	1.72	7.77	0.26
	4200	894.2	2.11	5.91	0.35

Se observa que el régimen de flujo es subcrítico, la velocidad del flujo es pequeño y el tirante en la zona del puente es más pronunciado debido a los pilares (obstrucciones al paso del flujo) ubicados en el lecho del río.

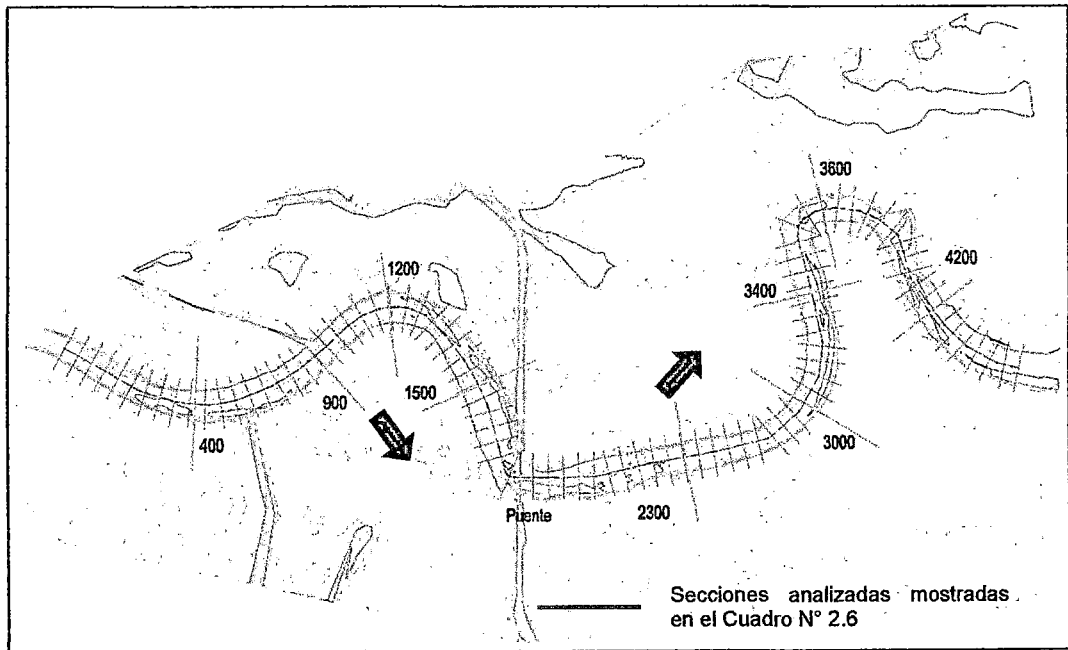


Figura N° 2.7 Secciones representativas para el análisis hidráulico del río Tahuamanu.

CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN FLUVIOMORFOLÓGICA DEL RÍO TAHUAMANU EN EL TRAMO DEL PUENTE TAHUAMANU.

3.1 METODOLOGÍA DE PREDICCIÓN

3.1.1 Análisis multitemporal.

El análisis multitemporal es una técnica que consiste en comparar las características morfológicas del río en estudio en diferentes épocas.

Para realizar el análisis multitemporal es necesario contar con información suficiente de imágenes satelitales. Para esta investigación se usó imágenes satelitales de las instituciones ESDI (Earth Science Data Interface) e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales). Ambas instituciones proporcionan imágenes de los satélites Landsat con calidades de $30m=1pixel$ (Ver Figura N° 1.14).

Seguidamente se procedió a georeferenciar las imágenes. Luego, con una combinación de bandas adecuadas, se trazaron ambos márgenes del río. El trazado de las márgenes debió realizarse en un tramo considerable (250km) con el fin de obtener una estadística de buena precisión.

Los trazos de las márgenes servirán para obtener el eje del río. Para ello se utiliza una aplicación en GIS que pueda dibujar con buena aproximación una línea central (eje del río) entre 2 líneas (las márgenes). En este caso se utilizó la aplicación desarrollada por "National Center for Earth-Surface Dynamics" con nombre "Channel planform statistics"

Los ejes del río nos dará la estadística requerida. Con ellas se puede obtener la sinuosidad promedio, la migración promedio, relaciones geométricas entre otras.

3.1.2 Métodos empíricos

Se empleó la metodología de Hickin y Nanson, los datos necesarios son el diámetro medio del material que conforma la margen exterior, la densidad del flujo, pendiente media del cauce, radio de curvatura, Ancho, altura de la margen externa, resistencia cortante del material, caudal para un periodo de retorno de 5 años.

Para generar valores promedios de migración del río en estudio, se debe tomar como valores geométricos promedios los generados por el análisis

multitemporal. Por otro lado, para la generación de valores de migración locales, se debe utilizar los valores geométricos de la zona de estudio.

3.2 CARACTERÍSTICAS FLUVIOMORFOLÓGICAS DEL RÍO TAHUAMANU

Para la evaluación de las características fluviomorfológicas del Río Tahuamanu se tomó información para una longitud de río de 250 km, distribuidos en 125 km aguas arriba del puente Tahuamanu y 125 km aguas abajo del puente Tahuamanu.

3.2.1 Características geométricas del río Tahuamanu

El río Tahuamanu según la clasificación de Leopold, Wolman es un río Meándrico. Por otro lado para la clasificación hecha por Lane, el río Tahuamanu se encontraría en una transición entre río Trenzado y Meándrico.

En la Figura N° 3.1 se muestra la clasificación del río Tahuamanu tomando como referencia la pendiente promedio del cauce principal $S=0.0007$ y el caudal para un periodo de retorno de 2.5 años = $611.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

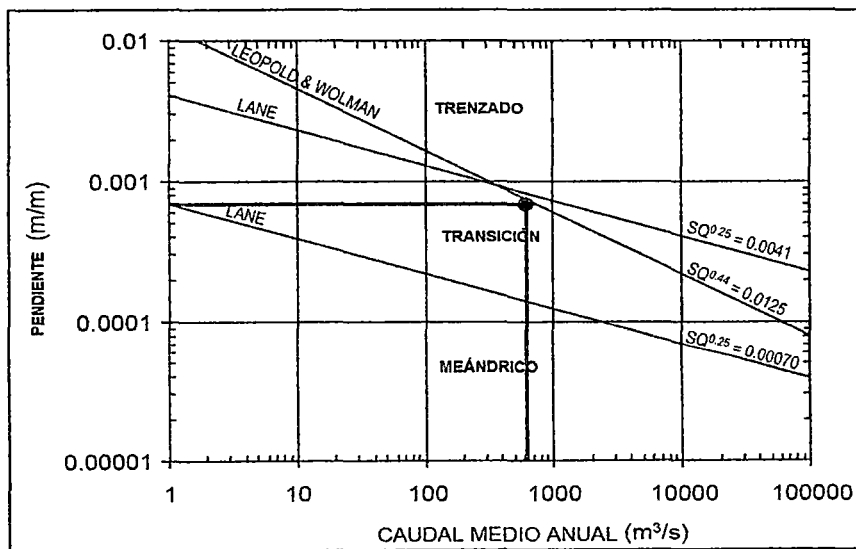


Figura N° 3.1 Clasificación del río Tahuamanu según los criterios de Leopold Wolman y Lane

De la figura anterior se puede observar que el río Tahuamanu se ajusta mejor a la clasificación hecha por Leopold y Wolman, pues el río Tahuamanu es meándrico.

3.2.1.1 Sinuosidad

En la Figura N° 3.2 se muestra la evolución de la sinuosidad del río Tahuamanu a través del tiempo.

El río Tahuamanu presenta una sinuosidad promedio de $S_{\text{río}}=2.03$ entre los años 1985 y 2011. Según las clasificaciones vistas en el ítem 1.2 del Capítulo 1, el río Tahuamanu es un río meándrico de alta sinuosidad.

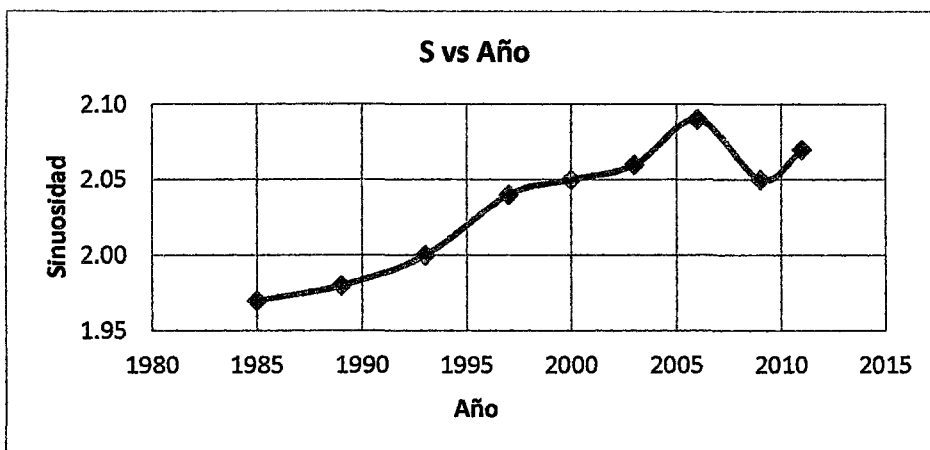


Figura N° 3.2 Variación de la sinuosidad del río Tahuamanu a través del tiempo

La sinuosidad del río Tahuamanu según la información estadística, ha venido incrementándose con el paso de los años, tendiendo a mantenerse por encima de 2. La caída de la gráfica que se aprecia entre los años 2006 y 2009, es debido a cortes de meandros, que representan en total 5.35 km del río Tahuamanu. Estos cortes de meandro son la manera natural de mantener la sinuosidad promedio del río. En la Figura N° 3.3 se observan los cortes de meandro que produjeron la disminución de la sinuosidad. Estos cortes se ubican 110 km aguas abajo del puente Tahuamanu.

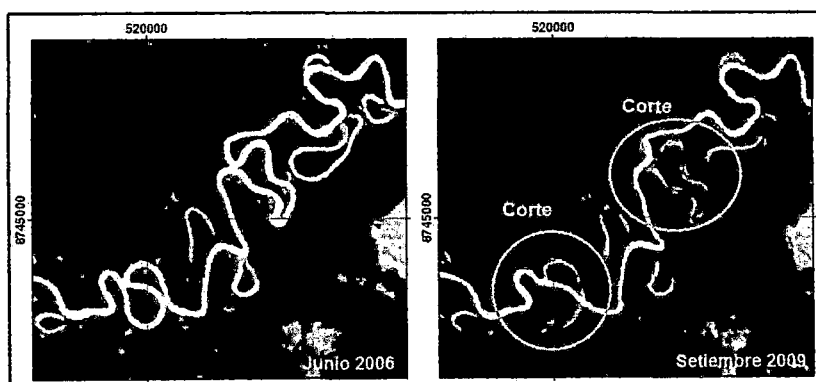


Figura N° 3.3 Cortes de meandro aguas abajo del puente Tahuamanu.

3.2.1.2 Radio de curvatura(R), Longitud de onda(λ), Ancho(W) y Amplitud(A) promedio del río Tahuamanu

Para el cálculo los parámetros geométricos (R, λ , W, A) se hizo mediciones en el eje del río para distintos años (ver Figura N° 3.4), dando como tendencia a mantener como promedio los valores mostrados en el Cuadro N° 3.1. Los valores concuerdan aproximadamente con la investigación realizada por Zeller en 1967 e Inglis. Ver Cuadro N° 3.2

Cuadro N° 3.1 Valores promedios de los parámetros geométricos del río Tahuamanu.

Parámetro	Valor promedio (m)
Radio (R)	260
Ancho (W)	160
Longitud de onda (λ)	1200
Amplitud (A)	700

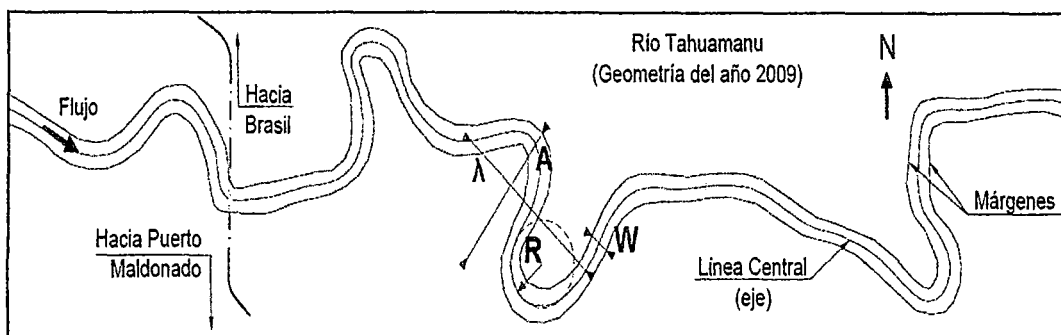


Figura N° 3.4 Parámetros geométricos del río Tahuamanu.

Cuadro N° 3.2 Estimaciones geométricas en base a mediciones promedio del río Tahuamanu

Inglis (Ferguson data)		Inglis (Bates data)	Leopold and Wolman			Zeller	
$\lambda = 6.5 W^{0.89}$	$A = 18.4 W^{0.99}$	$A = 11.4 W^{1.04}$	$\lambda = 11.0 W^{1.01}$	$A = 3.0 W^{1.1}$	$\lambda = 4.6 R^{1.01}$	$\lambda = 11.0 W^{1.025}$	$A = 4.5 W^{1.00}$
$\lambda = 988.5 \text{ m}$	$A = 2798.3 \text{ m}$	$A = 2234.5 \text{ m}$	$\lambda = 1851.6 \text{ m}$	$A = 797.4 \text{ m}$	$\lambda = 2085.6 \text{ m}$	$\lambda = 1998.1 \text{ m}$	$A = 720 \text{ m}$

Por otro lado, del análisis multitemporal se obtuvo las siguientes relaciones geométricas para el río Tahuamanu

$$\lambda = 20.4 * R^{0.72} \qquad A = 4.2 * W^{1.01} \qquad \lambda = 6.8 * W^{1.02}$$

Las relaciones geométricas encontradas se obtuvieron de la relación entre datos locales de entre Longitud de onda meándrica, radio de curvatura del meandro, amplitud de la onda meándrica y ancho del río.

3.2.2 Relaciones geométricas y migración del río Tahuamanu

El análisis de migración M de los meandros del río Tahuamanu se hizo comparando la variación del eje del río a través del tiempo en el periodo 1985 – 2011. Hooke encontró que la tasa de migración M podía correlacionarse con el radio de curvatura R y el ancho del río W . Utilizando los datos obtenidos del análisis multitemporal se relacionó los parámetros geométricos M , R y W en diferentes meandros del tramo en estudio. Los resultados se muestran en la *Figura N° 3.5*, *Figura N° 3.6* y en la *Figura N° 3.7*.

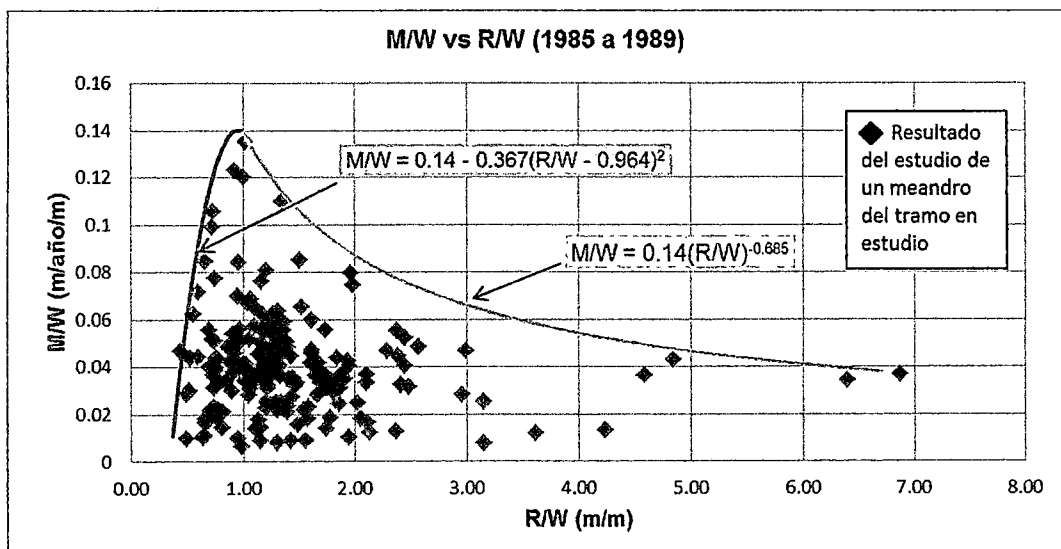


Figura N° 3.5 Migración local vs radio y ancho local, años 1985-1989.

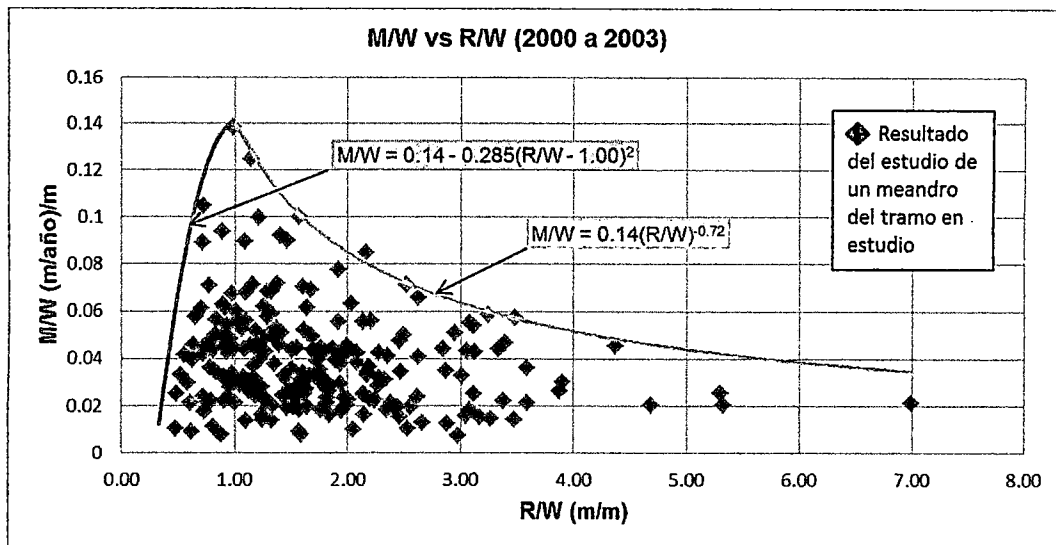


Figura N° 3.6 Migración local vs radio y ancho local, años 2000-2003.

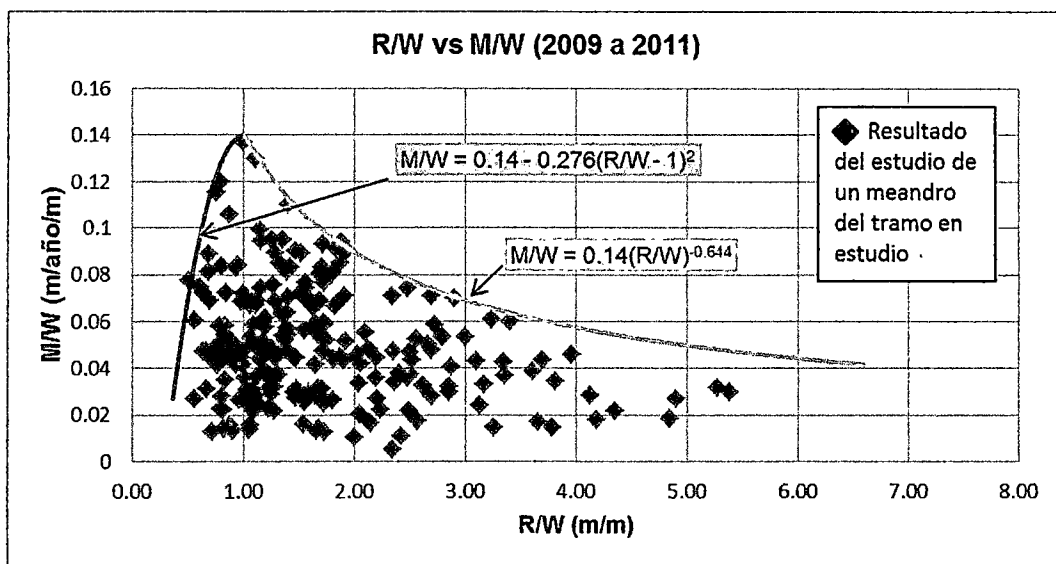


Figura N° 3.7 Migración local vs radio y ancho local, años 2009-2011.

De las gráficas antes presentadas se obtiene la gráfica resultante en donde se aprecia una envolvente más precisa. Ver Figura N° 3.8.

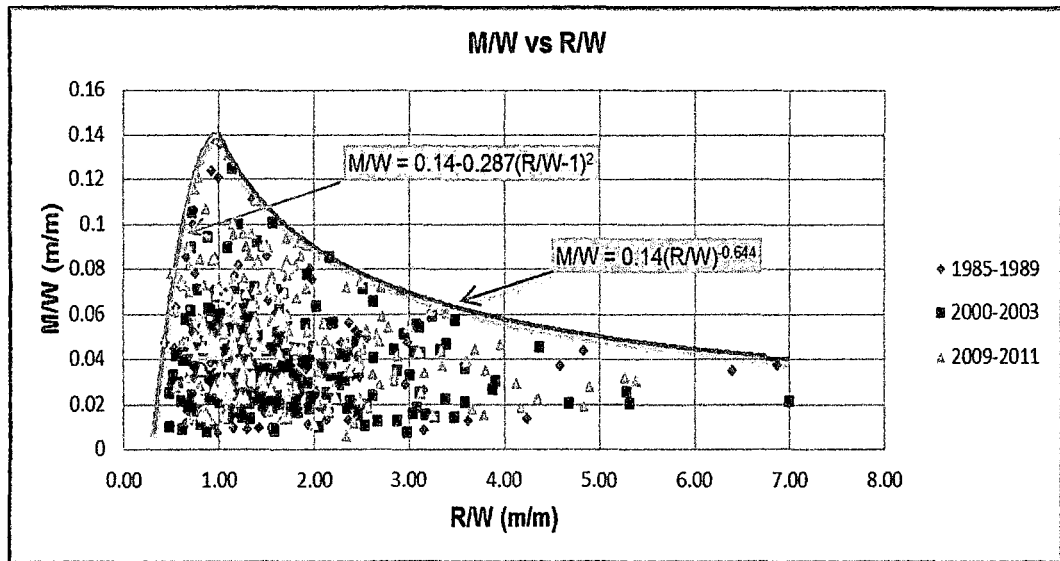


Figura N° 3.8 Relación adoptada entre migración local, radio y ancho local

De los resultados se observa la tendencia a disminuir la tasa de migración al aumentar el radio de curvatura. También podemos notar que la mayor tasa de migración se da cuando la relación R/W tiende a la unidad.

La envolvente de los datos generados se ajusta aproximadamente a dos funciones en particular. Para valores de R/W menores a 1, se tiene una función de segundo orden y para R/W mayores a 1 se tiene una función potencial:

$$M/W = f(R/W) \begin{cases} M/W = C_1 - C_2 \left(\frac{R}{W} - C_3 \right)^2 & \left(\frac{R}{W} < 1 \right) \\ M/W = C_4 \left(\frac{R}{W} \right)^{C_5} & \left(\frac{R}{W} > 1 \right) \end{cases}$$

Donde:

M : Tasa de migración (m/año).

R : Radio de curvatura (m).

W : Ancho del río (m).

Las constantes C_1 , C_2 , C_3 , C_4 y C_5 tienen los siguientes valores según las gráficas estimadas con los datos del río Tahuamanu:

$$C_1 = 0.14$$

$$C_2 = 0.287$$

$$C_3 = 1.00$$

$$C_4 = 0.14$$

$$C_5 = -0.644$$

3.2.3 Influencia de quebradas tributarias en la migración local del río Tahuamanu.

Del análisis de las imágenes se identifican numerosas quebradas aportantes a la corriente principal del río Tahuamanu. Estas quebradas aportan un caudal proporcional a su área de cuenca, lo cual también hace pensar en una proporcionalidad con la migración local en su desembocadura a la corriente principal.

Para este análisis se tomó la información disponible de las cartas nacionales (23X y 24X) que concordaran con los 125 km de río aguas arriba del puente.

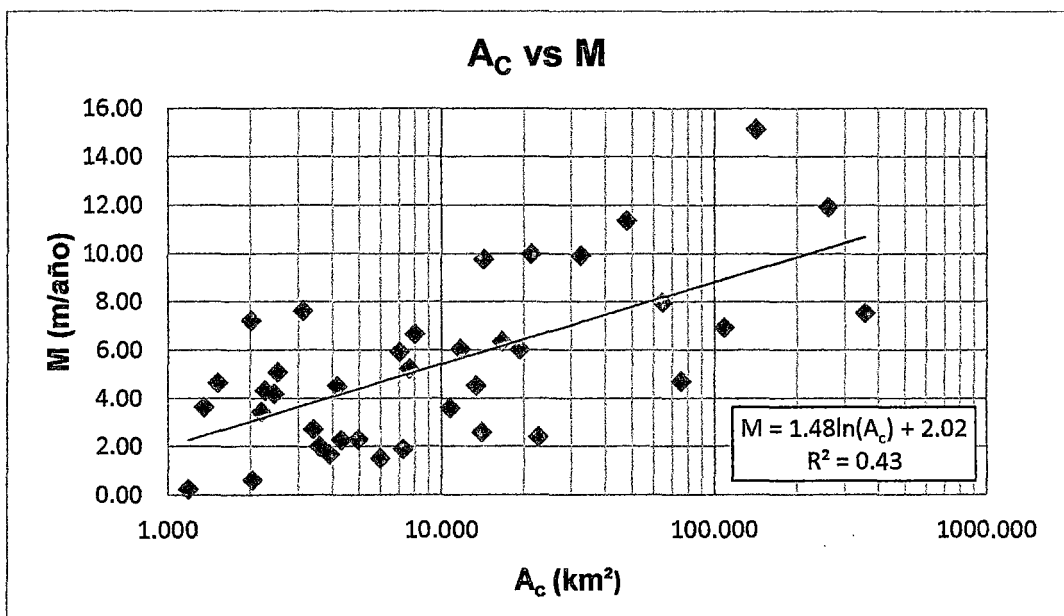


Figura N° 3.9 Relación entre área de cuenca aportante y migración local.

De la gráfica se observa que la migración es más pronunciada en la zona de la desembocadura a medida que el área de la cuenca es mayor.

Según la correlación encontrada se tiene que:

$$M = 1.48 \ln(A_c) + 2.02$$

Donde:

A_c : Área de la cuenca aportante al cauce principal (km^2).

La correlación encontrada no es muy precisa, dado que el factor de correlación

no tiende a la unidad. Sin embargo se puede notar la tendencia a aumentar la tasa de migración al incrementarse el área de la cuenca de la quebrada aportante.

Para el caso del río Tahuamanu, la zona del puente se encuentra relativamente cerca a la quebrada Cocama, cuya área de cuenca es 303.3km^2 . El área de la cuenca de la quebrada Cocama se encuentra entre una de las más grandes cuencas aportantes del río Tahuamanu (hasta el puente). Lo cual indica que las tasas de migración serán altas.

3.2.4 Migración promedio del Río Tahuamanu

Para el análisis de migración del río Tahuamanu se utilizó un conjunto de imágenes satelitales, para elaborar un análisis multitemporal de evolución del río. Las imágenes utilizadas corresponden a los años 1985, 1989, 1993, 1997, 2000, 2003, 2006, 2009 y 2011.

En la siguiente figura se muestra el resultado del traslape de las imágenes satelitales.

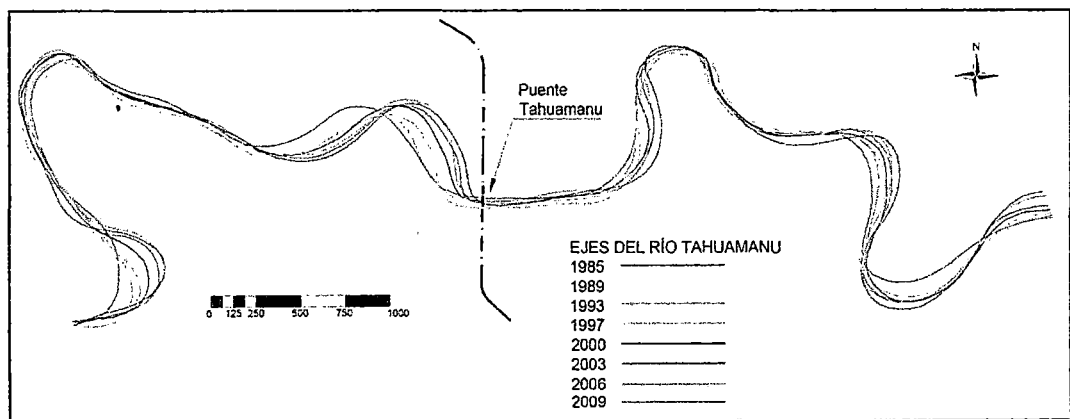


Figura N° 3.10 Evolución del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu

En promedio el río Tahuamanu tiene una tasa de migración 6.5m por año, siendo mucho mayor en las curvas que en las zonas rectas.

3.3 CARACTERÍSTICAS FLUVIOMORFOLÓGICAS DEL RÍO TAHUAMANU EN EL ÁMBITO DEL PUENTE TAHUAMANU.

3.3.1 Características geométricas del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.

3.3.1.1 Sinuosidad.

Para el análisis de la sinuosidad del río Tahuamanu en el ámbito del puente, se tomó un tramo de 5km aproximadamente aguas arriba y aguas abajo de la zona de cruce del puente.

La evolución de la sinuosidad de estos tramos se aprecia las siguientes Figura N° 3.11 y en la Figura N° 3.12

De las gráficas obtenidas del análisis multitemporal, se aprecia que la sinuosidad aguas arriba del puente Tahuamanu es mayor y que su variación a través de los años ha sido mayor en comparación con la variación aguas abajo del mismo.

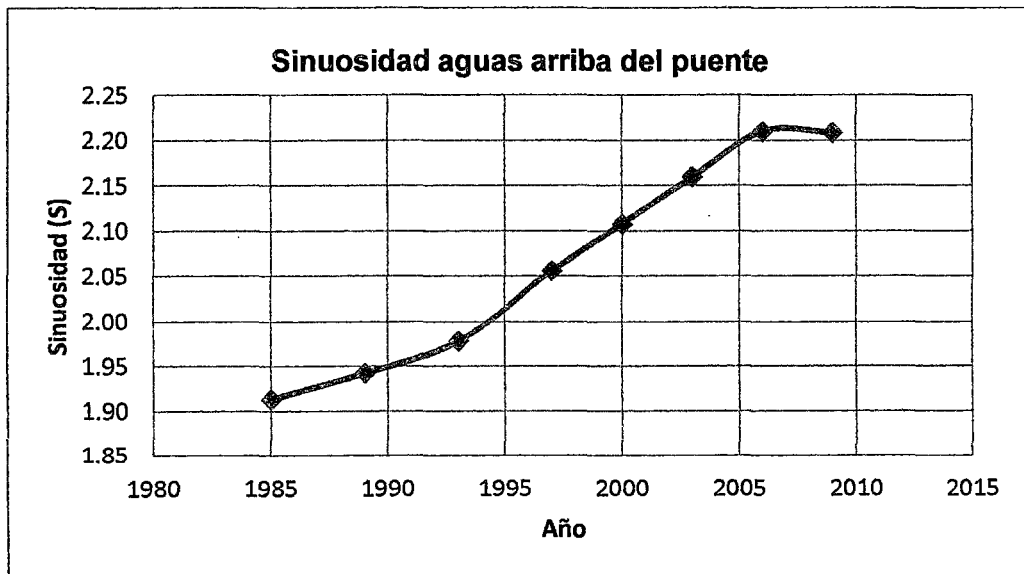


Figura N° 3.11 Evolución de la sinuosidad aguas arriba del puente Tahuamanu.

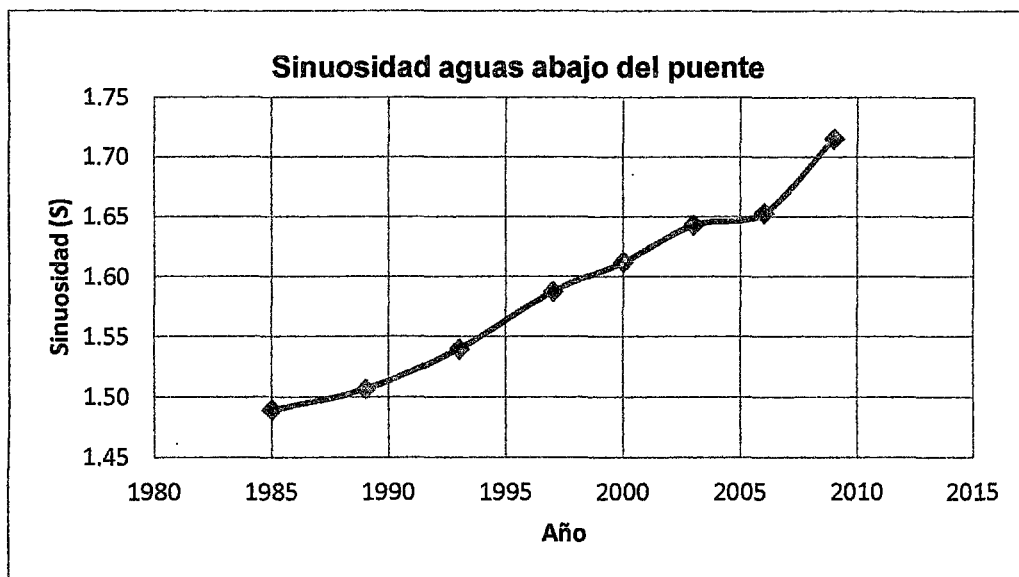


Figura N° 3.12 Evolución de la sinuosidad aguas abajo del puente Tahuamanu.

3.3.1.2 Radio de curvatura, Longitud de onda, Ancho y Amplitud del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu

El río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu presenta las siguientes dimensiones geométricas.

Cuadro N° 3.3 Parámetros geométricos aguas arriba y aguas abajo del puente Tahuamanu.

	Aguas arriba	Aguas abajo
R (m)	265	220
W (m)	160	160
λ (m)	1300	1050
A(m)	600	580

Los parámetros geométricos en el ámbito del puente no son muy variables del promedio que presenta el río en los 250km de análisis.

3.3.2 Evaluación de estabilidad del cauce del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.

La metodología utilizada para la evaluación de la estabilidad del cauce en el

ámbito del puente Tahuamanu fue desarrollada por Colin Thorne en el año 1998. La evaluación consta de hojas de reconocimiento en las que se clasifican las condiciones las características generales del entorno en un cruce cauce-puente y la descripción detallada de las condiciones del río, tanto en el lecho como en las márgenes. Esta evaluación es obtenida mediante un análisis visual insitu.

La evaluación consta de cuatro secciones:

- Sección 1: Descripción del sitio, esta sección consta de la información general de la ubicación de la zona de estudio.
- Sección 2: Descripción de la región y del valle, en esta sección se determina el estado y las características del medio en el que se desarrolla el río.
- Sección 3: Descripción del cauce, esta sección detalla las características del curso de agua en forma global, donde incluye los tipos de control, los obstáculos, el material y el tipo de cauce.
- Sección 4: Descripción de las márgenes, esta sección describe las condiciones de las márgenes del río en relación a la estructura del puente incluyendo la vegetación y el tipo de erosión.

De la evaluación realizada en campo con las hojas de reconocimiento, se obtiene que la estabilidad del cauce en el ámbito del puente Tahuamanu es considerada "regular a mala" y las márgenes en el ámbito del puente presentan inestabilidad considerable.

Las hojas de reconocimiento y las tablas para la evaluación de estabilidad se encuentran en el anexo B.

3.3.2.1 Características geotécnicas del río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.

Las características del suelo en el ámbito del puente se muestran en el Cuadro N° 3.4. Y el plano de las muestras tomadas se observa en la figura N° B.9 (Anexo B).

Del cuadro resumen se observa que el material predominante en las llanuras de inundación es del tipo cohesivo (CL), mientras que el material del lecho es del

tipo no cohesivo (SP-SM)

Según investigación de la FHWA (Federal Highway Administration), los lechos con arena de diámetro uniforme (granos de prácticamente el mismo diámetro), son más estables que lechos de arena gradada (diferentes diámetros). Esto básicamente a que el material más fino de la arena gradada sería arrastrada por flujos de poca velocidad, dejando así, espacios entre las partículas lo cual terminará desestabilizando el cauce.

Cuadro N° 3.4 Resumen de muestras tomadas en campo.

Muestra	Calicata	Fecha	Prof (m)	Humedad natural (%)	Tamiz % que pasa							Límites de consistencia			Grav Especifica	Clasificación		
					3/4"	1/2"	3/8"	N4	N10	N40	N100	N200	LL	LP		IP	SUCS	AASHTO
M-A	C-1	25/11/2009	0.5	20.1	100	99.6	98.2	95.4	93.6	90.4	66.1	56.6	24.9	13.4	11.6	2.615	CL	A-6 (4)
M-A	C-2	25/11/2009	0.5	26.8	100	100	100	100	99.8	99.8	97.7	96.2	34.8	16.3	18.5	2.554	CL	A-6 (12)
M-A	C-3	25/11/2009	0.5	38.2	100	100	100	100	100	100	99.9	98.9	31.8	17.1	14.6	2.58	CL	A-6 (10)
M-A	C-4	25/11/2009	0.5	24.5	100	100	100	100	99.9	99.9	99.6	97.4	30.8	17.4	13.4	2.625	CL	A-6 (10)
M-A	C-5	25/11/2009	0.5	13.9	100	100	100	100	100	100	98.4	74.4	22.2	16.6	5.5	2.589	CL-ML	A-4 (7)
M-A	C-6	25/11/2009	0.5	27.3	100	100	100	100	100	100	99.9	99.2	27.3	17	10.4	2.577	CL	A-6 (8)
M-A	C-7	25/11/2009	0.5	6.4	100	100	100	100	100	100	85.8	37.7	21.2	17.7	3.5	2.646	SM	A-4 (1)
M-A	C-8	25/11/2009	0.5	8.7	100	100	100	100	100	100	97.3	49.5	22.5	18.6	3.9	2.613	SM	A-4 (2)
M-A	C-9	25/11/2009	0.5	7.9	100	100	100	100	100	100	97.5	76	25	14.2	10.8	2.652	CL	A-6 (9)
M-A	C-10	25/11/2009	0.5	17.9	100	100	100	100	99.9	99	90	77.6	21.9	11.9	10	2.558	CL	A-4 (8)
M-A	C-11	25/11/2009	0.5	27.9	100	100	100	100	99.9	99.7	97.8	94.8	30.5	17.7	12.9	2.457	CL	A-6 (9)
M-B	C-1	25/11/2009	2	20.3	100	100	100	100	99.7	97.6	77.6	66.8	37	17.4	29.6	2.645	CL	A-6 (9)
M-B	C-2	25/11/2009	2	25.5	100	100	100	100	100	98.5	97.6	97.3	59.1	21.9	37.1	2.633	CH	A-7-6 (20)
M-B	C-3	25/11/2009	2	19.6	100	100	100	100	100	100	90	37.2	20.9	17.2	3.7	2.643	SM	A-4 (1)
M-B	C-4	25/11/2009	2	23.2	100	100	100	100	100	99.8	98.4	85.7	23.9	13.8	10.2	2.637	CL	A-6 (8)
M-B	C-5	25/11/2009	2	13.6	100	100	100	100	100	100	72.3	43.1	19.9	16.3	3.7	2.63	SM	A-4 (1)
M-B	C-6	25/11/2009	2	27.6	100	100	100	100	100	100	72.2	42.9	26	14.7	11.3	2.609	SC	A-6 (1)
M-B	C-7	26/11/2009	2	21.1	100	100	100	100	100	100	97	85.5	24.2	13.9	10.3	2.55	CL	A-6 (8)
M-B	C-8	26/11/2009	2	21.8	100	100	100	100	100	99.9	98	78.4	25.1	15	10	2.595	CL	A-4 (8)
M-B	C-9	26/11/2009	2	19.1	100	100	100	100	100	100	99.6	98.2	39.5	20.7	18.7	2.656	CL	A-6 (12)
M-B	C-10	27/11/2009	2	16.7	100	100	100	99.3	98.6	97.8	52.4	32.2	19.4	17	2.4	2.577	SM	A-2-4 (0)
M-B	C-11	27/11/2009	2	27.5	100	100	100	100	100	99.7	98	95.1	55.8	23.8	32	2.503	CH	A-7-6 (19)
M-C	C-12	31/05/2011	1	8	100	100	100	100	100	98.9	27.1	6.3	NP	NP	NP	2.74	SP-SM	A-3 (0)
M-C	C-13	04/06/2011	1	8	100	100	100	99.8	99.6	99	34.4	8.8	NP	NP	NP	1.726	SP-SM	A-3 (0)

Fuente: CONIRSA

3.3.3 Migración en el ámbito del puente Tahuamanu (Metodología de análisis multitemporal de imágenes satelitales)

La migración aguas arriba del puente Tahuamanu se da del modo traslación, mientras que la migración aguas abajo se viene dando por extensión. Ver Figura N° 3.10.

De acuerdo al análisis multitemporal, en el ámbito del puente Tahuamanu se tiene una tasa de erosión de 7.0m anuales entre los años 1985 a 1993 para luego incrementarse considerablemente a 14.0 m anuales entre 1993 y el 2009 (ver Figura N° 3.13). Lo cual eleva la tasa promedio inicial a 11.7 m/año.

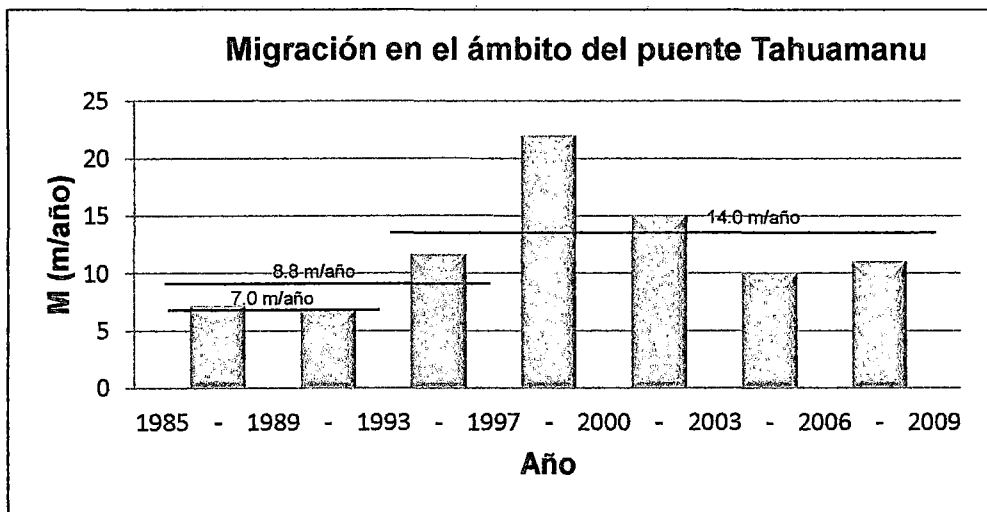


Figura N° 3.13 Evolución de la tasa de migración en el ámbito del puente Tahuamanu

EL incremento de la tasa de migración del río Tahuamanu en la zona del puente se debe básicamente a un factor antrópico.

En épocas de lluvia, el río Tahuamanu suele inundar por completo su llanura sobrepasando los niveles límites del canal principal. Este es un fenómeno natural de los ríos meándricos. Sin embargo, debido a la presencia de los terraplenes de la carretera interoceánica que han venido siendo levantados desde los años 70, y en particular en los años 90 para la construcción de la carretera interoceánica y el puente Tahuamanu (1998); el paso natural de la descarga y la evolución del río han venido siendo afectados. El flujo de la crecida es obligado a pasar únicamente por la sección del puente, pues los terraplenes hacen el trabajo de

diques de retención, muy a pesar que cuenten con alcantarillas que alivien la descarga. Por otra parte, los tirantes que se generan son mayores a lo que naturalmente se espera y por lo tanto los esfuerzos de corte se incrementan del mismo modo. El río al no poder seguir con su evolución natural de migración tiende a acercarse a los terraplenes mediante una socavación progresiva de su margen exterior. A este fenómeno se le conoce como “estrangulamiento” del río. En la Figura N° 3.14 se grafica dicho fenómeno.

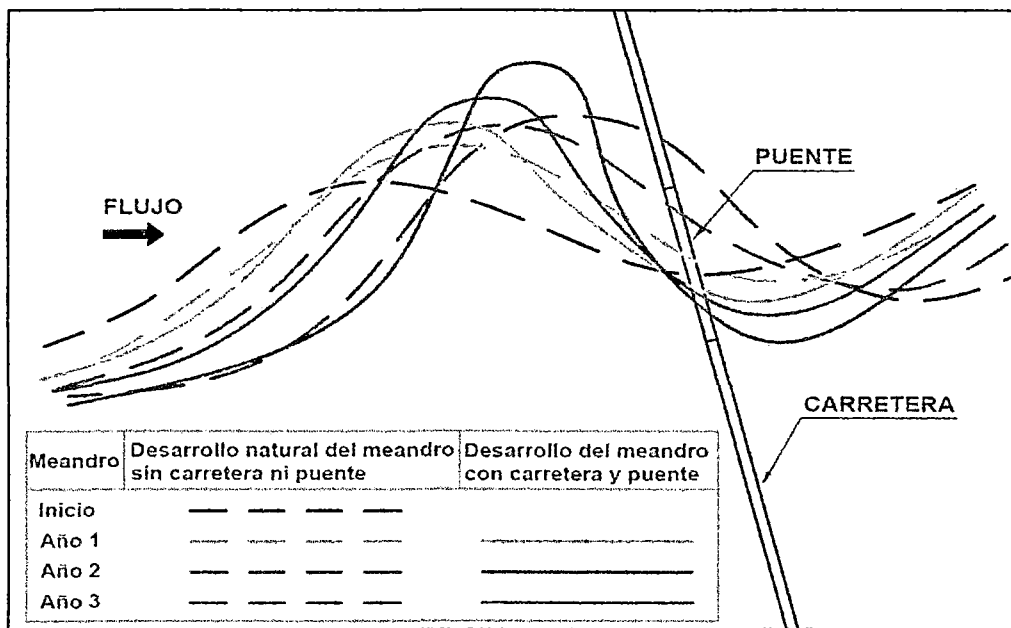


Figura N° 3.14 Fenómeno de estrangulamiento debido al cruce río-puente.

3.3.4 Migración en el ámbito del puente Tahuamanu (Metodología empírica)

3.3.4.1 Modelo de Hooke

Hooke en 1980 vincula la tasa de erosión al tamaño de la cuenca. Las ecuaciones que obtiene son las siguientes:

$$M = 8.67 + 0.114 * A$$

$$M_{max} = 2.45 * A^{0.45}$$

Donde:

M: Tasa de erosión (m/año). M_{max} : Tasa máxima de erosión (m/año).

A: Área de la cuenca (km²).

Ya que esta relación está en función del área de la cuenca, también puede

esperarse que la tasa de migración esté en función del ancho del río.
 Esta relación también implica que las cuencas con áreas similares tengan tasas de erosión similar.
 Según el análisis con los datos de la cuenca del Tahuamanu, esta ecuación empírica no es ajustable por los resultados de migración tan grandes.

3.3.4.2 Modelo de Hickin y Nanson

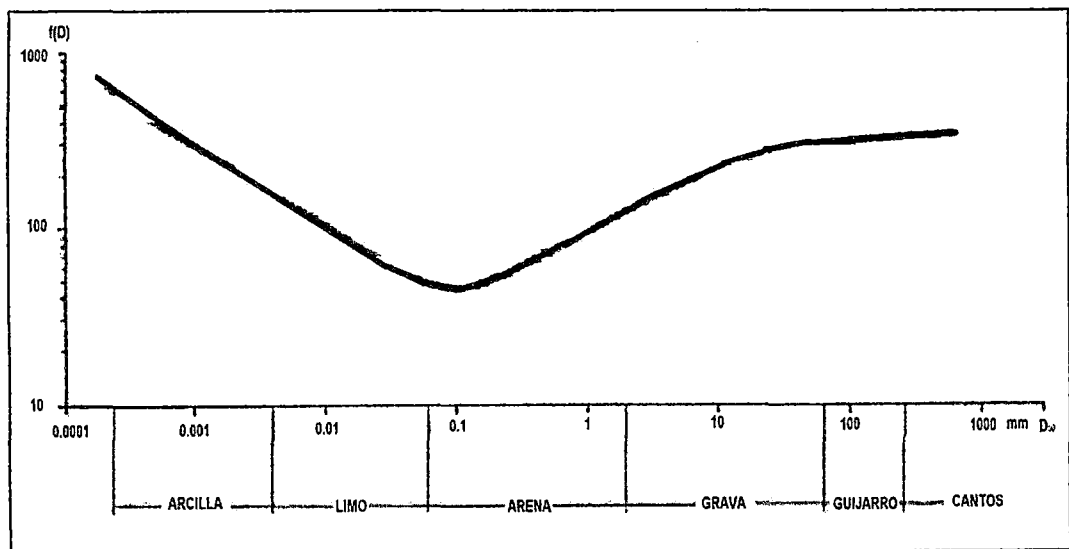
Hickin y Nanson correlacionan la tasa de migración en los ríos meándricos con la proporción de la curvatura de los meandros.

Hickin y Nanson encontraron que la tasa de erosión de la orilla es una función del radio de curvatura, ancho del río, el poder de la corriente y un coeficiente que representa la resistencia a la migración del canal.

A continuación se muestran las siguientes ecuaciones:

$$M = f(M_{2.5}) \begin{cases} M = 2.5 * \frac{W}{R} * M_{2.5} & \left(\frac{R}{W} > 2.5\right) \\ M = 1.5 * \left(\frac{R}{W} - 1\right) * M_{2.5} & \left(\frac{R}{W} < 2.5\right) \end{cases}$$

$$\Omega = \gamma * Q_5 * i, \quad Y_b = f(D), \quad M_{2.5} = \frac{\Omega}{h_{ob} Y_b}$$



(Hickin y Nanson, 1984)

Figura N° 3.15 Gráfica para determinación del esfuerzo cortante resistente (Y_b) según el diámetro medio D_{50} .

Donde:

- M: Tasa de migración (m/año).
- B: Ancho promedio del río.
- R: Radio de curvatura promedio del río.
- $M_{2.5}$: Parámetro.
- D_{50} : Diámetro medio del suelo de la curva externa.
- γ : peso específico del fluido.
- Q_5 : Caudal para un periodo de retorno de 5 años.
- i: Pendiente del río.
- H_{ob} : Altura de la orilla externa.
- Y_b : Esfuerzo cortante de resistencia. (N/m²).

De los datos obtenidos del análisis multitemporal y los datos de campo se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.5 Evaluación de la migración del río Tahuamanu mediante el modelo de Hickin y Nanson.

Datos:			
D_{50} :	0.007 mm	Q_5 :	971.9 m ³ /s
γ :	9810 N/m ²	i:	0.0013 m/m
R:	260 m	h_{ob} :	8 m
W:	160 m	Y_b :	150 (N/m ²)
Resultados:			
$M_{2.5}$:	10.3 m/año		
M:	9.7 m/año		

Según la metodología de Hickin y Nanson, se estima que el río Tahuamanu tiene una tasa de migración de 9.7m anuales en el ámbito del puente aguas arriba. Del resultado obtenido por la metodología empírica de Hickin y Nanson y los valores obtenidos del análisis temporal se obtiene el siguiente cuadro comparativo:

Cuadro N° 3.6 Comparación de la migración del río Tahuamanu mediante el modelo de Hickin y Nanson y análisis multitemporal.

Metodología	locación	R/W	M (m/año)
Hickin y Nanson	aguas arriba del puente	1.63	9.7
	aguas abajo del puente	1.38	5.8
Análisis Multitemporal	aguas arriba del puente	1.63	16.4
	aguas abajo del puente	1.38	18

Del Cuadro N° 3.6 se observa que las tasas de migración obtenidas mediante la fórmula resultante del análisis multitemporal son más altas y se ajustan mejor a las tasas presentadas a lo largo del tiempo para el río Tahuamanu.

CAPÍTULO 4 POTENCIALES APLICACIONES DEL ESTUDIO EN EL DISEÑO DE OBRAS VIALES DE LA ZONA.

4.1 APLICABILIDAD EN EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE OBRAS CIVILES

El puente Tahuamanu fue construido en el año 1998. El trazo de la progresiva del puente fue previsto para cruzar al río Tahuamanu por un tramo muy cercano a una curva del río Tahuamanu, pero recto (ver Figura N° 2.1).

Debido a esta cercanía del puente a la curva del río, se propusieron defensas ribereñas (gaviones) en la margen externa, pues el río naturalmente ataca esta zona. Mas no se contó que el río vería limitado su movimiento lateral por la construcción de la carretera y que provocaría, en los siguientes años, el incremento de las tasas de migración en la margen izquierda del río aguas arriba del puente adyacente a la carretera interoceánica (ver Figura N° 4.1).

El análisis multitemporal para la migración de ríos resulta de utilidad para una proyección estimada del tiempo que demoraría el río en llegar a las estructuras de apoyo del puente (estribos) y los sectores de las márgenes que serían más afectadas por la erosión. Por ejemplo, el río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu presentó una migración promedio de 8.8m/año entre los años 1985 y 1997 (ver Figura N° 3.13), en este periodo aún no se había construido el puente sobre el río Tahuamanu. Es decir el río se desplazó aproximadamente 105m lateralmente desde 1985 hasta la construcción del puente. Con la estimación calculada se pudo haber previsto aproximadamente que el río estaría erosionando la margen izquierda adyacente al terraplén de la carretera interoceánica en los siguientes 10 años (2007), y con ello, prever las defensas ribereñas adecuadas para la protección de dicha margen con suficiente anticipación.

Si no se hubiese contado con registro de imágenes inmediatamente para realizar el análisis multitemporal, se hubiera podido estimar la tasa de migración con la fórmula propuesta en el ítem 3.1.2 del capítulo III. Las características geométricas para el año 1997 son: $R = 260\text{m}$, $W = 160\text{m}$ con lo cual se obtiene que la relación $R/W = 1.63$ y $M = 16.4\text{m/año}$. Es decir en los siguientes 10 años (año 2007), a partir del año 1997, el río Tahuamanu habría migrado 164m. Según el análisis multitemporal, la migración de 164 metros se da en el año 2009, lo que quiere decir que la estimación es conservadora pues ésta se

esperaría en el año 2007. La Figura N° 4.1 muestra la aproximación del río Tahuamanu hacia la carretera interoceánica.

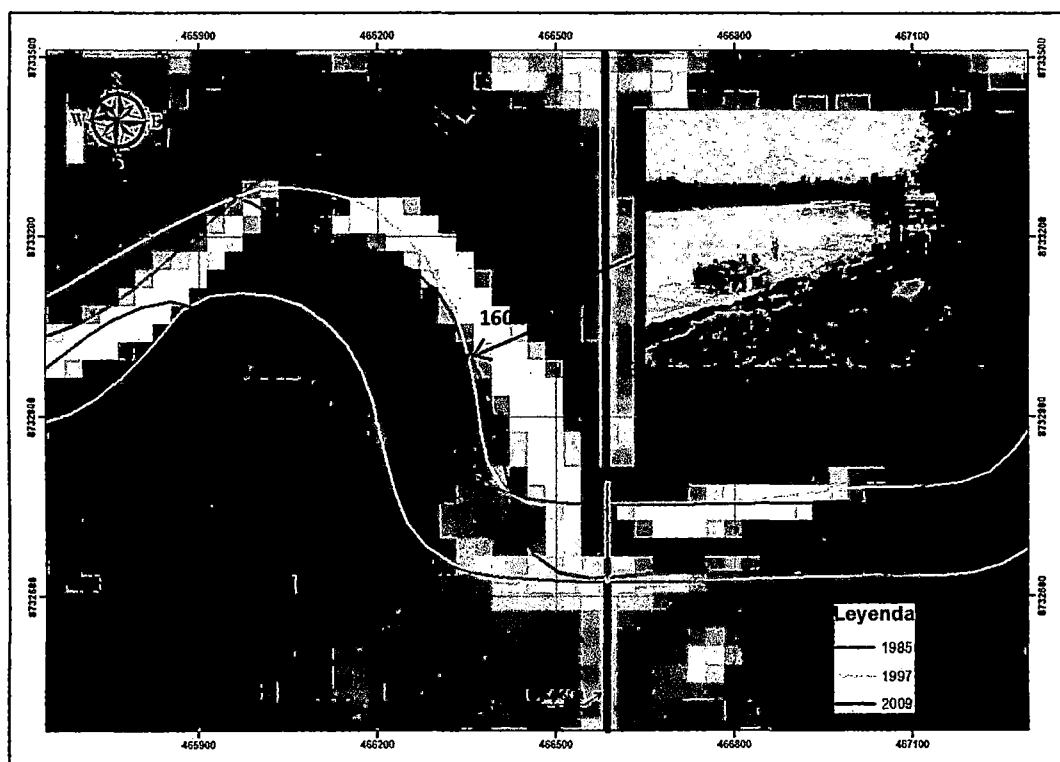


Figura N° 4.1 Aproximación del río Tahuamanu a la carretera interoceánica y colocación de geobolsas en la margen izquierda afectada

En la Figura N° 4.1 se observa la aproximación del río Tahuamanu a la carretera interoceánica mediante una sucesión de márgenes de los años 1985, 1997 y 2009 y las defensas ribereñas colocadas en el año 2010 para la protección de la margen izquierda del río cercana al terraplén.

4.2 APLICABILIDAD EN EL DISEÑO DE TRAZO DE VÍAS DE TRANSPORTE.

En el caso de diseño de obras viales que cruzan ríos meándricos, es importante conocer las zonas de menor tasa de migración para plantear una adecuada ubicación de la obra de cruce (puente) para poder, así evitar, mayores costos en el diseño de defensas ribereñas que podrían darse si cruzara una zona de alta tasa de migración.

Para el caso del río Tahuamanu, la zona de menor tasa de migración es la mostrada en la Figura N° 4.2. La tasa de migración del tramo señalado, fue

prácticamente nula entre los años 1985 y 1997, lo cual hace de esta zona un buen lugar para emplazar el puente siempre y cuando el puente esté ubicado lo suficientemente lejos de las curvas meándricas del río.

El puente Tahuamanu fue ubicado relativamente lejos de la curva meándrica del río, siguiendo un trazo antiguo llamado la "marginal de la selva del Perú" el cual fue construido en las décadas pasadas. Sin embargo no se contó con el fenómeno de estrangulamiento que sucedería a futuro en esta zona por el embalsamiento del río en épocas de avenida. La zona, aguas arriba del puente, se vuelve una zona de alta tasa de migración desestabilizando los terraplenes de la reciente carretera construida.

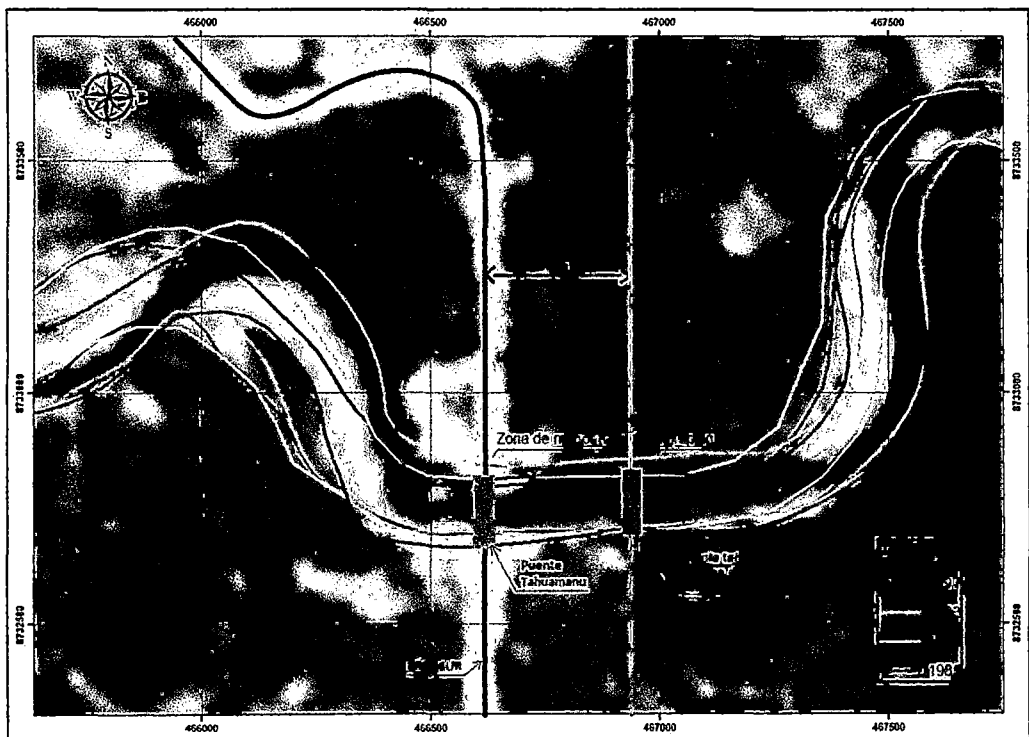


Figura N° 4.2 Zonas baja tasa de migración en el río Tahuamanu en el ámbito del puente Tahuamanu.

Otro factor importante es tener en cuenta los cortes de meandro. Como se pudo ver en el ítem 1.6.3.3 del capítulo I, los cortes de meandros traen consigo cambios fluviomorfológicos tanto aguas arriba como aguas abajo. Si la obra de cruce está cerca de un inminente corte de meandro, se debe tener en cuenta que la tasa de migración se verá incrementada.

4.3 APLICABILIDAD EN LA LOCACIÓN DE OBRAS CIVILES.

En la aplicabilidad para obras civiles se puede identificar dos grupos: Las obras civiles construidas en la cercanía de un río y las que se construyen en el río y dependen de él directamente.

En el primer caso se puede destacar a las ciudades y vías de transporte. En el segundo caso se puede destacar obras portuarias y obras de captación de agua entre otras.

Aguas arriba del puente Tahuamanu, con ayuda de imágenes satelitales recientes, se identifican nuevas obras civiles adyacentes al río Tahuamanu. Se observa un nuevo centro poblado a 2Km al Noroeste del puente Tahuamanu cuyo emplazamiento se encuentra en el área del cinturón meándrico.

La construcción de poblados dentro de los cinturones meándricos o en sus cercanías, generan altos riesgos en pérdidas materiales y civiles. Estos riesgos de pérdida se pueden dar en corto o largo plazo dependiendo de la morfología del río. Experiencia de estos cambios morfológicos se tiene lo sucedido en el distrito de Ñapari.

El distrito de Ñapari se encuentra en la frontera con Brasil y tiene como distrito vecino a la ciudad de Asis (Brasil). Ambos poblados se encuentran dentro de las llanuras de inundación del río Acre, por lo que están expuestos a inundaciones, a los cambios morfológicos del río y los desastres a los que conllevarían de incrementarse el nivel del río.

Como se vio en el ítem 3.1.2 del capítulo III, las tasas de migración tienden a ser altas cuando el radio de curvatura del meandro es pequeño. En la Figura N° 4.3 se muestra a la ciudad de Ñapari siendo amenazada por la migración de uno de los meandros del río Acre. El meandro presenta un radio de curvatura pequeño, lo cual da como resultado un avance rápido del meandro hacia la ciudad.

Para la protección de la ciudad se propusieron defensas ribereñas en la margen externa del meandro, sin embargo, en los años siguientes el meandro se cortó naturalmente.

Estas consideraciones de cambios morfológicos deben de tenerse en cuenta antes de considerar el emplazamiento de un nuevo poblado. De estar ya establecido el centro poblado, se debe estimar con aproximación los futuros cambios que el río pueda tener para tener en cuenta las obras de encauzamiento o defensa que sean necesarias.

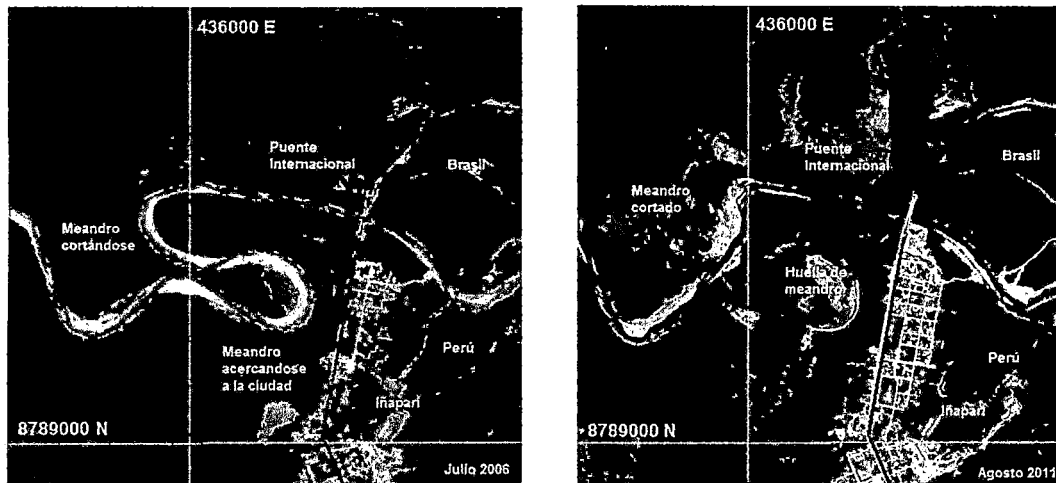


Figura N° 4.3 Corte de meandro en la ciudad de Iñapari.

Más al Noroeste, aguas arriba del puente Tahuamanu, en la ciudad de Iberia se encuentran los puertos Soboya, puerto Portillo y puerto Oficial. En estos puntos se puede identificar dos posibles problemas a largo plazo. El primero, en el puerto Portillo, se está construyendo actualmente un puente para cruzar el río Tahuamanu. Según las imágenes satelitales se observa que el meandro aguas arriba de este puente está disminuyendo su radio de curvatura y viene acercándose al estribo izquierdo del puente, pudiendo traer consigo similares problemas que han sucedido en el ámbito del puente Tahuamanu. El segundo problema que se observa es en el puerto Oficial. El meandro en el que se encuentra el puerto está tendiendo a estrecharse, lo que conllevaría en un largo plazo a un “cut off” o corte de meandro que dejaría aislado a este puerto. Los cambios mencionados se pueden apreciar en la Figura N° 4.4 y el plano P09

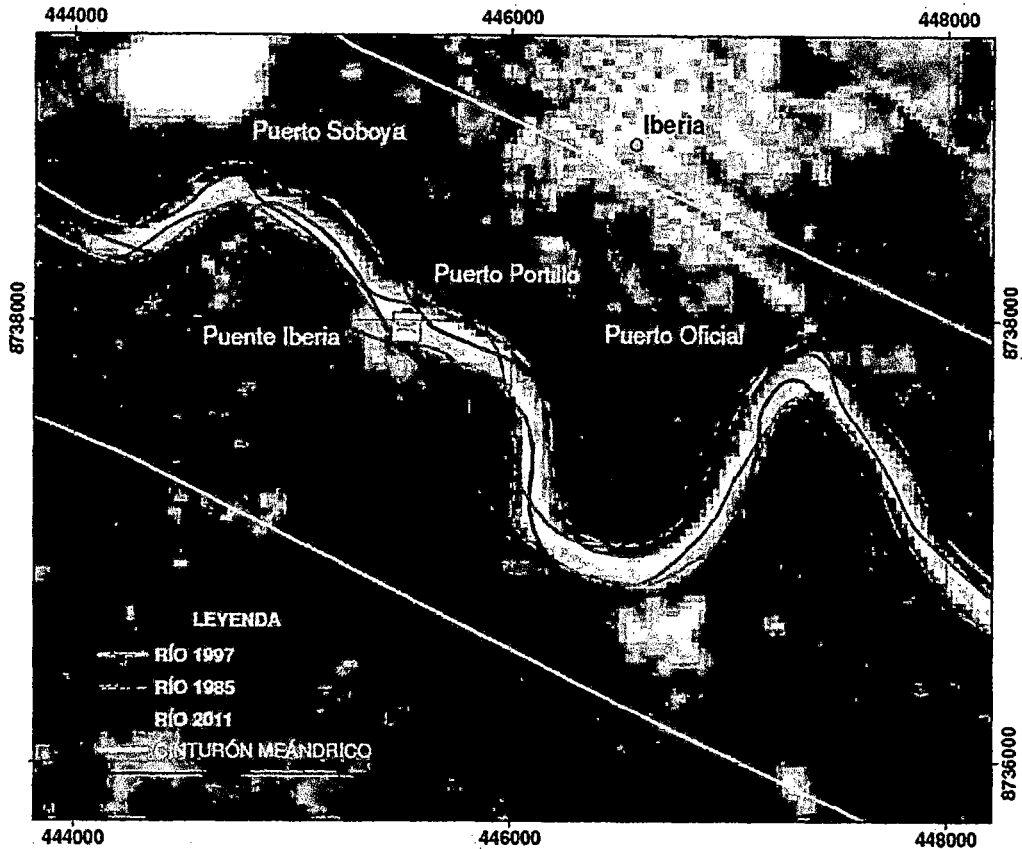
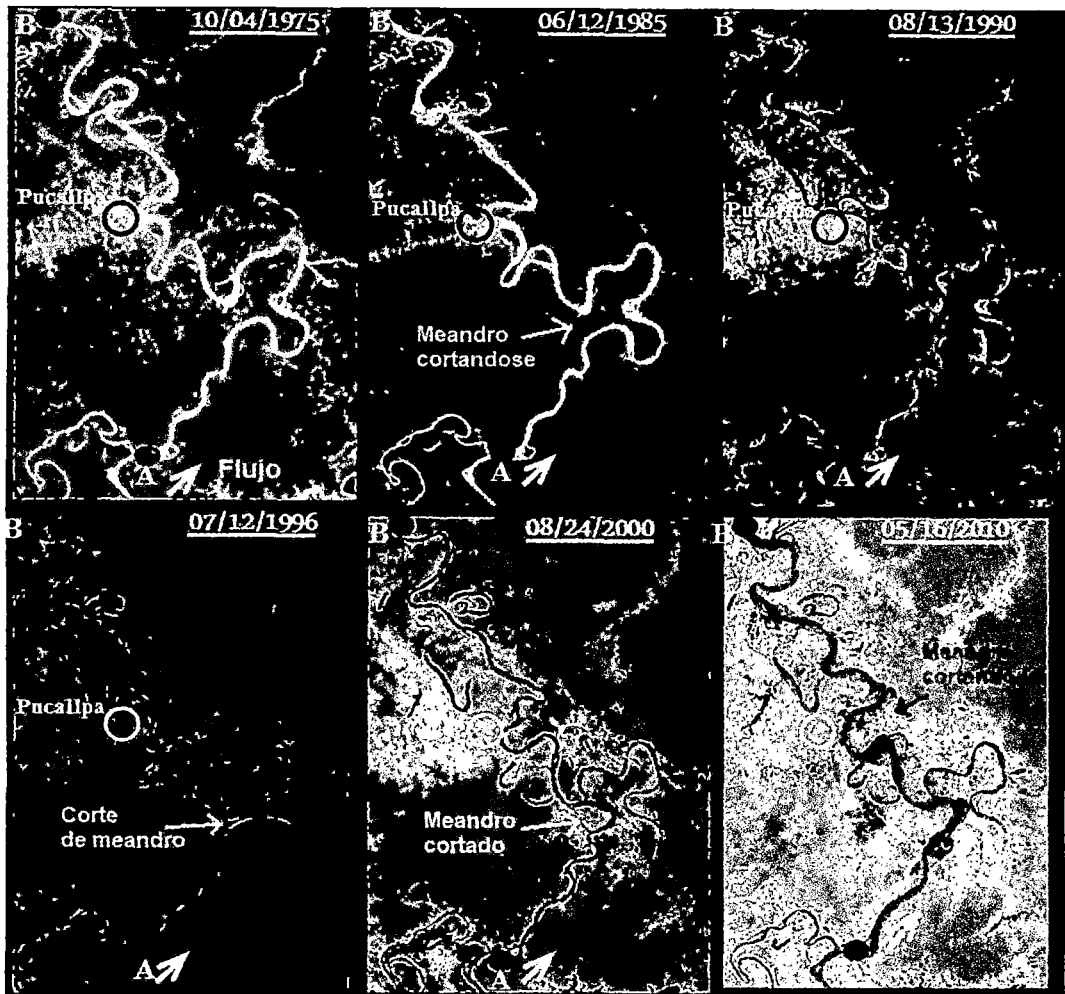


Figura N° 4.4 Variación del río Tahuamanu en el ámbito del distrito de Iberia.

Sobre posibles aislamientos de puertos o ciudades se tiene lo que en la actualidad viene sucediendo en la ciudad de Pucallpa. El Servicio de Hidrografía y Navegación de la Marina de Iquitos en cooperación con el Dr. Jorge D. Abad, vienen estudiando actualmente los fuertes cambios fluviomorfológicos del Río Ucayali en las zonas aledañas a la ciudad de Pucallpa. Un último corte de meandro de aproximadamente 70 km de largo aguas arriba de la ciudad, entre los años 1996 y 2000, ha provocado cambios en la morfología del río, cuyos efectos son perjudiciales, al punto de dejar aislada la ciudad.

En la Figura N° 4.5 se observan los fuertes cambios en la morfología del río. Aguas arriba del corte se observa que el río pierde sinuosidad tendiendo a volverse recto. Por otro lado, aguas abajo del corte, se observa que el río aumenta su sinuosidad rápidamente. Este último fenómeno es el que viene preocupando a las autoridades portuarias en Pucallpa. De cortarse el meandro, el puerto fluvial quedaría totalmente inoperativo, lo que significaría la pérdida del transporte fluvial, la fuente de agua de la ciudad y el detenimiento del intercambio económico con las demás ciudades de la selva.



Fuente: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía (SHNA).

Figura N° 4.5 Cambios fluviomorfológicos en el Río Ucayali.

Como se puede notar, los estudios de fluviomorfología de ríos son de relevante importancia para el desarrollo de una nación. Las grandes inversiones que se hacen en la construcción de ciudades, obras portuarias, obras de captación y otros, pueden verse perdidas con el tan solo echo que el río cambie su curso. Por ello, los estudios de cambios fluviomorfológicos tienen que ser realizados de antemano con el fin de dar durabilidad a las obras civiles y minimizar los gastos de mantenimiento y protección a largo plazo.

4.4 APLICABILIDAD EN LA DETERMINACIÓN DEL CINTURÓN MEÁNDRICO

El cinturón meándrico o también conocido como el "valle" del río, es de gran importancia para la planificación de locación de obras civiles. En el Ítem 4.3 se observó que la ciudad de Iñapari está dentro del cinturón meándrico del río Acre,

y que debido a este emplazamiento, se encontró en una situación de emergencia debido al acercamiento del meandro.

El análisis multitemporal, en este caso, es útil para reconocer los antiguos cursos del río, las huellas del río (cut offs), el tipo de vegetación; y así con ellos poder establecer aproximadamente la franja por donde el río se desarrollará naturalmente a través de los años (cinturón meándrico).

Los antiguos cursos y las huellas del río son identificados con la información existente de imágenes satelitales y/o fotografías aéreas.

La vegetación ayudará a discernir entre la vegetación más antigua y la más joven según la densidad del bosque y la coloración que se muestre al combinar las bandas 4, 3 y 2. El cinturón meándrico para el río Tahuamanu es aproximadamente el que se muestra en el plano P10.

Como se puede notar en el plano P10, el cinturón meándrico abarca parte del centro poblado de Iberia, el cual en el futuro puede verse afectado por la migración del río Tahuamanu como lo fue el distrito de Ñapari por el río Acre.

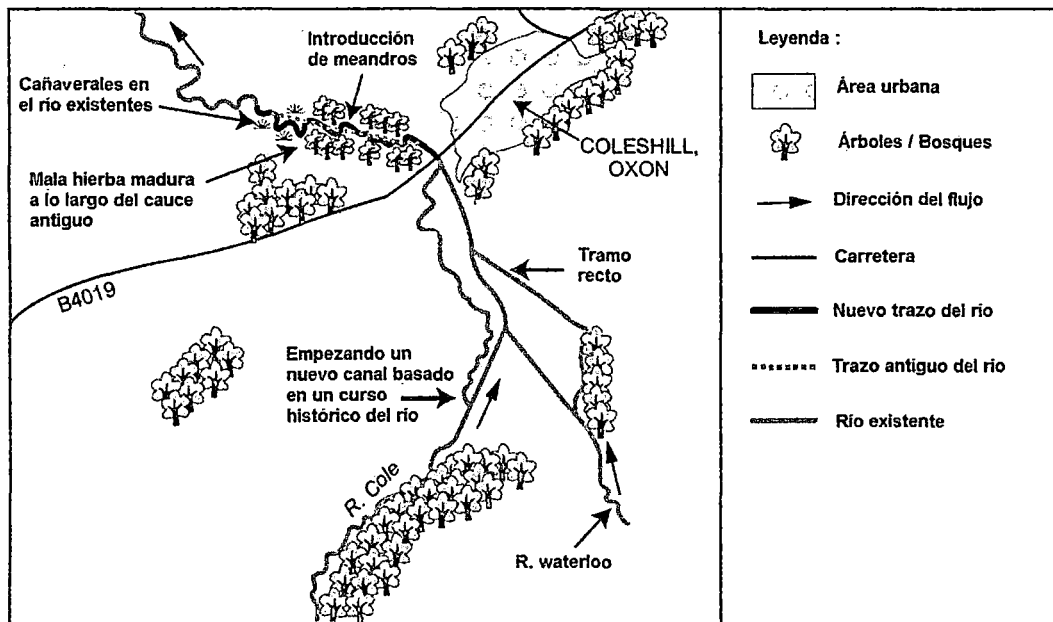
4.5 APLICABILIDAD EN LA RESTAURACIÓN DE RÍOS.

La alteración de un río para el beneficio humano, ha traído consigo consecuencias como la canalización, la profundización del río, la pérdida de las llanuras de inundación, la degradación de la calidad del agua; lo cual se reduce la biodiversidad del hábitat y el atractivo natural del río.

Actualmente, debido a la finalización de la construcción de la carretera Interoceánica, se vienen estableciendo nuevos centros poblados a lo largo de la carretera interoceánica. La carretera Interoceánica tiene 23km de trazo paralelo al río Tahuamanu desde el Puente Tahuamanu hasta el poblado de Iberia. Con ayuda de las imágenes de alta resolución de "Google Earth" se observa la construcción de un nuevo centro poblado a 2 km del puente Tahuamanu. Con el paso del tiempo se irán estableciendo más centros poblados cerca de esta vía de acceso, lo cual demandará obras de encauzamiento y defensas ribereñas para poner controlar los caudales del río Tahuamanu en épocas de avenida. Lo que significa que el río Tahuamanu con el tiempo verá alterado su desarrollo natural. Ante estos posibles cambios que el río puede sufrir en los siguientes años se debe tener un registro histórico de la geometría natural del río con el fin de poder restaurar el río con buena aproximación.

Existen experiencias de restauración en diversas partes del mundo en ríos meándricos. En el Reino Unido se tiene como experiencia la restauración del río Cole y el río Skeme.

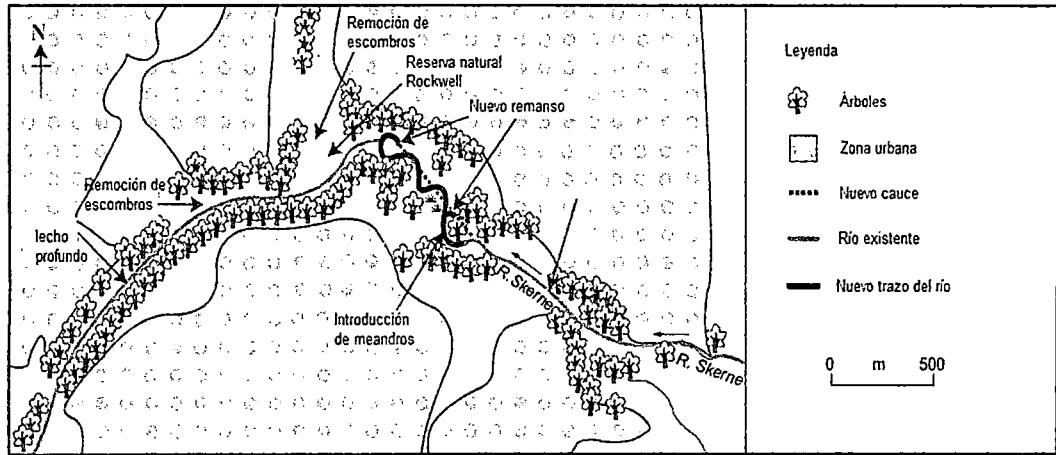
El Río Cole, es cruzado por el puente Coleshill. A raíz de la construcción del puente Coleshill, el río tendió a volverse recto y profundizarse aguas abajo del éste. Años después se realizó el estudio de restauración en el que se planteó la inserción de meandros al río y el levantamiento del lecho con material grueso. En la Figura N° 4.6 se muestra el esquema de restauración del río Cole.



Fuente: Geo Factsheet #206.

Figura N° 4.6 Esquema de restauración del río Cole.

El río Skerne sufrió estrechamiento de sus llanuras de inundación y contaminación por aguas residuales. Para su restauración se planteó la inserción de meandros, la plantación de vegetación nativa para la recuperación del ecosistema y mejorar el tratamiento de aguas residuales. En la Figura N° 4.7 se muestra el esquema de restauración del río Skerne.



Fuente: Geo Factsheet #206.

Figura N° 4.7 Esquema de restauración del río Skerne.

Ambas experiencias contemplan la inserción de meandros a los cauces alterados, y para ello se debe conocer las dimensiones de la geometría, que histórica y naturalmente, el río ha tenido para así poder garantizar el éxito de los proyectos de restauración.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. EL río Tahuamanu es un río meándrico que se encuentra en constante migración hacia aguas abajo con una tasa promedio de 6.5 m/año a lo largo de los 250 km del tramo de estudio para el periodo 1985 – 2011. En la zona de ubicación del puente, durante el mismo periodo, se encontró una tasa de migración de 11.7 m/año.
2. Desde la construcción del puente Tahuamanu (1998), de 160 m de longitud, el radio de curvatura del meandro ubicado aguas arriba del puente ha disminuido de 260 m a 205 m, provocando el incremento de las tasas de migración de 8.0 m/año a 14m/año en este sector. Este incremento de las tasa de migración ha afectado la margen izquierda del curso adyacente a la carretera interoceánica, a tal punto de hacer contacto con el terraplén de acceso al puente Tahuamanu y poner en riesgo la continua circulación vehicular.
3. Del análisis multitemporal del río, en un tramo de 250 km (125km aguas arriba del puente y 125km aguas abajo del puente), se obtuvo la relación “tasa de migración (M) / ancho de cauce (W)”, la cual se basa en las relaciones geométricas y de migración del río Tahuamanu para distintos periodos de tiempo. La relación encontrada estima con buena precisión las tasas de migración localmente para el río Tahuamanu según las características geométricas que se presenten.
4. Con la relación encontrada, se pudo haber estimado teóricamente para el año 1997 una tasa de migración de 16.4 m/año aguas arriba del puente Tahuamanu, es decir, que en los siguientes 10 años el río Tahuamanu hubiera migrado 164 metros en el tramo estudiado, lo cual es resultado bastante aproximado, pues los 164 metros de migración se dieron en el año 2009.
5. Para el río Tahuamanu se observó que las más altas tasas de migración se dan cuando la relación Ancho / Radio del meandro tiende a la unidad. Es decir las mayores tasas de migración se presentarán en los meandros cuyo

radio de curvatura se aproxima a 160 m, que también es el valor del ancho promedio del cauce principal del río Tahuamanu para el tramo estudiado.

- Comparando las metodologías de migración en el ámbito del puente Tahuamanu (análisis multitemporal y metodología de Hickin y Nanson), se observó que los resultados de la metodología de Hickin y Nanson subestiman los resultados de la metodología de análisis multitemporal. Los resultados obtenidos con la metodología de análisis multitemporal son más altos y representan mejor el fenómeno de migración, pues la metodología fue realizada en base a información del río Tahuamanu, y la metodología de Hickin y Nanson fue hecha con información de ríos Canadienses.

La siguiente tabla compara los valores obtenidos por las dos metodologías:

Metodología	locación	R/W	M (m/año)
Hickin y Nanson	aguas arriba del puente	1.63	9.7
	aguas abajo del puente	1.38	5.8
Análisis Multitemporal	aguas arriba del puente	1.63	16.4
	aguas abajo del puente	1.38	18

- Del análisis multitemporal se pudo obtener las siguientes relaciones geométricas para el río Tahuamanu:

$$\lambda = 20.4 * R^{0.72}, \quad A = 4.2 * W^{1.01}, \quad \lambda = 6.8 * W^{1.02}$$

Donde: λ = Longitud de onda meándrica,

A = Amplitud del meandro

W = Ancho del río.

- Se observa que existe una relación directamente proporcional entre "área de cuenca de quebrada aportante" y la "Tasa de migración". El puente Tahuamanu se encuentra a la entrega de la quebrada Cocama, cuya área de cuenca es relativamente grande en comparación con las demás cuencas aportantes al curso principal. Ello nos permite inferir que las tasas de

migración estarán por encima del promedio estimado. La fórmula estimada para el caso del río Tahuamanu es la siguiente:

$$M = 1.48 \ln(A_c) + 2.02$$

Donde M es la tasa de migración en m/año y A_c es el área de la cuenca aportante en km².

9. Relacionando la metodología geométrica y estadística para el cálculo de caudal dominante, se puede estimar con la ayuda de los software HEC HMS y HEC RAS, que el periodo de retorno para la descarga dominante (caudal de desborde del canal principal) es de 2.5 años. El caudal dominante fue estimado en 605 m³/s.
10. La cuenca del río Tahuamanu, perteneciente a la cuenca del río Madereira, afluente del río Amazonas, con área de cuenca de 7802.5 km² hasta la ubicación del puente Tahuamanu, tiene una pendiente media de 0.07%, factor de forma de 0.04 e índice de compacidad 2.2. Estos valores indican que se trata de una cuenca alargada y que ante un evento de lluvia tarda más en alcanzar caudales picos en comparación con otras cuencas con índices de compacidad cercanos a la unidad.
11. El río Tahuamanu tiene una sinuosidad promedio de 2.03, lo cual lo clasifica como río meándrico de alta sinuosidad. La sinuosidad promedio del río se mantendrá a lo largo del tiempo mediante la migración natural y los cortes de sus meandros.
12. Para el análisis de tasas de migración de ríos meándricos, la metodología de Hickin y Nanson, a diferencia del análisis multitemporal, es una metodología de rápido cálculo si se posee la información necesaria. Sin embargo el análisis multitemporal es de mayor dominio y precisión ya que con ella se puede estimar la tasa de migración para cualquier zona de interés. Los resultados obtenidos mostrados en el cuadro anterior comprueban la mayor precisión del análisis multitemporal.
13. Los estudios de fluviomorfología son de importante relevancia para el desarrollo de un país. Sus aplicaciones van más allá de los estudios para la construcción de puentes y carreteras. Tal es el caso que podemos ver en

Pucallpa. Ciudad cuya navegación fluvial depende de la morfología del río Ucayali y que actualmente está amenazada de verse aislada por un corte de meandro en los siguientes años.

5.2 RECOMENDACIONES

1. El Perú cuenta con gran extensión en selva baja y en ella encontramos diversos ríos meándricos cuyos estudios de fluviomorfología aún no han sido realizados. Con el estudio de ellos se obtendría una estimación más general de la tasa de migración según la zona de estudio. De ello tenemos la experiencia de los investigadores Hickin y Nanson.
2. Se recomienda hacer estudios de cambios fluviomorfológicos mediante la metodología de análisis multitemporal para proyectos que involucren el cruce río-puente, para la planificación de obras civiles y/o ciudades en las cercanías de ríos meándricos. De esta manera poder así estimar con mayor precisión las tasas de migración y el tiempo en el que las obras puedan verse afectadas.
3. Para el análisis multitemporal se recomienda utilizar imágenes satelitales tomadas con una diferencia de tiempo de 3 a 4 años para el caso de contar con imágenes de mediana resolución (30m = 1pixel). De contar con imágenes satelitales de mayor resolución podría tomarse una diferencia de tiempo más corta.
4. Las autoridades de la amazonia deben velar por la conservación de la flora de la selva. Evitar la quema de árboles y cañas que se encuentran en las llanuras de inundación, como viene, lastimosamente, sucediendo en cuencas vecinas a la del río Tahuamanu. Evitar la minería informal que destruye nuestra Amazonía dejándola a tal punto de irrecuperable y que además repercute fuertemente en los cambios de la morfología del río.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abad D. Jorge, García Marcelo, Eddy Langendoen, Davide Motta. "Review of Basic Theory of the Hydrodynamics and Morphodynamics of Meandering Rivers". The 7th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics. 2011.
2. Abad D. Jorge, García Marcelo. "RVR Meander. A Toolbox for Re-Meandering of Channelized Streams", Computer Geosciences. USA, 2005.
3. Del Río López, Juan C. "Evaluación de Estabilidad de Cauces en las Inmediaciones de un Puente en la Selva Norte del País". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Perú. 2011.
4. Farias, Héctor D. "Análisis del Concepto de Caudal Dominante en Ríos Aluviales y Evaluación de Metodologías de Cálculo". Instituto de Recursos Hídricos. Argentina. 2005.
5. Garret Nagle. "River restoration – Case studies". Geo Factsheet Number 206. United Kingdom.
6. Gary Parker, Thomas MacDonald, Dave Leuthe. "Inventory and Analysis of Stream Meander Problems in Minnesota".
7. Hans Bots. "Ingeniería de Ríos", tomo I y II. Perú. 1980.
8. Hickin Edwar, Nanson Gerald. "Channel Migration and Incisión on the Beatton River". Journal of Hydraulic Engineering. ASCE, Vol 109. 1983.
9. Hickin Edwar, Nanson Gerald. "A Statistical Analysis of Bank Erosion and Channel Migration in Western Canada". Geological Society of America Bulletin. Vol 97. 1986.
10. Hooke J.M. "Styles of Channel Change. Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Historical Change of Large Alluvial Rivers". 1997.
11. Hooke J.M. "Cutoffs Galore: Occurrence and Causes of Multiple Cutoffs on a Meandering River". Department of Geography, University of Portsmouth. Editorial Elsevier. 2003

12. Knighton, David. "Fluvial Forms and Processes a New perspective". Editorial Arnold. Inglaterra. 1998.
13. Martín Vide, Juan. "Ingeniería de Ríos", editorial Alfaomega. España. 2001
14. Morales Calvet, Rosario. "Diagnóstico del Comportamiento Histórico del Río Ichilo en el Área de Puerto Villarroel". Bolivia. 2009.
15. P. Ph. Jansen, L. Van Bendegom, J Van Denpe Berg, M.De Vries, A Zanen. "Principles of River Engineering". Editorial Pitman. Inglaterra. 1979
16. Palomino Rodríguez, Luis F. "Mapa de Peligros de la Ciudad de Iberia", INDECI. Perú. 2006.
17. Pareja Calderón, Patricio. "Consideraciones Hidráulicas para el Diseño de Pequeños Puentes en Suelos Cohesivos en la Llanura Amazónica". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Perú. 2010
18. Rocha Felices, Arturo. "Introducción a la Hidráulica Fluvial", Primera Edición. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Perú. 1998..
19. Suárez D. Jaime. "Control de Erosión". Universidad Nacional de Santander. Colombia. 2001.
20. U.S. Department of Transportation. "River Engineerinf for Highway Encroachments. Highways in the River Enviroment". Federal Highway Administration. U.S.A. 2001.
21. Ven Te Chow. "Hidrología Aplicada". Editorial NOMOS. Colombia. 2000.

ANEXOS

ANEXO A: PANEL FOTOGRÁFICO

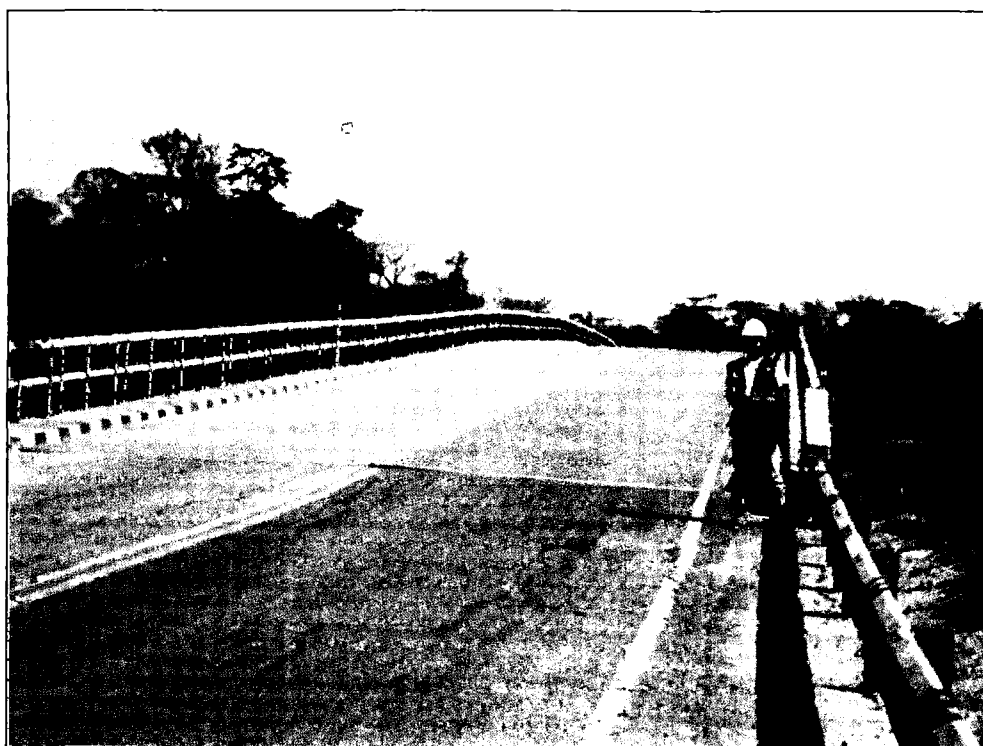


Figura N° A. 1 Puente Tahuamanu hacia Puerto Maldonado.



Figura N° A. 2 Lecho del río Tahuamanu aguas arriba del puente Tahuamanu.

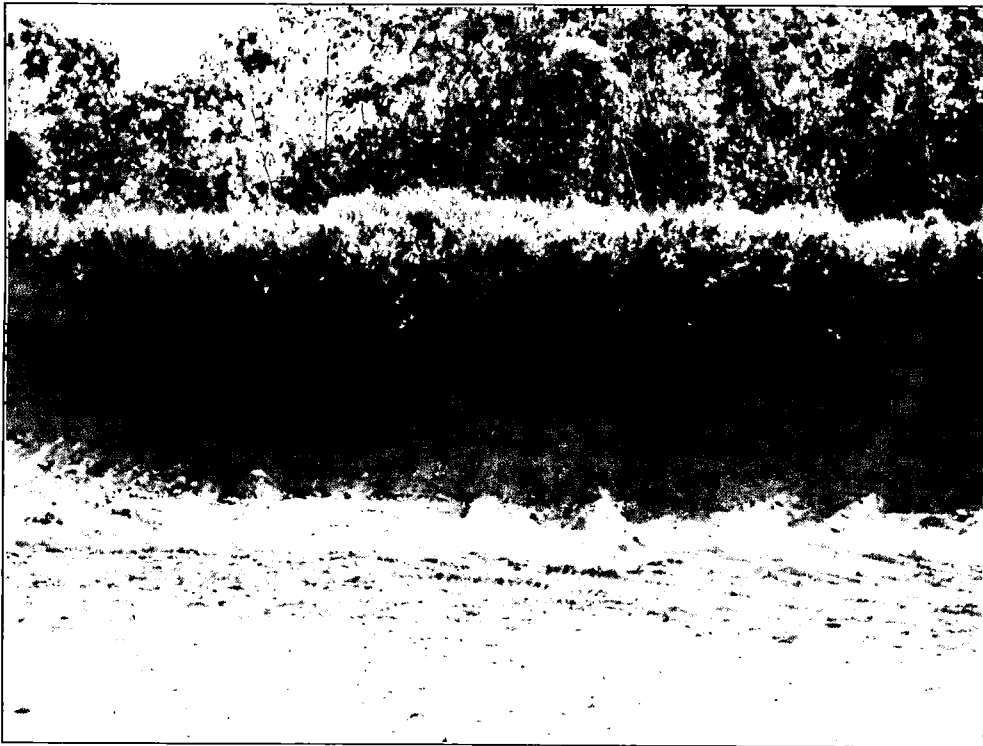


Figura N° A. 3 Terraza en la margen derecha de material cohesivo y lecho areno-limoso.



Figura N° A. 4 Material acumulado del lecho de río (limpieza del río).



Figura N° A. 5 Terraza empinada en la margen derecha aguas arriba del puente.



Figura N° A. 6 Vegetación densa en la margen izquierda aguas arriba del puente

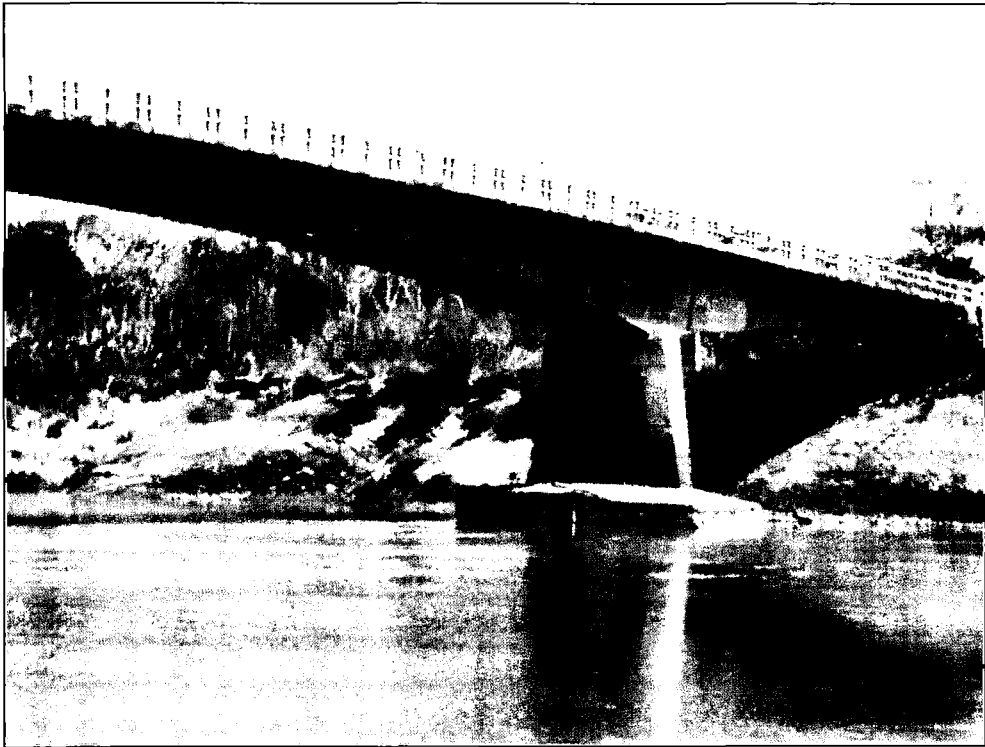


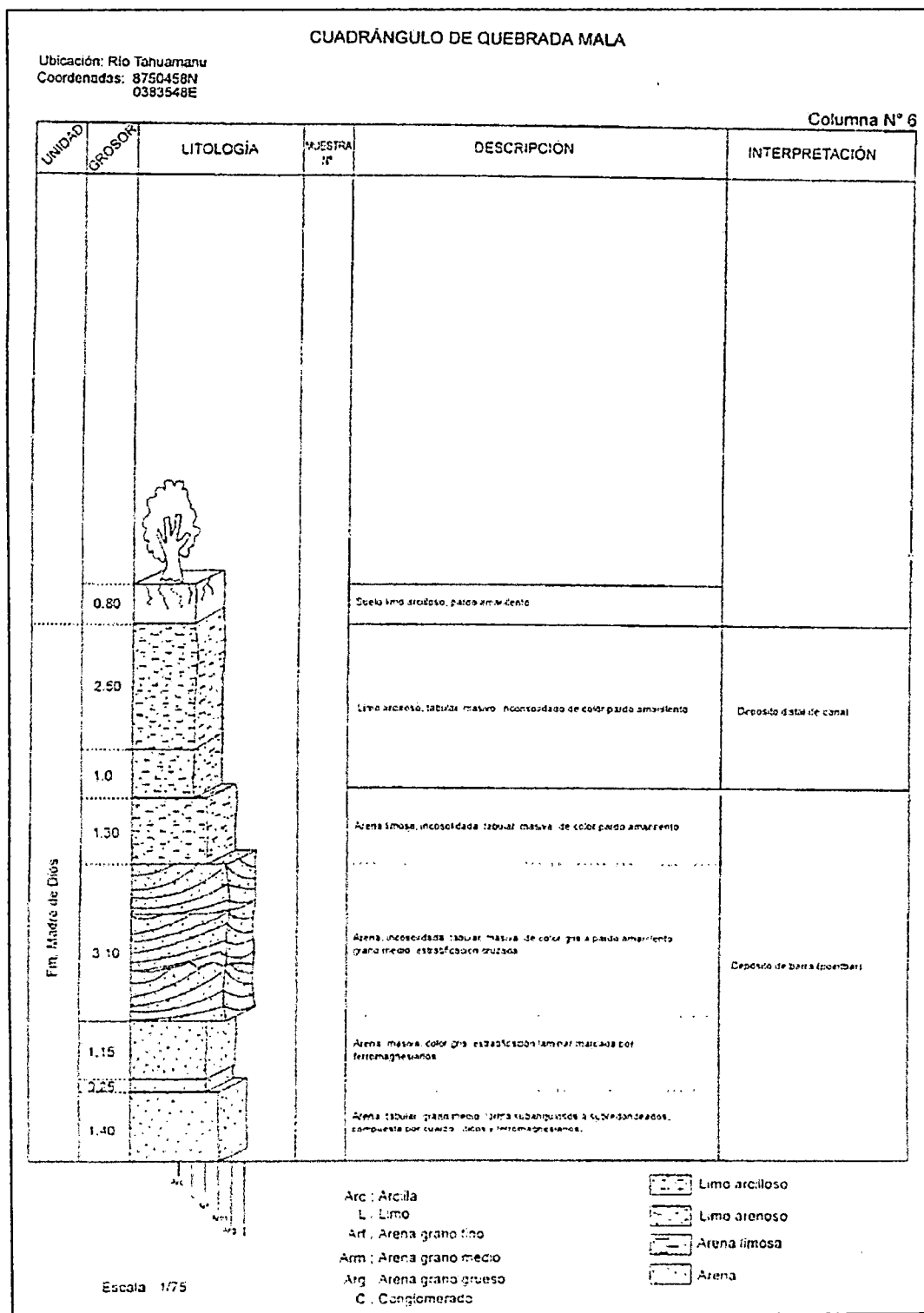
Figura N° A. 7 Defensas ribereñas en la margen derecha del río.



Figura N° A. 8 Defensas ribereñas en la margen izquierda del río

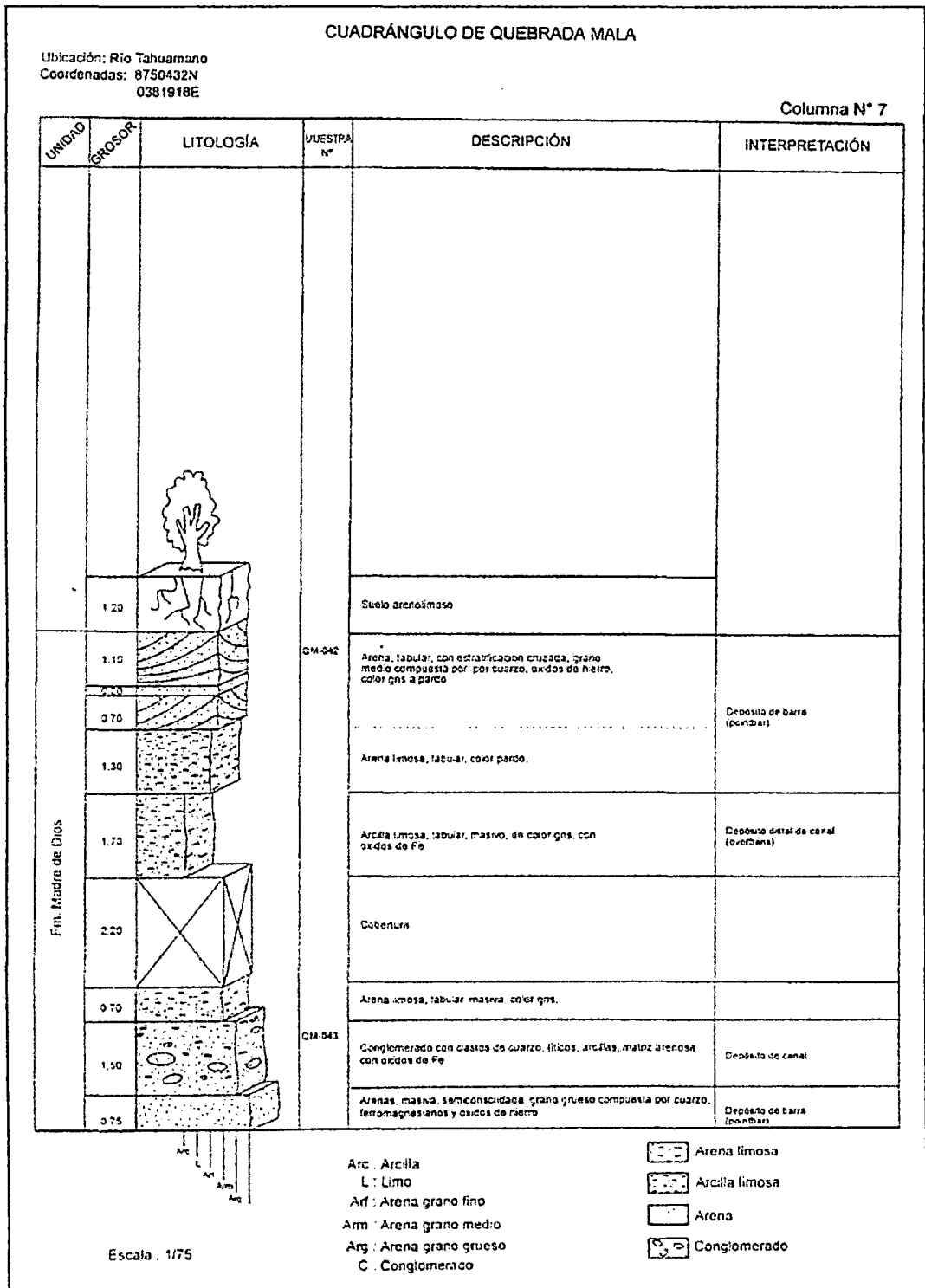
ANEXO B: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Anexo B1. Columnas estratigráficas medidas por el INGEMMET



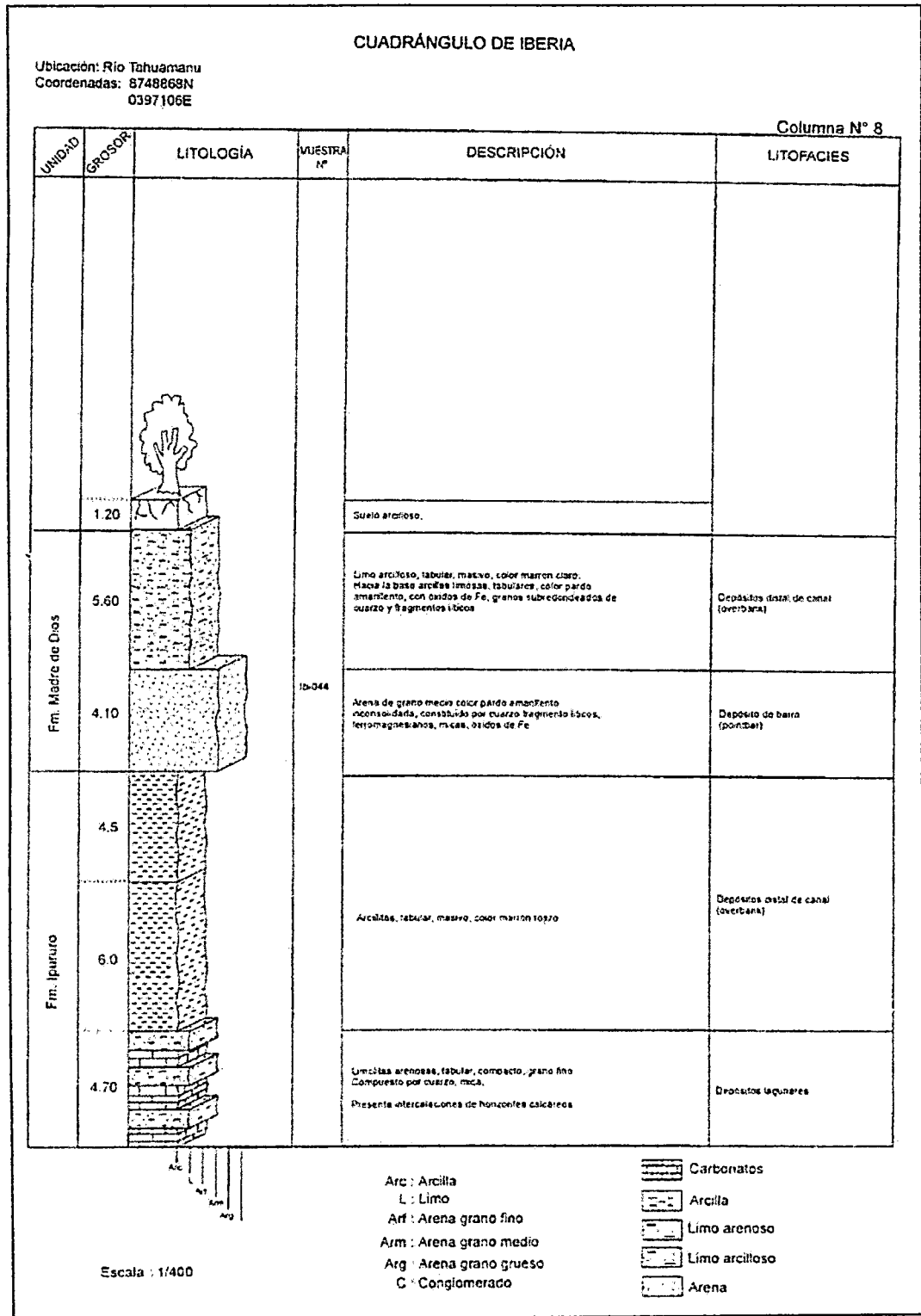
Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 1 Columna litoestratigráfica N°6 del cuadrángulo de la quebrada Mala.



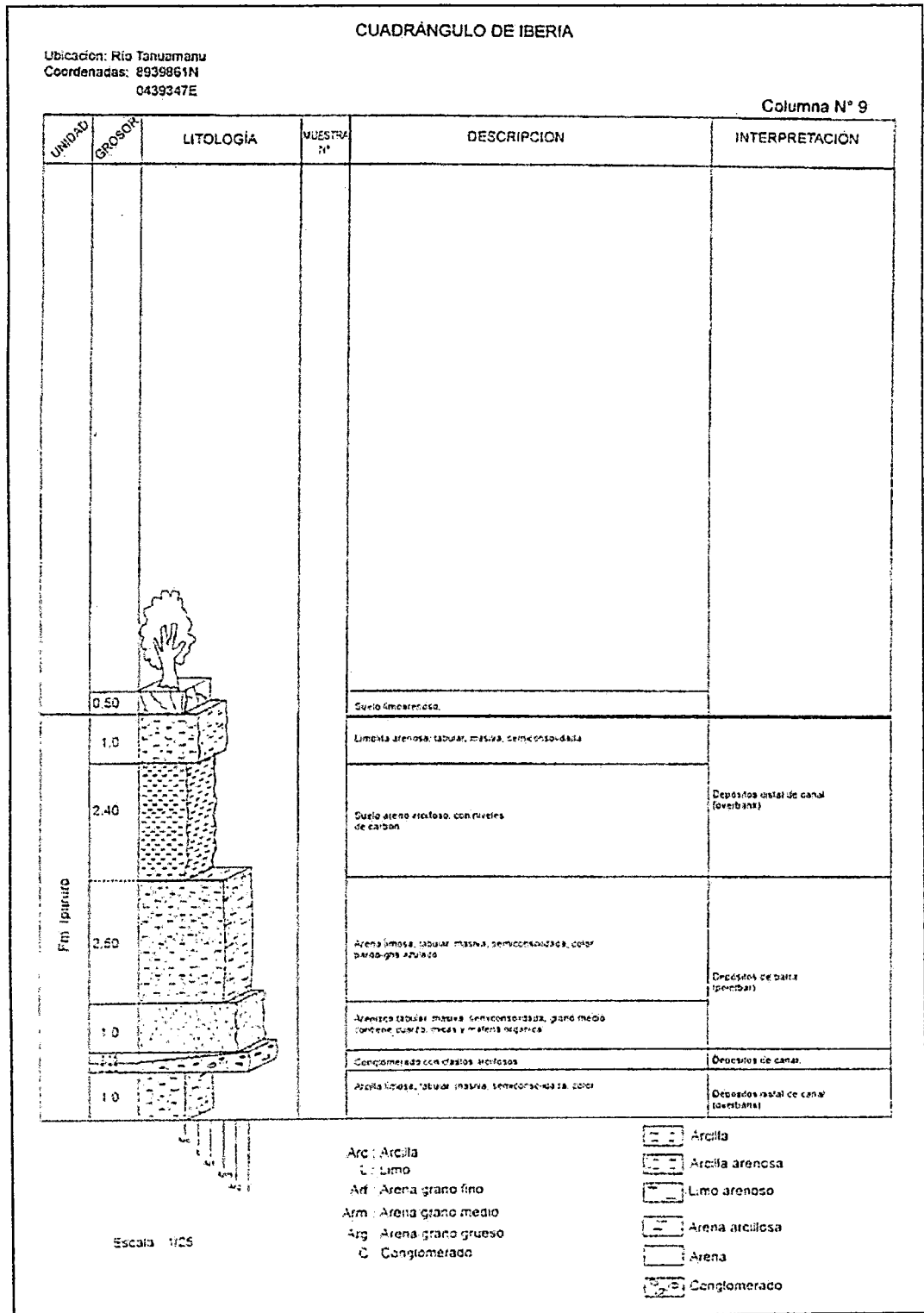
Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 2 Columna litoestratigráfica N°7 del cuadrángulo de la quebrada Mala.



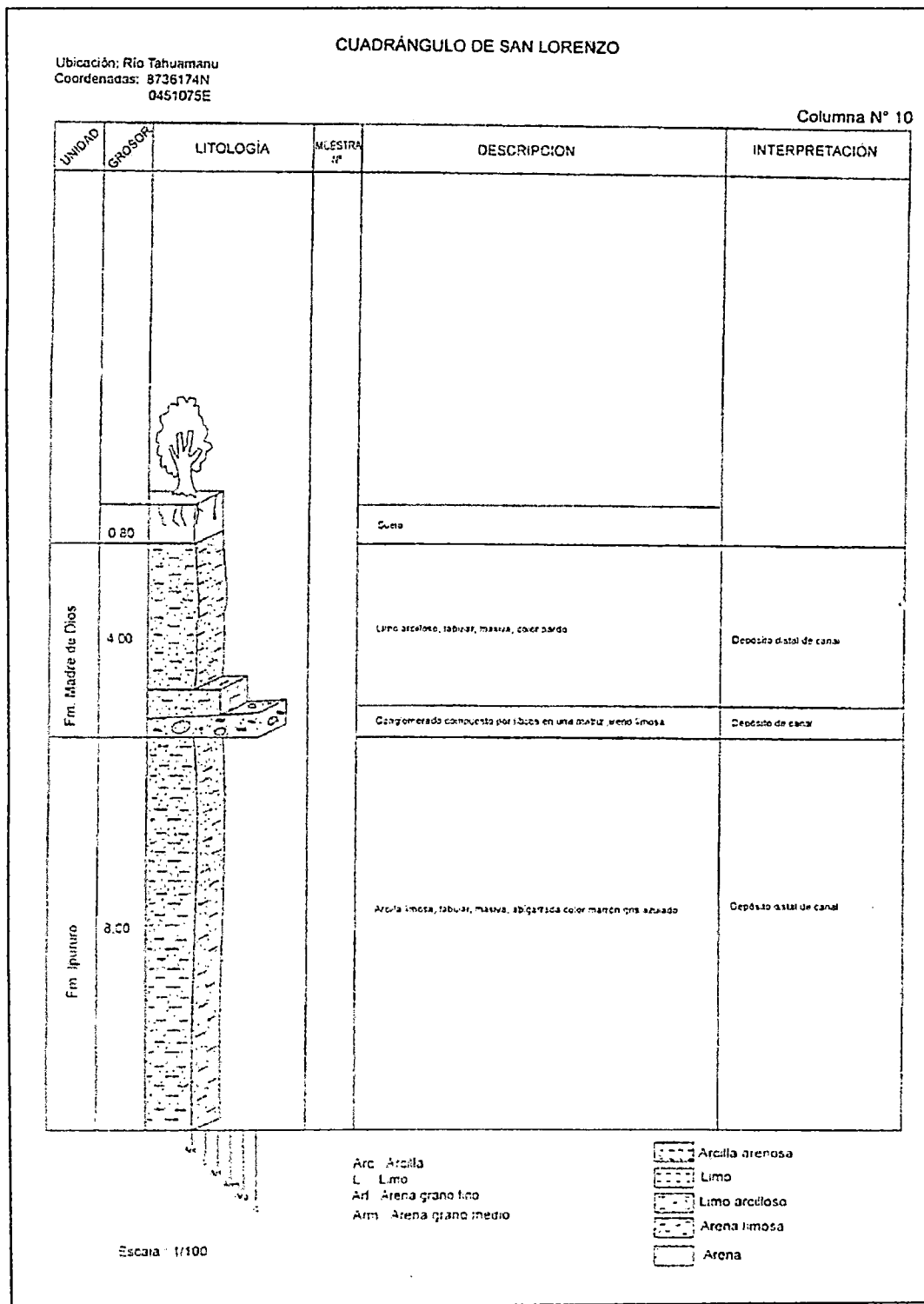
Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 3 Columna litoestratigráfica N°8 del cuadrángulo de Iberia.



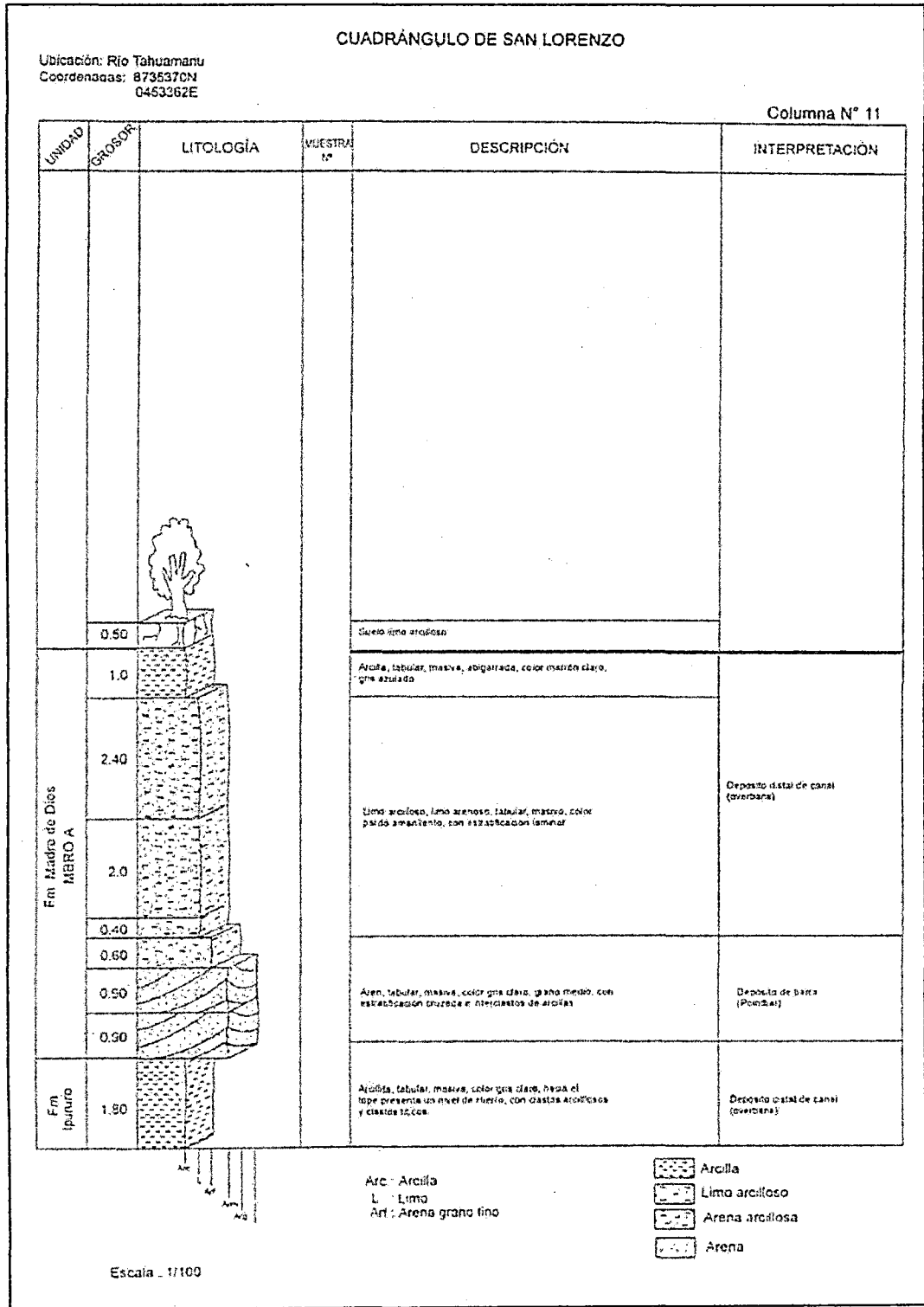
Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 4 Columna litoestratigráfica N°9 del cuadrángulo de Iberia.



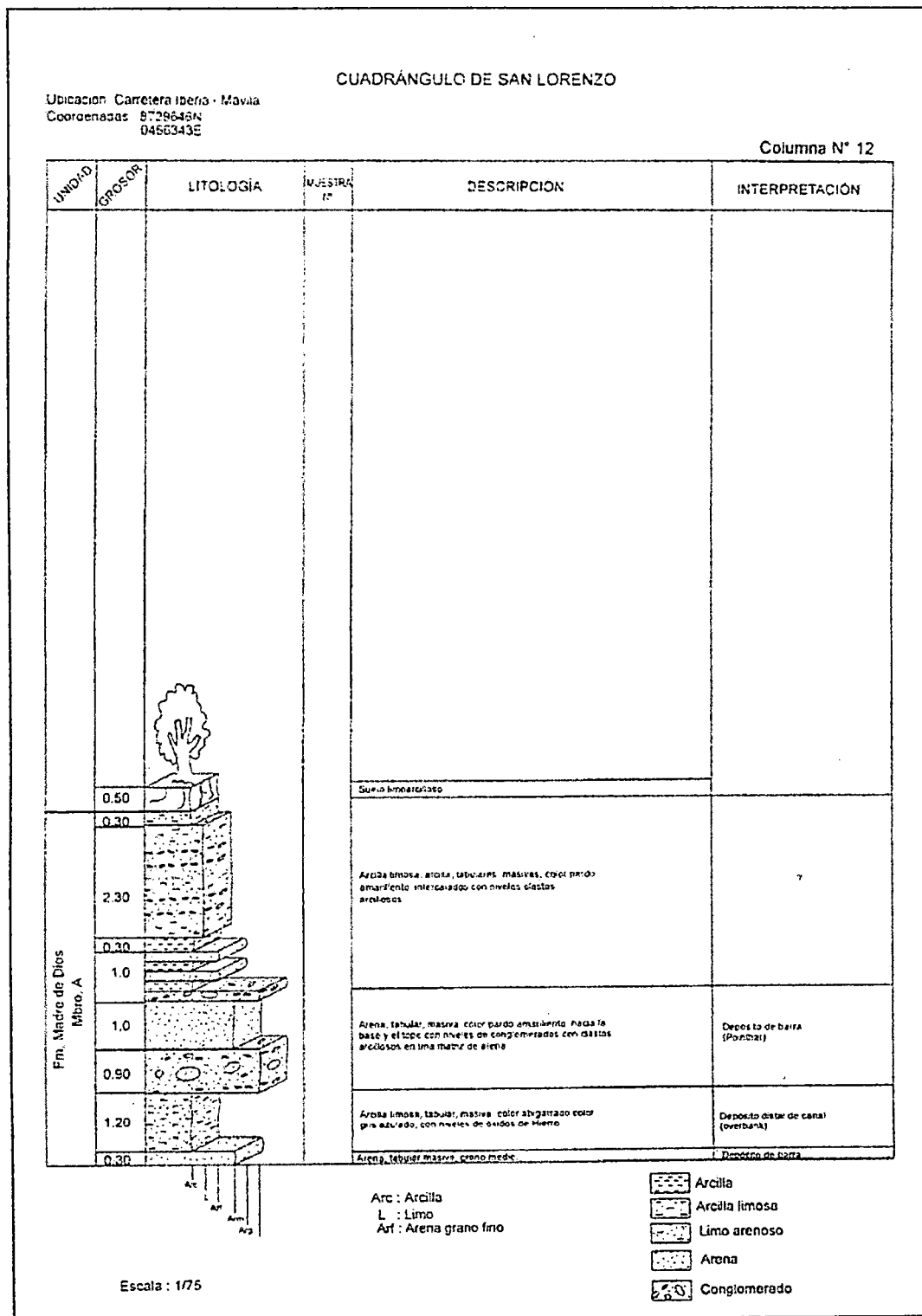
Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 5 Columna litoestratigráfica N°10 del cuadrángulo de San Lorenzo.



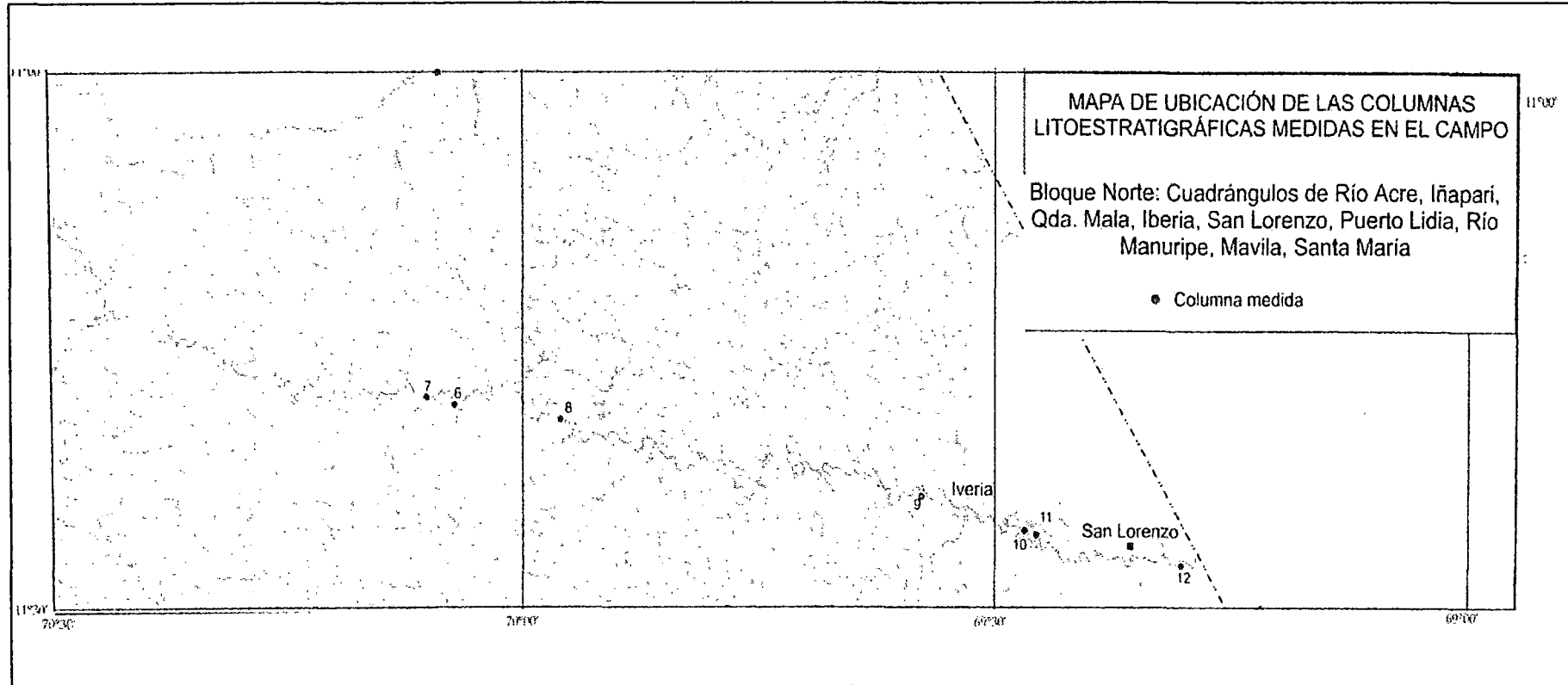
Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 6 Columna litoestratigráfica N°11 del cuadrángulo de San Lorenzo.



Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 7 Columna litoestratigráfica N°12 del cuadrángulo de San Lorenzo.



Fuente: INGEMMET

Figura N° B. 8 Mapa de ubicación de las columnas litoestratigráficas.

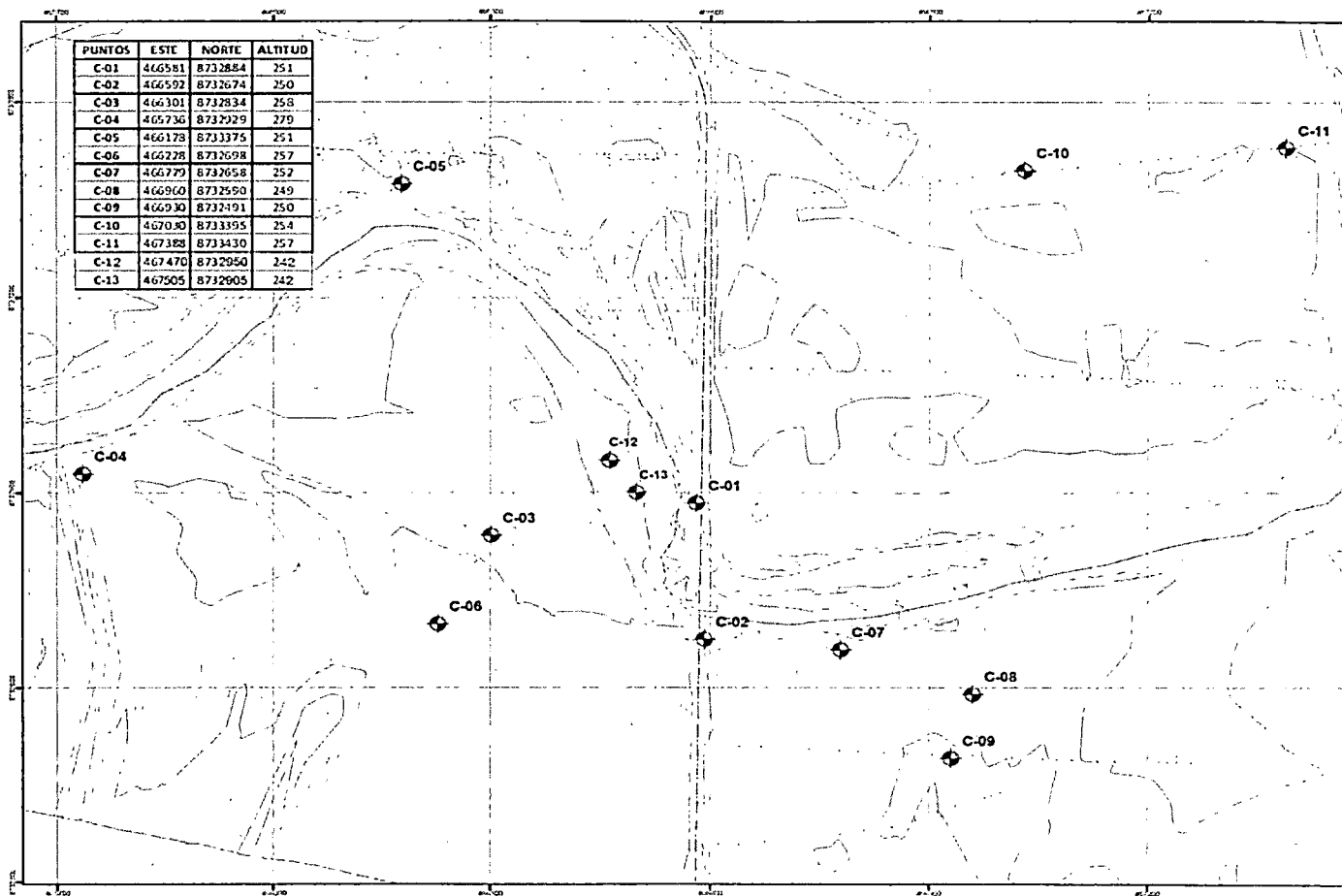


Figura N° B. 9 Plano de calicatas del río Tahuamanu.

Anexo B2. Evaluación de estabilidad (Colin Thorne).

Hojas de Reconocimiento. Hoja N°1.

HOJA DE RECONOCIMIENTO DE CAUCES
 Revisado para inspección de Puentes
 Basado en Thorne (1998)

SECCIÓN 1 - DESCRIPCIÓN DEL SITIO

NOMBRE Y NÚMERO DE CARRETERA

IIIRSA SUR TRAMO 3

FECHA

14/09/2011

NÚMERO DE PUENTE

TAHUAMANU

NOMBRE DEL RÍO

TAHUAMANU

COORDENADAS GPS

Latitud: 11,464151° S

Longitud: 69,306358° W

SECCIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN Y DEL VALLE

PARTE 1: CUENCA

Uso de tierra

- Natural
- Agrícola
- Urbano
- Suburbano
- Rural
- Industrial
- Pastoreo de ganado

Vegetación

- Ninguno
- Grass
- Pastos
- Cultivos
- Arbustos
- Árboles

PARTE 2: CONDICIÓN DEL VALLE FLUVIAL

Fallas Laterales del Valle

- Ninguna
- Ocasionales
- Frecuentes

Ubicación de la Falla

- Ninguna
- Alejado del río
- A lo largo del río

PARTE 3: LLANURA DE INUNDACIÓN

Ancho de la llanura

- Ninguno
- <1 ancho del río
- 1-5 anchos del río
- 5-10 anchos del río
- >10 anchos del río

Uso de tierra

- Natural
- Agrícola
- Urbano
- Suburbano
- Rural
- Industrial
- Minero
- Pastoreo de ganado

Vegetación

- Ninguna
- Grass
- Pastos
- Huertos
- Cultivos
- Arbustos
- Árboles

Zonas de contención ribereña

- Ninguno
- <1 ancho del río
- 1-5 anchos del río
- >5 anchos del río

Hojas de Reconocimiento. Hoja N°2.

PARTE 4: CONFINAMIENTO VERTICAL

Terrazas	Diques	Ubicación del Dique
<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> A lo largo de la orilla del cauce
<input type="checkbox"/> Margen Izquierda	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Retirado <1 ancho del río
<input checked="" type="checkbox"/> Margen Derecha	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Retirado >1 ancho del río

PARTE 5: RELACIÓN LATERAL DEL CAUCE RESPECTO AL VALLE

Planta	Características del Meandro
<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvas suaves
<input checked="" type="checkbox"/> Meándrico	<input type="checkbox"/> Curvas moderadas
<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Curvas sinuosas
<input type="checkbox"/> Anastomosis	
<input type="checkbox"/> Diseñado	

SECCIÓN 3 - DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

PARTE 6: DESCRIPCIÓN DEL CAUCE (seleccionar todas las que apliquen)

Controles del lecho	Tipos de control	Controles del ancho	Tipos de control	Otros
<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Escombros
<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Ocasionales	<input type="checkbox"/> Lecho rocoso	<input type="checkbox"/> Minería
<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Frecuentes	<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Reservorios
<input type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input checked="" type="checkbox"/> Confinado	<input type="checkbox"/> Acorazado de gravas	<input type="checkbox"/> Knickpoint ⁽¹⁾
	<input type="checkbox"/> Protección del puente		<input checked="" type="checkbox"/> Protección del puente	
	<input type="checkbox"/> Control de la pendiente		<input checked="" type="checkbox"/> Estribos del puente	
	<input type="checkbox"/> Escombros		<input type="checkbox"/> Estabilización de la margen	
	<input type="checkbox"/> Presas		<input type="checkbox"/> Escombros	

Hábito del flujo **Ancho del cauce = 160m**

<input checked="" type="checkbox"/> Perenne	Clasificación según M-B⁽²⁾	Clasificación según USACE⁽³⁾
<input type="checkbox"/> Intermitente	<input checked="" type="checkbox"/> Cascada o paso – remanso	<input type="checkbox"/> Modificado
<input type="checkbox"/> Efímero	<input type="checkbox"/> Plano, remanso – rápida, duna – rizo	<input type="checkbox"/> Regulado
	<input type="checkbox"/> Trenzado	<input checked="" type="checkbox"/> Arroyo

PARTE 7: DESCRIPCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LECHO (seleccionar todas las que apliquen)

Material del lecho	Tipos de barra	Material de barra	Vegetación en Barra	Ancho de barra
<input type="checkbox"/> Arcilla	<input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Limo	<input checked="" type="checkbox"/> Barras alternadas	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Grass	<input type="checkbox"/> Estrecho
<input checked="" type="checkbox"/> Arena	<input type="checkbox"/> Barras fijas	<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Arbustos	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> Grava	<input type="checkbox"/> Barras en medio del cauce	<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Árboles	<input type="checkbox"/> Ancho
<input type="checkbox"/> Guijarros	<input type="checkbox"/> Barras Diagonales			
<input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Irregular/combinación			
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Trenzado			

Porcentaje de arena en el lecho = _____%

⁽¹⁾ Nickpoint, término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río
⁽²⁾ Clasificación según Montgomery – Buffington
⁽³⁾ Clasificación según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos

Hojas de Reconocimiento. Hoja N°3.

SECCIÓN 4 - INSPECCIÓN DE MÁRGENES (seleccionar todas las que apliquen)		
Característica de la Margen	Margen Izquierda	Margen Derecha
Material de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados <input type="checkbox"/> Roca
Material de los estratos	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input checked="" type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados	<input type="checkbox"/> Sin Capas <input checked="" type="checkbox"/> Cohesivo <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Guijarros <input type="checkbox"/> Cantos Rodados
Altura de la Margen		
Pendiente de la margen	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Empinada <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Casi Plana
Vegetación de la margen	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input type="checkbox"/> Buena <input checked="" type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Grass <input checked="" type="checkbox"/> Cañas/Arbustos <input checked="" type="checkbox"/> Árboles Sobre árboles: ¿Árboles caídos? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Densidad: <input type="checkbox"/> Poco denso <input checked="" type="checkbox"/> Denso Condición: <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Pobre Edad: <input checked="" type="checkbox"/> Jóvenes <input type="checkbox"/> Maduros <input type="checkbox"/> Viejos Diversidad: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Erosión de la margen y ubicación de fallas	Ubicación de la erosión <input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica	Ubicación de la erosión <input checked="" type="checkbox"/> Parte exterior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Parte interior de la curva del meandro <input type="checkbox"/> Frente a una barra u obstáculo <input type="checkbox"/> General Tipo de erosión <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Geotécnica

INDICADORES DE ESTABILIDAD

Indicador	Descripción		Valores													
			Malo			Regular			Bueno			Excelente				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Cuenca	Actividad				X										
2		Hábito de flujo											X			
3	Cauce	Tipo					X									
4		Llanura de inundación											X			
5		Material y F_s										X				
6		Barras										X				
7	Obstrucciones						X									
8	Márgenes	Material						X								
9		Talud											X			
10		Vegetación			X											
11		Corte				X										
12		Perdidas de masa												X		
13		Distancia aguas arriba						X								

F_s =porcentaje de arena

Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
1. Actividad y características de la cuenca y de la llanura de inundación.	Estable, con bosques, cuenca inalterada.	Algunas alteraciones menores en la cuenca, incluyendo actividad ganadera, construcción, tala o deforestación de menor importancia. Actividades agrícolas limitadas.	Alteraciones frecuentes en la cuenca, incluyendo actividad ganadera, deslizamientos de tierra, actividad minera en arena y grava del cauce, tala de bosques, agricultura o construcción de edificios, carreteras u otra infraestructura. Parte significativa de la cuenca está urbanizada.	Alteraciones permanentes en la cuenca. Importante actividad ganadera, deslizamientos de tierra, actividad minera en arena y grava del cauce, tala, agricultura o construcción de edificios, carreteras u otra infraestructura. Cuenca altamente urbanizadas o en rápido proceso de urbanización.
2. Hábito de flujo.	Río perenne, sin eventos extremos importantes.	Río perenne o efímero de primer orden con ocurrencia de avenidas ligeramente incrementada.	Río perenne o intermitente con eventos extremos importantes.	Eventos extremos importantes; las avenidas repentinas son el principal modo de descarga; cursos de agua efímeros que no son de primer orden.
3. Configuración del cauce.	Recto a meándrico, con pequeño radio de curvatura; principalmente con carga en suspensión.	Meándrico, con radio de curvatura moderada; mezcla de carga en suspensión y de fondo; cauce diseñado con buen mantenimiento.	Meándrico con algo de trezado; meandros sinuosos, principalmente carga de fondo; cauce diseñado con deficiente mantenimiento.	Trenzado; principalmente carga de fondo; cauce diseñado con deficiente mantenimiento.
4. Consolidación, confinamiento del cauce.	Existe llanura de inundación activa sobre las márgenes, ningún signo de deterioro de la infraestructura; sin diques.	Llanura de inundación activa abandonada, pero actualmente en reconstrucción; confinamiento del cauce mínimo; infraestructura no expuesta; los diques son bajos y situados lejos del río.	Confinamiento moderado en las paredes del valle o cauce, cierta exposición de la infraestructura; existen terrazas; llanura de inundación abandonada; los diques son de tamaño moderado y están cerca del río.	Knickpoints* visibles aguas abajo; líneas de agua u otra infraestructura espuestas; el ancho del cauce al nivel de la parte superior de las márgenes es pequeño, profundamente confinado; no hay actividad en la llanura de inundación; los diques son altos y a lo largo de la orilla del cauce.

H=horizontal, V=vertical, F_s =porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho a profundidad.

*Knickpoints: término geomorfológico referido a una forma aguda e irregular en el perfil longitudinal de un río.

Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
5. Material del lecho Fs=Porcentaje aproximado de arena en el lecho	Varios tamaños bien apilados, superpuestos y posiblemente intercalados. La mayoría de los materiales > 4mm. Fs<20%	Moderadamente apilado con cierta superposición. Cantidades muy pequeñas de material < 4 mm. 20% < Fs < 50%.	Varios tamaños sueltos sin aparente superposición. Cantidades pequeñas a medianas de material < 4mm. 50% <Fs< 70%.	Varios tamaños muy sueltos sin apilamiento. Grandes cantidades de material < 4 mm. Fs > 70%.
6. Desarrollo de la barra	Para S < 0,02 y B/y > 12, las barras son maduras, estrechas respecto al ancho del cauce en flujo bajo, con abundante vegetación y compuestas de grava gruesa a guijarros. Para S > 0,02 y B/y < 12, las barras no son evidentes.	Para S<0,02 y B/y > 12, las barras pueden tener vegetación y/o estar compuestas de grava gruesa a guijarros, pero es evidente un mínimo crecimiento reciente de la barra dada la falta de vegetación en porciones de la barra. Para S > 0,02 y B/y<12, las barras no son evidentes.	Para S<0,02 y B/y > 12, las barras tienden a ser anchas y estar compuestas de arena gruesa a pequeños guijarros recientemente depositados y/o pueden estar dispersamente vegetadas. Para S > 0,02 y B/y < 12, se están formando barras.	Los anchos de barra son generalmente superiores a la mitad del ancho del cauce en flujo bajo. Las barras se componen de extensos depósitos de partículas finas a gravas gruesas con poca a ninguna vegetación. No hay barras para S< 0,02 y B/y > 12.
7. Obstrucciones, incluidos los afloramientos de roca, capas acorazadas, acumulación de grandes residuos leñosos, control de pendiente, lecho del puente pavimentado, revestimientos, diques y enrocado.	Raro o no presente.	Ocasional, provocando corrientes cruzadas y erosión menor en margen y fondo	Moderadamente obstrucciones frecuentes y en ocasiones inestables, causa notable erosión del cauce. Considerable acumulación de sedimentos detrás de obstáculos.	Frecuente y a menudo inestable, provocando un continuo deslizamiento del flujo y de los sedimentos.
8. Textura y coherencia del material de la margen.	Arcilloso y limo-arcilloso; material cohesivo.	Franco arcilloso a franco arcillo arenoso; pequeñas cantidades de mezclas no cohesivas o no consolidadas; pueden existir estratos, pero son materiales cohesivos.	Arcillo arenoso a franco arenoso; mezclas no consolidadas de tipo glacial u otros materiales; pequeños estratos y lentos de mezclas no cohesivas o no consolidadas.	Franco arenoso a arena; material no cohesivo; mezclas no consolidadas de tipo glacial u otros materiales; estratos o lentos que incluyen arenas y gravas no cohesivas.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho a profundidad.

Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
9. Talud promedio de la margen (donde 90° es una margen vertical).	Talud < 3H: 1V (18°) para materiales no cohesivos o no consolidados a < 1:1 (45°) en arcillas en ambas márgenes.	Talud de hasta 2H: 1V (27°) en materiales no cohesivos o no consolidados a 0,8:1 (50°) en arcillas en una margen y ocasionalmente en ambas márgenes.	Talud de hasta 1H:1V (45°) en materiales no cohesivos o no consolidados a 0,6:1 (60°) en arcillas sea en una o ambas márgenes.	Talud sobre 45° en materiales no cohesivos o no consolidados a más de 60° en arcillas sea en una o ambas márgenes.
10. Protección de márgenes con vegetación o con obras de ingeniería.	Banda ancha de vegetación leñosa con al menos el 90% de densidad y cobertura. Principalmente de madera dura con hojas, árboles caducifolios con vegetación madura, saludable y diversa ubicada en la margen. Vegetación leñosa orientada verticalmente. En ausencia de vegetación, ambas márgenes están revestidas o están fuertemente acorazadas.	Banda mediana de vegetación leñosa con 70-90% de densidad y cobertura. La mayor es madera dura con hojas, árboles caducifolios con vegetación en maduración y diversa ubicada en la margen. Vegetación leñosa orientada 80-90° de la horizontal con exposición de la raíz mínima. Parcialmente revestida o acorazada en una o ambas márgenes.	Pequeña banda de vegetación leñosa con 50-70% de densidad y cobertura. La mayoría de madera suave, pinos, árboles coníferos con vegetación joven o vieja pero que carece de diversidad ubicada sobre o cerca de la parte superior de la margen. Vegetación leñosa orientada 70-80° de la horizontal, a menudo con exposición evidente de las raíces. Sin revestimiento en las márgenes, pero puede haber acorazamiento en algún lugar de una margen.	Banda de vegetación leñosa que puede variar dependiendo de la edad y la salud con menos del 50% de densidad y cobertura. Principalmente madera suave, pinos, árboles coníferos con vegetación muy joven, vieja y muriendo ubicada fuera de la margen. Vegetación leñosa orientada a menos de 70° de la horizontal con una amplia exposición de las raíces. Márgenes no revestidas o acorazadas.
11. Corte de margen.	Poco o nada evidente. Poca presencia de márgenes desnudas, porcentaje insignificante del total de la margen.	Algo intermitente a lo largo de las curvas y en contracciones importantes. Las márgenes desnudas las comprenden una pequeña porción de las márgenes en dirección vertical.	Importantes y frecuentes en ambas márgenes. Las márgenes desnudas comprenden gran parte de las márgenes en dirección vertical. Raíces expuestas.	Corte casi continuo en ambas márgenes, algunas se extienden sobre la mayor parte de las márgenes. Socavación y raíces de tepe expuestas.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho a profundidad.

Indicadores de estabilidad, descripciones y puntuaciones, continuación.

Indicadores de Estabilidad	Puntuaciones			
	Excelente (1 – 3)	Bueno (4 – 6)	Regular (7 – 9)	Malo (10 – 12)
12. Pérdida de masa o falla de la margen.	Poca o ninguna evidencia de potencial o muy pequeñas cantidades de pérdidas de masa. Ancho del cauce uniforme en todo el tramo.	Evidencia de infrecuente y/o poca pérdida de masa. Principalmente resanado por la vegetación. Ancho del cauce relativamente constante y un mínimo corte fino de las márgenes.	Evidencia de frecuentes y/o significativas ocurrencias de pérdidas de masa que pueden ser agravadas por flujos mayores, los que pueden causar socavación y pérdida de masa de las márgenes inestables. El ancho del cauce es bastante irregular, y el corte fino de las márgenes es evidente.	Frecuente y extensa pérdida de masa. La posibilidad de falla de las márgenes, como lo demuestran las grietas de tensión, socavaciones masivas y márgenes caídas, es considerable. El ancho del cauce es altamente irregular, y las márgenes presentan cortes finos.
13. Distancia aguas arriba del puente desde el punto de impacto del meandro y alineamiento.	Más de 35 m, el puente está bien alineado con el flujo.	20-35 m; el puente está alineado con el flujo.	10-20 m; el puente está sesgado respecto al flujo, o el alineamiento del flujo no está centrado bajo el puente.	Menos de 10 m, el puente está pobremente alineado con el flujo.

H=horizontal, V=vertical, Fs=porcentaje de arena, S=pendiente, B/y=relación ancho y profundidad.

Valores de estabilidad general

Categoría	Puntuación general, R
Excelente	R<49
Bueno	49<R<85
Regular	85<R<120
Malo	120<R

Estabilidad General.

Sumando los 13 indicadores se determina la condición general de estabilidad del cruce cauce – puente.

$$\sum_{i=1}^{13} I_i = 92$$

Según la tabla de estabilidad, el ámbito del puente Tahuamanu presenta una estabilidad regular.

Estabilidad Lateral.

La estabilidad lateral es la suma de los indicadores del 8 al 13 y la fracción lateral es la relación entre estabilidad lateral con el valor en condiciones más desfavorables.

$$\sum_{i=8}^{13} I_i = 39$$

$$\text{Fracción lateral} = \frac{39}{72} = 0.54$$

Estabilidad vertical.

La estabilidad vertical es la suma de los indicadores del 4 al 6 y la fracción vertical es la relación entre estabilidad vertical con el valor en condiciones más desfavorables.

$$\sum_{i=4}^6 I_i = 28$$

$$\text{Fracción vertical} = \frac{28}{36} = 0.78$$

De los resultados se observa que la fracción vertical es mayor que la fracción lateral, lo cual indica una inminente inestabilidad del cauce.

ANEXO C: PLANOS.

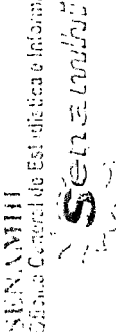
Anexo D1. Datos de precipitación de la estación ASIS - BRASIL

Nive Consis- tencia	Fecha	Tipo Medico o Chuv as	Maxima	Total	Dia Maxi ma	Num Dias de Chu va	Maxi ma Stetu s	Total Statu s	Num Dias De Chu va a Statu s	Total Anual	Tota l Ann ual Stat us	Chu va 01	Chu va 02	Chu va 03	Chu va 04	Chu va 05	Chu va 06	Chu va 07	Chu va 08	Chu va 09	Chu va 10	Chu va 11	Chu va 12	Chu va 13	Chu va 14	Chu va 15	Chu va 16	Chu va 17	Chu va 18	Chu va 19	Chu va 20	Chu va 21	Chu va 22	Chu va 23	Chu va 24	Chu va 25	Chu va 26	Chu va 27	Chu va 28	Chu va 29	Chu va 30	Chu va 31		
1	31/1/1991	1	18.1	100.3	22	11	1	1	0		0	0	8.9	0	12.2	0	0	0	8.1	0	0	10.2	0	8.1	0	0	8.1	0	9.2	0	0	18.1	0	0	0	6.1	0	0.1	0	9.2	0			
1	4/1/1991	1	14.2	30.4	20	3	1	1	0		0	0	0	0	0	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	0			
1	5/1/1991	1	16.2	61.9	7	6	1	1	0		0	0	0	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	9.1	0	6.1	0	11.2	0	0	0	0	0	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	6/1/1991	1	8.1	8.4	9	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	7/1/1991	1	8.1	8.1	14	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	8/1/1991	1	0	0	1	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	9/1/1991	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	10/1/1991	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	11/1/1991	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	12/1/1991	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	1/1/1992	1	35.1	172.6	7	12	1	1	0		0	0	0	0	0	9.2	35.1	0	0	8.1	0	21.2	0	7.1	9.2	6.1	0	6.2	0	8.1	16.2	24.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	2/1/1992	1	34.2	164.3	4	9	1	1	0		0	0	26.1	34.2	11.2	0	0	0	8.1	0	0	0	25.1	0	8.1	0	12.1	0	0	0	0	0	0	0	0	9.2	30.2	0	0	0	0	0	0	
1	3/1/1992	1	31.2	122.5	24	7	1	1	0		0	0	7.2	14.7	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	0	0	27.1	0	6.1	0	0	0	28.1	0	31.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	4/1/1992	1	50.6	158.5	27	6	1	1	0		11.2	0	0	0	28.1	0	0	11.2	0	7.2	0	0	0	50.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50.6	0	0	0	0		
1	5/1/1992	1	11.2	23.5	11	3	1	1	0		0	0	0	8.1	0	0	0	0	0	0	11.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	6/1/1992	1	8.2	8.2	30	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.2	0		
1	7/1/1992	1	28.1	35.2	1	2	1	1	0		0	28.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	8/1/1992	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	9/1/1992	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	10/1/1992	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	11/1/1992	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	12/1/1992	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1/1/1993	1	28.1	166.7	27	11	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	13.2	0	11.2	3.1	0	0	0	8.1	12.4	8.2	21.8	9.2	0	0	0	0	25.2	0	0	28.1	0	0	0	28.2	0		
1	2/1/1993	1	48.1	192.8	2	10	1	1	0		0	48.1	1.2	0	20.1	0	20.2	3.1	0	0	0	0	0	0	20.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	3/1/1993	1	58.4	248.1	21	7	1	1	0		0	0	0	0	38.2	40.2	21.1	5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	4/1/1993	1	82.1	204	27	11	1	1	0		0	0	0	8.1	0	0	0	0	10.2	8.2	0	7.1	0	0	0	14.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	5/1/1993	1	40.2	89.4	25	3	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.1	0	35.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	6/1/1993	1	20.8	20.8	18	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	7/1/1993	1	0	0	1	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	8/1/1993	1	38.1	70.6	26	4	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	9/1/1993	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	10/1/1993	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	11/1/1993	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	12/1/1993	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1/1/1995	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2/1/1995	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3/1/1995	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4/1/1995	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5/1/1995	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6/1/1995	1							0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7/1/1995	1	8.2	8.2	11	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	8/1/1995	1	0	0	1	1	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	9/1/1995	1	53.2	85.2	30	6	1	1	0		0</																																	

// Sistema de Información Hidrológicas		Versión Web 3		2001 Agencia Nacional de Aguas (ANA)																																											
Nivel Consistenci		a:	1 = Bruto,	2 = Consistido																																											
Tipo Medica		o Chuv:	1 = Pluviómetro,	2 = Pluviogra	3 = Data logger																																										
Status:		0 = Blanco,	1 = Real,	2 = Estimado,	3 = Duid	4 = Acumulado																																									
Restriciones de consulta:		Código da	Estacion: 1069000																																												
Nivel		Total NumDiasDe																																													
//Estacio	Consistenci	Data	TipoMedica	Maxima	Total	Dia Maxima	NumDias DeChuva	Maxima Status	Chuva Status	Total Anual	TotalAnua	Chuv a01	Chuv a02	Chuv a03	Chuv a04	Chuv a05	Chuv a06	Chuv a07	Chuv a08	Chuv a09	Chuv a10	Chuv a11	Chuv a12	Chuv a13	Chuv a14	Chuv a15	Chuv a16	Chuv a17	Chuv a18	Chuv a19	Chuv a20	Chuv a21	Chuv a22	Chuv a23	Chuv a24	Chuv a25	Chuv a26	Chuv a27	Chuv a28	Chuv a29	Chuv a30	Chuv a31					
1069000	1	01/05/2003	1	29,7	67,5	30	5	1	1	1	0	0	3,3	0	0	5,1	4,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,7	0	1			
1069000	1	01/06/2003	1	35,5	44,2	29	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,5	0	1			
1069000	1	01/07/2003	1	25,7	34,9	12	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	25,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	0	1				
1069000	1	01/08/2003	1	7,3	7,3	9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
1069000	1	01/09/2003	1	37,4	151,1	26	6	1	1	1	0	0	0	0	0	24,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,3	0	0	0	0	15,1	0	0	0	37,4	0	0	0	0	0	27,8	33,6	1			
1069000	1	01/10/2003	1	65,5	203,8	11	8	1	1	1	0	0	0	0	0	38,3	0	28,7	0	0	65,5	47,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	10,3	10,5	0	0	0	0	0	0,5	0	1			
1069000	1	01/11/2003	1	46,2	131,2	20	11	1	1	1	0	5,7	22,1	0	0	8,1	0	0	0	0	3,2	1	14,7	0	0	3,1	0,3	0	0	46,2	0	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0	21,1	1	1				
1069000	1	01/12/2003	1	51,9	124,3	31	13	1	1	1	0	0	0	1,4	6	0	0	0,5	5,7	0	0	3,9	23,1	0	5,7	0	7,3	0	0	0	0	4,1	0	0	8,7	0	1,9	0	0	0	4,1	51,9	1				
1069000	1	01/01/2004	1	85,1	288,7	7	14	1	1	1	0	3,6	20,4	0	0	1,1	34,5	85,1	0	0	0	0	0	21	0	43,3	8,5	0	0	35,2	0	1,3	4,5	27,3	0	2	0	0	0	0	0	0	0,9	1			
1069000	1	01/02/2004	1	44,3	74,8	1	5	1	1	1	0	44,3	0	0	0	3,1	17	0	3,7	6,7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1069000	1	01/03/2004	1	15,5	34,7	27	4	1	1	1	0	15,5	0	5,3	12	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
1069000	1	01/04/2004	1	18,7	81,3	21	12	1	1	1	0	3,9	0	0	0	3,9	0	0,9	0	12,5	0	0	0	0,3	0	10,6	12,4	0	3,5	0	18,7	1	0	0	0	10,5	0	0	0	0	3,1	1	1				
1069000	1	01/05/2004	1	25,9	35,1	25	3	1	1	1	0	0	0	6,7	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,9	0	0	0	0	0	1			
1069000	1	01/06/2004	1	13,6	23	23	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,6	1	0,9	0	0	0	1,5	6	0	1			
1069000	1	01/07/2004	1	35,5	87,5	26	7	1	1	1	0	0	0	0	5,7	5,3	0	0	0	0	3	19,9	0	0	0	0	0	5,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,5	12,7	0	0	0	1				
1069000	1	01/08/2004	1	19,5	43,2	7	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	19,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0	3,1	0	16,7	0	1	
1069000	1	01/09/2004	1	21,7	52,9	6	3	1	1	1	0	0	0	0	16,7	0	21,7	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
1069000	1	01/10/2004	1	37	94,3	23	9	1	1	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	25,1	6,5	0	0	0	1,5	0	7,3	0	0	1	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	7,8	0	1,1	0	1		
1069000	1	01/11/2004	1	68,7	223	29	9	1	1	1	0	9,3	0	0	0	11,5	0	58,3	0	0	0	0	11,3	0	0	8,3	14	27,9	0	0	13,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68,7	0	1	1
1069000	1	01/12/2004	1	48,3	219,8	19	15	1	1	1	0	0	11,2	0,5	0	11,7	0,5	0	40	0	1,2	0	0	0	4,5	0	1,5	5,5	48,3	31,6	9	0	0	0	1,9	0	0	0	48	0	0	4	1	1			
1069000	1	01/01/2005	1	42,5	158,4	17	12	1	1	1	0	4,3	0	15	12,7	0	0	0	0	1,1	4,3	0	0	0	0	42,5	0	0	0	19	4,4	2,7	0	0	0	0	0	0	0	29,7	0	16	6,7	0	1		
1069000	1	01/02/2005	1	37,1	207,7	12	16	1	1	1	0	20,2	1,5	0	0	0	3,8	0	9,4	0	28,6	37,1	10,2	1,5	0,7	26,5	0,3	0	1	20,7	3,6	0	0	0	0	0	0	34,5	8,1	0	1	1	1	1			
1069000	1	01/03/2005	1	27,7	110,4	24	13	1	1	1	0	0	12,6	0	0	7,8	4,9	4,9	0	0	3,5	1,1	0	0	0	4,7	0	2,8	0	0	0	24,7	0	4,2	0	27,7	2,3	0	0	9,2	0	0	0	1			
1069000	1	01/04/2005	1	29,5	62,1	17	7	1	1	1	0	0,3	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,5	2,9	17,8	0	0	0	3,5	0	0	6,8	0	0	0	0	0	0	1	1			
1069000	1	01/05/2005	1	38,1	75,8	9	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	38,1	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	4,5	32,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
1069000	1	01/06/2005	1	7,3	7,3	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
1069000	1	01/07/2005	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
1069000	1	01/08/2005	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
1069000	1	01/09/2005	1	26,8	43,9	28	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,8	0	1	1			
1069000	1	01/10/2005	1	60	267,8	31	10	1	1	1	0	0	29,9	0	20,9	12,6	14,3	0	20	0	0	0	0	22,8	0	49,7	0	31,5	0	0	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1	1		
1069000	1	01/11/2005	1	35,6	160,2	21	8	1	1	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30,7	0	0	0	1,1	15	0	0	0	0	0	0	8	29,6	30,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1			


Nivel		Total NumDiasDe																																										
Estacao	Consistenci	Data	TipoMedica	Chuva	Maxima	Total	Dia	NumDias	Maxima	Status	Chuva	Total	TotalAnua	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv	Chuv			
Codigo	a		o	s			Maxima	De		s	Status	Annual	l	a01	a02	a03	a04	a05	a06	a07	a08	a09	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20	a21	a22	a23	a24	a25	a26	a27	a28	a29	a30	a31
1069000	1	01/12/2005	1	85,5	308,8	16	17	1	1	1	0	9,5	9,6	0	0	1	23	0	0	0	0	9,3	1,3	0	4	5,6	6	85,5	0	0	0	0	0	6,1	25,3	0	0	4,3	13,7	36,6	31	37	0	1
1069000	1	01/01/2006	1	105,1	365,3	19	13	1	1	1	0	0	0	18,9	0	9,8	1,7	0	0	0	0	0	0	0	77	5,6	0	0	0	105,1	0	0	41,3	1,1	29,7	9,1	0	23,6	0	6,5	35,9	0	1	
1069000	1	01/02/2006	1	73,5	419	20	14	1	1	1	0	0	3,5	0	42,1	0	0	38,3	1,1	0	14,6	23,3	0	0	18,6	51	0	0	0	73,5	2,3	0	0	0	28,1	36,8	58,8	21	1	1	1	1		
1069000	1	01/03/2006	1	43,6	229,3	1	12	1	1	1	0	43,6	23	17,7	18,6	0	0	7,7	0	0	0	0	0	0	23,9	33,5	0	0	0	0	0	0	24,7	8,9	8,1	0	3,5	0	0	0	16,1	0	1	
1069000	1	01/04/2006	1	44,2	170,4	17	11	1	1	1	0	0	0	7,5	33,1	0	3,2	2,5	7,5	0	0	0	0	0	3,1	0	7,3	43,3	44,2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	10,7	1	1	
1069000	1	01/05/2006	1	52,1	52,1	24	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
1069000	1	01/06/2006	1	8,7	17,2	12	4	1	1	1	0	0	1,5	0	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0	8,7	0	0	0	0	0	0	0	2,9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
1069000	1	01/07/2006	1	11,8	30,5	30	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,8	11,5	0	1
1069000	1	01/08/2006	1	35,7	75,3	18	3	1	1	1	0	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	36,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,2	0	1	
1069000	1	01/09/2006	1	29	44	22	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	1	1	
1069000	1	01/10/2006	1	41,7	139,5	27	10	1	1	1	0	0	0	13	4,5	13,9	0	0	9,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	9,7	0	0	0	0	0,5	42,7	0	5,5	0	1		
1069000	1	01/11/2006	1	61,3	209,3	11	9	1	1	1	0	0	0	27,4	0	10,7	0	11,5	12,8	0	21,2	61,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,5	20,9	7	1	
1069000	1	01/12/2006	1	40	219,6	20	10	1	1	1	0	13,2	18	26	6,5	0	0	31,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,7	4,7	0	40	20,3	0	0	19,7	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1069000	1	01/01/2007	1	50,9	324,1	4	12	1	1	1	0	0	0	0	50,9	0	0	0	29,3	50	0	0	30	0	0	29	0	8,5	0	0	15	0	26,5	47,5	0	9,7	2,3	0	0	25,4	1	1		
1069000	1	01/02/2007	1	93,2	598,6	22	13	3	3	3	0	0	0	0	0	0	14	0	37	60	0	0	0	0	0	25,8	68,6	55	42,8	32,1	46,6	75	93,2	0	27,8	18,7	0	1	1	1	1			
1069000	1	01/03/2007	1	40	156,1	7	9	1	1	1	0	0	0	0	28,6	0	40	0	15,6	0	0	0	0	0	3,7	0	0	25,5	13,7	0	0	5,3	0	7,7	0	0	0	0	0	16	1			
1069000	1	01/04/2007	1	50,8	215,6	6	10	1	1	1	0	0	38	0	0	18	50,8	10	28	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0	2,1	0	0	23	0	0	36	0	0	1	1		
1069000	1	01/05/2007	1	25,1	115,2	13	7	1	1	1	0	0	0	0	9,1	0	19,2	0	15,5	22,3	0	25,1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	1		
1069000	1	01/06/2007	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
1069000	1	01/07/2007	1	21,1	52,5	10	5	1	1	1	0	0	0,6	0	0	17,7	0	0	0	0	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	0	0	0	6,6	0	0	0	0	0	1		
1069000	1	01/08/2007	1	16,8	17,5	28	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,8	0	0	0	1		
1069000	1	01/09/2007	1	55,2	108,8	6	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,2	0	0	35,8	6,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
1069000	1	01/10/2007	1	75,4	184,6	15	14	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1	0	0	0	0	18,4	7,8	75,4	0	1,1	3,3	0	19,7	13,7	0	4,4	2,9	0	4,1	0	31,2	0	0	1		
1069000	1	01/11/2007	1	88,3	347,4	21	16	1	1	1	0	8,1	2,5	56	1,2	0	38,2	13,1	0	0	16,1	0	1,2	0,6	29,4	0	0	0	0	0	0	88,3	0	0	3,9	11,8	0	1,4	62,7	32,9	1	1		
1069000	1	01/12/2007	1	39,7	103,3	19	11	1	1	1	0	1,9	0	0	0	0,9	0	9,4	0	0	39,7	0	0	9,3	20,3	0	7,1	0	0	0	0	2,2	4	0	0	1,4	0	0	7,1	1	1			
1069000	1	01/01/2008	1	28,9	214,6	15	20	1	1	1	0	0	0	0,3	0,8	0	24	0	0,8	0	19,1	28,7	5,9	2,9	28,9	2,8	0	3,8	13,9	2,1	23	0	9,5	8,3	0,1	0	0	26,4	12	1,3	1			
1069000	1	01/02/2008	1	73,5	181,3	12	19	1	1	1	0	8,5	0,9	50,3	13,4	1,3	0	4,9	0	0	0	0	2,1	1,1	4	10,2	0,6	0,3	1,1	4,3	0,4	1,2	2	1,2	0	1	1	1	1	1				
1069000	1	01/03/2008	1	32,3	165,5	29	17	1	1	1	0	8,8	16,9	11,7	6,1	0	0,5	0	0	0	0	0	10,1	0	0,2	0	0,3	14,8	0	11	0,3	3	20,8	0	1,1	0	32,3	21,6	0	1				
1069000	1	01/04/2008	1	31,9	113,7	3	11	1	1	1	0	15,9	28,9	31,9	0	0,3	0	0	0	0	0	0	14,5	0	0	11,1	2	0	0	0	4,1	2,3	2,3	0	0,4	0	0	0	0	1	1			
1069000	1	01/05/2008	1	14,5	41,4	26	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0	2,6	0	0	0	0	0	0	14,2	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0	7,5	0,7	0	1				
1069000	1	01/06/2008	1	32,2	77,2	13	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	18,6	5,4	32,2	0	0,3	9,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
1069000	1	01/07/2008	1	13,8	24,8	25	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,8	0	0	0	0	0	0	0	11	1			
1069000	1	01/08/2008	1	30,8	30,8	4	1	1	1	1	0	0	0	0	30,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
1069000	1	01/09/2008	1	52,1	87	21	4	1	1	1	0	0	0	0	26,4	2	0	0	0	0	0	0	6,5	0	0	0	0	0	52,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1			
1069000	1	01/10/2008	1	46	118,9	15	12	1	1	1	0	0,4	0	4,2	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	16,2	0,4	0	19,4	0	22	1,5	1	1,5	0	4,9	1	1				
1069000	1	01/11/2008	1	64,8	225,8	17	9	1	1	1	0	0	49,9	0	0	0	7,6	0	0	0	0	0	0	45,1	0	64,8	0	0	3,2	0	5,7	15,2	1,5	0	32,8	0	0	0	0	1	1			
1069000	1	01/12/2008	1	108,8	387,3	16	16	1	1	1	0	42,7	10,5	1,1	33,5	0	0	9	0	4,4	2,2	30,2	0	0	32,8	108,8	0	12,1	0	0	0	0	7,7	0	9,7	0	23,2	10	49,4	1	1			
1069000	1	01/01/2009	1	56,8	167,8	9	14	1	1	1	0	2,7	8,4	8	8,8	0	0	0	56,8	32	0	9,6	0	0	6,2	2,9	0,9	25,3	0,2	0	0	0												

Anexo D2. Datos de precipitación de la estación Iberia.



SENAMHI
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESTACION: BELÉN / CUSCOSE / DRE-12
 PARÁMETRO: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

VAL: 11 - 21 S
 LONG: 56 36 W
 ALT: 3455 msnm

MAPA DE COLORES
 TAHUAMANO
 IBERIA

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1954	34.0	58.0	47.0	39.0	19.0	15.0	30.0	14.3	27.5	43.5	50.4	51.7
1955	43.0	50.5	67.0	157.0	46.0	8.0	5.0	29.9	13.2	30.2	72.0	126.5
1956	50.0	59.0	31.3	43.2	44.6	13.0	54.6	16.3	76.0	46.0	35.5	92.0
1957	37.0	55.0	54.0	47.4	65.0	20.0	7.2	15.0	72.0	58.0	33.0	27.0
1958	55.0	50.0	43.0	55.0	36.5	12.0	8.0	20.0	18.5	60.0	50.0	59.0
1959	45.0	34.0	58.0	65.0	36.0	20.0	35.0	39.0	45.0	33.0	47.0	54.0
1960	45.0	60.0	39.0	120.0	31.2	30.0	0.0	47.0	17.0	60.0	41.0	56.0
1961	38.0	46.0	50.0	40.0	30.0	35.0	1.0	3.0	9.7	55.0	50.0	105.0
1962	83.0	32.5	54.1	60.0	7.0	31.0	12.0	13.1	35.0	11.0	32.0	110.0
1963	60.7	50.0	70.5	21.0	13.2	69.0	0.0	40.5	45.0	58.0	50.3	39.0
1964	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	6.5	27.5	55.0	18.5	65.0	65.0	53.0
1965	76.0	27.0	43.0	69.0	6.0	18.0	8.5	3.0	44.0	53.5	40.5	47.0
1966	25.0	60.0	25.0	61.0	53.5	10.5	23.5	7.5	74.5	40.0	37.0	44.5
1967	26.0	34.0	48.5	55.5	23.0	3.5	34.0	10.0	21.0	11.0	10.0	22.0
1971	71.0	37.0	74.0	11.0	14.0	13.0	9.0	13.0	13.0	25.0	27.0	17.0

PROYECTADO POR: []
 REVISADO POR: []
 APROBADO POR: []

ACTUALIZADO POR: []
 JUNIO DE 2010 DEL 2010

SENAMHI

Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA LAT. : 11° 21' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 35' "W" PROV. : TAHUAMANU
DIARIA (mm) ALT. : 345 msnm. DIST. : IBERIA

AÑO : 1970

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	7.0	2.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
2	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0
3	3.0	0.0	33.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0
4	0.0	6.0	22.0	18.0	2.0	0.0	0.0	5.0	0.0	30.0	0.0	0.0
5	2.0	0.0	10.0	12.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
6	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	27.0
7	0.0	5.0	10.0	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	15.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	22.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	18.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	0.0
11	0.0	0.0	10.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
12	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	2.0
13	0.0	0.0	57.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0
14	0.0	6.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	3.0	0.0	16.0
15	0.0	0.0	0.0	13.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2.0	10.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
17	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	16.0
18	8.0	100.0	0.0	0.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	4.0
19	0.0	0.0	0.0	6.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	2.0	9.0	4.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	5.0	0.0	0.0
23	0.0	8.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	10.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	4.0	0.0	0.0
25	3.0	0.0	9.0	1.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	30.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
27	5.0	30.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	13.0
28	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	9.0	16.0	6.0
29	0.0		0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	3.0	0.0
30	17.0		4.0	5.0	0.0	0.0	8.0	2.0	0.0	0.0	0.0	29.0
31	14.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		6.0

T = Trazas.
SUMP-LEV N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL
DIARIA (mm)

LAT.: 11° 21' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
LONG.: 69° 35' "W" PROV. : TAHUAMANU
ALT.: 345 msnm. DIST. : IBERIA

AÑO : 1972

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	3.0	23.0	0.0
2	5.0	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	--	0.0	2.0	0.0
3	38.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	--	4.0	0.0	0.0
4	2.0	0.0	9.0	11.0	S/D	0.0	0.0	44.0	--	0.0	0.0	0.0
5	3.0	4.0	8.0	7.0	23.0	0.0	0.0	6.0	--	42.0	2.0	0.0
6	46.0	0.0	0.0	17.0	9.0	0.0	0.0	0.0	--	26.0	0.0	0.0
7	6.0	0.0	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0
9	2.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0	9.0	0.0	--	0.0	0.0	8.0
10	0.0	0.0	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	66.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	45.0	19.0	18.0	15.0	0.0	0.0	--	2.0	0.0	0.0
12	0.0	44.0	0.0	0.0	10.0	16.0	0.0	0.0	--	2.0	0.0	11.0
13	0.0	13.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	--	6.0	0.0	46.0
14	0.0	40.0	29.0	13.0	3.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0
15	0.0	19.0	9.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	6.0	0.0
16	9.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	5.0	0.0	0.0
17	15.0	5.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	8.0	--	0.0	10.0	32.0
18	2.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	--	0.0	0.0	19.0
19	0.0	61.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	--	0.0	0.0	14.0
20	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	4.0	0.0	0.0
21	44.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	9.0	0.0	56.0
22	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	3.0	10.0	0.0
23	0.0	41.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	7.0	0.0
24	0.0	20.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	--	5.0	0.0	0.0
25	7.0	67.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	42.0
26	0.0	4.0	28.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	13.0	14.0	0.0	0.0	0.0	9.0	--	0.0	0.0	4.0
28	0.0	0.0	6.0	0.0	15.0	21.0	0.0	31.0	--	12.0	0.0	2.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	18.0	--	0.0	0.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	15.0	--	1.0	53.0	0.0
31	0.0		0.0		0.0		0.0	2.0		3.0		0.0

T = Trzozas:
SUMP-LEY N° 23580

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBRERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA LAT. : 11° 21' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 39' "W" PROV. : TAHUAMANU
DIARIA (mm) ALT. : 345 msnm. DIST. : IBERIA

AÑO : 1973

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	19.0	0.0	0.0	0.0	24.0	14.0	6.0	76.0	0.0	6.0	0.0	0.0
2	4.0	0.0	0.0	7.0	2.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.0	41.0
3	20.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
4	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
5	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	13.0	29.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0	0.0	23.0	0.0	18.0	11.0
7	13.0	50.0	0.0	0.0	0.0	25.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	24.0	0.0	14.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
9	0.0	18.0	0.0	54.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0
11	0.0	0.0	57.0	4.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	4.0	0.0	0.0
12	8.0	0.0	0.0	21.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0
13	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	9.0	4.0	15.0
14	0.0	54.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	8.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	13.0	0.0	42.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
19	5.0	6.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	40.0	0.0	0.0	16.0	43.0
20	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	3.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	18.0	0.0	0.0	8.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0
22	13.0	16.0	0.0	0.0	7.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0	3.0
24	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	26.0
25	0.0	3.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0	0.0
26	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	18.0
27	1.0	45.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	13.0
28	27.0	0.0	6.0	0.0	3.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0
29	0.0		0.0	0.0	13.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	49.0	0.0	9.0	6.0
31	0.0		0.0		5.0		0.0	0.0		0.0		24.0

T = Trazas.
SUMPLEY N° 23565

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



ENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA LAT. : 11° 21' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 35' "W" PROV. : TAHUAMANU
DIARIA (mm) ALT. : 345 msnm. DIST. : IBERIA

AÑO : 1974

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	9.0	---	0.0	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	---	0.0	7.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	---	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	56.0
4	0.0	---	12.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	13.0	---	41.0	6.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	---	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0
7	12.0	---	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	5.0	---	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0
9	5.0	---	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	---	11.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
11	12.0	---	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	---	4.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.0	0.0
13	0.0	---	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.0	47.0
14	0.0	---	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	71.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	---	19.0	0.0	0.0	0.0	8.0	25.0	9.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	---	0.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	34.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	6.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	---	0.0	10.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0
22	4.0	---	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	---	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	---	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	---	0.0	2.0	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0
27	30.0	---	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	6.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	0.0	40.0	32.0
29	0.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0	0.0
30	0.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0	23.0	0.0
31	0.0	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

T = Trazas.
SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

**PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL**



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA LAT. : 11° 21' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 35' "W" PROV. : TAHUAMANU
DIARIA (mm) ALT. : 345 msnm. DIST. : IBERIA

AÑO : 1993

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17.0
2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.6
3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	14.5
4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	43.9
5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.0
6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	7.4
7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	53.8
8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	31.7
9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8.6
10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.7
11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	12.4
12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4.5
13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.0
14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.7
15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	21.6
16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.6
17	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	57.4
18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5.0
19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8.0
20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.0
21	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	24.3
22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.0
23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	22.4
24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.9
25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	28.0
26	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.0
27	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.3
28	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.5
29	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.0
30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.7
31	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6.0

T. 70235
SUM. LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2003

**PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL**



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA LAT. : 11° 21' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 35' "W" PROV. : TAHUAMANU
DIARIA (mm) ALT. : 345 msnm. DIST. : IBERIA

AÑO : 1994

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	4.4	1.8	8.2	0.0	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
2	0.0	0.7	0.8	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4	---	---	---
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
4	3.7	1.9	0.0	25.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
5	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
6	0.9	31.2	0.0	78.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
7	0.0	4.7	0.0	33.6	16.8	10.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
8	0.0	10.0	0.0	0.0	8.6	1.0	0.0	0.0	2.9	---	---	---
9	44.4	6.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	---	---	---
10	0.0	1.6	0.0	24.5	22.3	0.0	0.0	12.2	0.0	---	---	---
11	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
12	0.0	20.9	2.5	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.6	---	---	---
13	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
14	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
15	4.9	13.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
16	1.7	17.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	---	---	---
17	1.9	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
18	0.0	3.0	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	---	---	---
19	18.0	25.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
20	4.3	4.2	17.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	---	---	---
21	37.7	5.6	7.4	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	---	---	---
22	17.5	0.0	6.6	3.3	2.4	0.0	0.0	0.0	8.4	---	---	---
23	5.6	25.4	0.7	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
24	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
25	2.3	0.0	41.6	0.0	1.7	1.8	0.0	0.0	5.7	---	---	---
26	0.0	9.1	56.2	11.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---	---
27	0.2	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	8.8	---	---	---
28	31.3	0.0	0.0	41.0	0.2	0.0	0.0	0.0	45.7	---	---	---
29	6.7		2.0	9.0	54.0	0.0	0.0	0.0	0.3	---	---	---
30	0.9		24.9	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	2.9	---	---	---
31	0.0		1.8		0.0		0.0	0.0		---	---	---

T.º Trazas.
SUMPLEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA OCEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBRERO DE 2005.

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI

Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : IBERIA
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL
 DIARIA (mm)

LAT. : 11° 21' "S"
 LONG. : 69° 35' "W"
 ALT. : 345 msnm.

DPTO. : MADRE DE DIOS
 PROV. : TAHUAMANU
 DIST. : IBERIA

AÑO : 1995

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	---	---	---	---	---	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	---	---
2	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
3	---	---	---	---	---	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
4	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	---	---
5	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
6	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
7	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
8	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	---	---
9	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
10	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
11	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	121.0	0.0	---	---
12	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	30.0	10.9	---	---
13	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	---	---
14	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	---	---
15	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
16	---	---	---	---	---	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	---	---
17	---	---	---	---	---	0.0	29.1	0.0	0.0	0.0	---	---
18	---	---	---	---	---	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
19	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	81.2	0.0	---	---
20	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
21	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
22	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
23	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
24	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	---	---
25	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	---	---
26	---	---	---	---	---	0.9	0.0	0.0	0.0	9.4	---	---
27	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	3.3	2.6	---	---
28	---	---	---	---	---	5.2	0.0	0.0	21.0	0.0	---	---
29	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	23.5	2.0	---	---
30	---	---	---	---	---	0.0	12.4	0.0	0.0	0.8	---	---
31	---	---	---	---	---	---	26.7	0.0	0.0	0.0	---	---

T = Trzabs.
 SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 LIMA, 21 DE FEBRERO DE 2005

**PROHIBIDA SU REPRODUCCION
 PARCIAL O TOTAL**



Anexo D3. Datos de precipitación de la estación Puerto Maldonado.

SENAMHI

Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO
PARAMETRO : PRECIPITACIÓN DIARIA (mm)

LAT. : 12° 35' "S DPTO. : MADRE DE DIOS
LONG. : 69° 12' "W PROV. : TAMBOPATA
ALT. : 256 msnm DIST. : TAMBOPATA


AÑO 1988

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	4.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	25.0
2	2.2	48.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	90.0	25.0
3	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
4	12.0	3.3	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
5	5.0	42.3	0.0	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
6	12.3	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	---	0.0	0.0	12.0
8	7.0	32.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	3.4
9	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	1.0	0.0
10	0.5	27.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	6.0	0.0	0.0
11	10.0	4.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	25.2	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	3.0
13	1.8	0.0	4.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	23.0	0.0
14	30.0	0.0	0.0	7.0	8.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	90.0	0.0
15	22.2	80.4	0.0	4.8	32.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	5.0
16	0.0	22.0	5.0	0.0	8.0	0.0	0.0	3.0	---	1.0	0.0	3.0
17	20.0	0.0	4.0	6.7	0.0	0.5	0.0	0.0	---	0.0	0.0	8.0
18	16.0	0.0	12.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
19	49.0	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
20	0.0	39.4	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
21	22.3	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	20.0	56.4
22	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	10.0
23	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	25.0	0.0
24	3.0	2.6	7.0	12.4	4.0	2.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	35.0
25	34.9	0.0	0.0	0.0	10.0	12.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	0.0
26	0.0	50.0	13.0	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	---	7.0	0.0	15.0
27	20.0	30.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	61.0	0.0	0.0
28	37.0	50.0	59.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	4.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	35.0
30	0.0		10.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0	0.0	12.0
31	0.0		0.0		12.0		0.0	0.0	---	0.0		0.0

INFORMACIÓN PREPARADA PARA CONEXSA CA
EL 01 DE OCTUBRE DE 2006

SENAMHI
 Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI
 Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACIÓN: PUERTO MALDONADO LAT: 12° 35' S OPTO: MADRE DE DIOS
 PARAMETRO: PRECIPITACIÓN DIARIA (mm) LONG: 69° 12' W PROV: TAMBOPATA
 ALT: 256 msnm DIST: TAMBOPATA

AÑO 1989

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	11.0	0.0	0.0	8.0	2.0	0.0	3.0	0.0	0.0	6.0	0.0
2	10.0	18.0	1.0	7.0	1.0	4.0	0.0	0.0	68.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	30.0	15.0	0.0	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	9.0	8.0	13.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.8	16.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0
7	5.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	19.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	36.0	0.0	0.0
9	11.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0
10	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	50.0	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	54.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	14.0	0.0
14	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0
15	2.0	0.0	0.0	4.8	4.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
16	8.0	1.0	0.0	2.7	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
17	15.0	17.0	0.0	15.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
18	9.0	10.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
19	0.0	5.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	7.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.0	0.0
23	0.0	18.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0
24	0.0	7.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
26	1.0	0.0	8.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	5.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	92.0	23.0	0.0
28	0.0	4.0	92.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

INFORMACION PREPARADA PARA COMISAS SA
 JUNIO DE OCTUBRE DE 2006

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1990

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	18.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	6.0
2	0.0	115.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	39.0	17.0
3	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	13.0	0.0
4	0.0	6.0	41.0	0.0	13.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
5	0.0	0.0	0.0	39.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	1.0	0.0
6	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	36.0	0.0	0.0	9.8	S/D	31.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
8	16.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.5	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	2.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	0.0	0.0	18.0
10	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	88.0	0.0	0.0	4.0	8.0	0.0
11	1.0	90.0	0.0	0.0	11.0	0.0	18.0	0.0	0.0	78.0	2.0	0.0
12	0.0	17.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	7.0
13	16.0	0.0	0.0	0.0	19.3	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0
14	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0
15	8.0	10.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	23.0
16	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.0	0.0	2.4
17	1.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.0	0.0
18	0.0	22.0	1.0	12.0	0.0	0.0	S/D	11.0	0.0	0.0	0.0	26.7
19	28.0	12.0	0.0	40.0	0.0	0.0	S/D	6.0	0.0	16.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	10.0	0.0
21	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	53.0	2.0	5.0
22	4.3	0.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	30.0
23	3.1	7.8	6.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
24	42.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	2.0	18.0	16.0
25	0.0	0.0	0.0	34.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	11.0	2.0	8.0
26	3.0	7.4	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
27	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	7.0	3.4	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0		8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0
30	0.0		10.2	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0	49.0	0.0	1.0
31	5.0		0.0		0.0		0.0			23.0		0.0

T = Trazas.
SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005



ENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1992

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	---	---	---	---	---	---	8.0	0.0	5.0	11.0	13.0	36.0
2	---	---	---	---	---	---	14.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0
3	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	31.8	3.0	0.0	12.0
4	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	30.8	0.0	0.0
5	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	64.0	0.0
6	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.0
7	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0	108.0
8	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
9	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0
12	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	98.0
13	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	41.0	6.8	0.0	0.0
14	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0
15	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	17.0	0.0	10.0	0.0
16	---	---	---	---	---	---	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0
18	---	---	---	---	---	---	3.0	19.8	0.0	8.0	7.0	0.0
19	---	---	---	---	---	---	0.0	10.0	56.0	0.0	0.0	8.0
20	---	---	---	---	---	---	0.0	47.0	56.0	0.0	0.0	0.0
21	---	---	---	---	---	---	0.0	23.0	0.0	61.0	2.0	0.0
22	---	---	---	---	---	---	0.0	18.2	0.0	4.4	12.0	15.0
23	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	20.0
24	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	28.0
25	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0
26	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	10.0	2.0	5.0	43.0
27	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	4.0	0.0	8.0	3.0
28	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
30	---	---	---	---	---	---	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	4.0
31	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	---	57.2	---	10.0

T = Trazas.
SUMP-LEY N° 23580

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1993

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	11.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
2	8.0	0.0	19.2	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	6.0
3	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
4	0.0	30.6	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	11.4	0.0	3.0	8.3	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	6.0	5.4
6	2.0	0.0	53.4	11.2	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.4	0.0	6.0
7	95.2	0.0	5.0	83.7	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	4.2	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	50.0
9	0.0	6.0	0.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
10	30.0	0.0	5.0	21.2	0.0	1.8	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0	6.0
12	0.0	0.0	2.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
13	7.0	29.4	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0
14	24.0	50.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0
15	0.0	34.0	0.0	3.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0
17	12.8	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	20.0	4.9
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	5.4	2.0	16.0
19	12.5	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.2	8.0	0.0
20	0.0	28.0	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	15.0
21	0.0	28.4	13.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	3.0	8.0
22	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.0	14.8	20.0
23	11.0	0.0	43.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	1.8	15.0	3.0	0.0
24	21.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	0.0	14.8	0.0
25	30.8	14.4	0.0	0.0	39.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	5.0	5.0
26	15.0	6.2	4.0	0.0	32.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
27	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	12.0	25.0
28	32.0	6.2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	15.0	0.0
29	0.0		0.0	3.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	4.0	16.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	23.8		18.0		0.0		0.0	0.0		11.0		0.0

T = Trazas.
SUMPLEY N° 23560

INFORMACIÓN PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



ENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1994

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	7.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	41.0	0.0
3	0.0	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0	1.2	--	5.0	3.3	57.0	0.0
4	19.0	0.0	0.0	7.8	0.0	17.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0
5	18.0	0.0	0.0	35.2	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	3.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	30.0	0.0
7	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	5.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	4.0	23.2	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	5.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	--	8.0	0.0	8.8	8.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	31.5	0.0	4.0	8.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	11.0	0.0	3.0
13	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	9.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	7.0	0.0	27.0
15	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	7.7	4.0	2.2
16	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	--	30.0	4.8	6.3	69.0
17	3.2	69.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	29.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	14.1	11.0
19	0.0	0.0	63.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	3.0	44.0	3.3
20	0.0	10.0	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	24.0	63.4	1.0
21	6.0	0.0	26.0	3.8	0.0	0.0	0.0	--	34.0	0.0	18.2	3.0
22	0.0	0.0	11.0	0.0	3.0	0.0	0.0	--	12.0	80.1	6.2	0.0
23	28.0	25.0	0.0	2.3	3.0	0.0	65.0	--	0.0	0.0	0.0	12.0
24	0.0	0.0	0.0	23.7	8.2	17.0	2.0	--	0.0	0.0	0.0	82.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	5.0	0.0	12.0	35.0	0.0	--	10.0	47.0	0.0	0.0
27	10.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	4.3	0.0	38.0
28	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	3.8	8.0	0.0	24.0
29	0.0		0.0	75.0	37.6	0.0	0.0	--	5.0	101.4	0.0	72.8
30	30.0		0.0	0.0	99.0	0.0	0.0	--	4.0	15.0	15.8	72.8
31	0.0		0.0		0.0		0.0	--		0.0		0.0

T = 170295.
SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1995

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	7.2	19.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	3.6	4.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	10.2	0.0	4.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4	0.0	2.0	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	3.0	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6	17.0	0.0	35.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	0.0	44.0	5.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	0.0	10.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	0.0	0.0	2.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
11	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	68.0	6.2	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	68.0	0.0	3.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	20.0	0.0	30.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	42.0	1.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
16	3.0	7.0	35.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	0.0	0.0	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	0.0	1.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	0.0	65.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0.0	4.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
21	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	2.0	0.0	23.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	0.0	0.0	9.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	26.3	15.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	0.0	60.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
26	0.0	4.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	10.8	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	0.0	59.0	1.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	5.0		0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	0.0		1.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
31	0.0		6.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---

T = Trzcas.
SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT.: 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1998

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	2.0
2	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	18.2
3	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	6.8
4	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	3.4	0.0	---	0.0
5	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	12.5	0.0	---	0.0
6	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	6.9	---	0.0
7	---	---	---	---	---	---	0.0	4.6	0.0	33.0	---	14.6
8	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	40.5	21.5	---	15.4
9	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	3.2	0.0	---	20.5
10	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	1.4
11	---	---	---	---	---	---	0.0	6.2	0.0	0.0	---	0.0
12	---	---	---	---	---	---	0.0	1.4	0.0	0.0	---	35.2
13	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	59.0	---	0.0
14	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	6.7	---	0.0
15	---	---	---	---	---	---	0.0	2.9	0.0	0.0	---	0.0
16	---	---	---	---	---	---	0.0	0.5	0.0	1.5	---	0.0
17	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0
18	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	45.2
19	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	---	7.3
20	---	---	---	---	---	---	1.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0
21	---	---	---	---	---	---	4.8	0.0	0.0	0.0	---	2.5
22	---	---	---	---	---	---	4.2	0.0	0.0	0.0	---	52.0
23	---	---	---	---	---	---	1.5	0.0	0.0	0.0	---	0.0
24	---	---	---	---	---	---	1.5	27.2	0.0	18.4	---	0.0
25	---	---	---	---	---	---	0.0	51.3	0.0	0.0	---	0.0
26	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.7	0.5	---	0.0
27	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	8.8	---	0.0
28	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	16.5	0.0	---	0.0
29	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	16.0	1.0	---	14.7
30	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	76.9	---	42.5
31	---	---	---	---	---	---	0.0	0.0	---	13.4	---	6.5

T = Trazas
SUMPLY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 1999

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	13.7	5.7	0.0	--	4.5	0.0	5.4	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0
2	0.0	2.6	0.0	--	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	3.0
3	46.2	7.2	8.1	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	41.7
4	9.2	4.6	0.0	--	10.3	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	4.3	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
6	1.6	4.3	30.6	--	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3
7	0.0	8.7	0.0	--	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.7	0.8
8	11.0	25.1	17.1	--	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	10.0	0.0
9	0.9	10.7	6.5	--	0.0	0.0	0.0	0.0	46.3	0.0	43.0	7.8
10	0.0	6.2	60.5	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	10.0	4.6	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
12	0.0	0.0	2.7	--	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
13	3.2	11.8	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	17.6
14	3.5	10.5	1.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	71.4	0.0	0.0	1.1
15	1.5	7.4	5.5	--	0.0	0.0	1.6	0.0	30.2	0.0	0.0	11.6
16	0.0	0.5	3.0	--	0.0	2.8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2
17	0.0	0.0	1.1	--	1.2	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
18	0.0	22.3	1.3	--	T	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	58.9	7.2	59.9	--	0.0	11.0	0.0	0.0	6.5	0.0	4.9	3.5
20	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.8	24.3
21	0.0	4.0	4.4	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	14.5	75.8	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
23	19.7	0.0	0.0	--	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	12.0
24	0.0	47.2	0.0	--	7.5	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.1	12.2	0.0	--	17.5	23.2	0.0	0.0	17.8	0.0	0.0	3.2
26	10.2	T	0.0	--	2.8	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	5.3	9.8
27	0.0	27.0	3.5	--	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	50.0	7.3	2.2
28	0.0	0.0	0.0	--	0.0	2.9	0.0	1.7	0.0	10.6	0.0	0.0
29	16.7		T	--	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	4.4	0.0	0.0
30	0.0		1.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.5		33.8		0.0		0.0	0.0		0.0		7.8

T = Trazas.

SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBRERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 2000

DÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	15.8	2.2	13.2	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	6.6	0.0	6.5	0.0	0.0	70.5	7.6
3	0.0	0.0	19.7	0.0	37.3	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	29.0	2.5
4	0.0	0.0	27.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
5	11.6	2.8	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.7
6	0.0	0.0	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	0.0
7	0.0	0.0	107.5	0.0	0.0	39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0
8	0.0	3.3	15.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	16.4	12.3	22.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	34.6	0.0	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	16.1	0.0	3.9	56.7
11	44.0	0.0	4.4	2.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0
12	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	2.8
14	0.0	17.9	3.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5	3.7
15	5.5	63.4	33.0	4.5	0.0	17.2	0.0	0.0	30.1	0.0	12.6	0.0
16	18.8	9.1	0.0	1.9	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0
17	0.0	0.0	14.0	3.4	0.0	42.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	17.2	7.9	0.0	3.7	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	9.8	5.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	25.3	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0
21	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	2.0	0.0
22	17.3	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3
23	4.1	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	65.4	0.0
24	7.3	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	3.3	65.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	15.2	69.4	4.2
26	18.0	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	13.8	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6
28	1.0	0.0	48.8	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	32.5	6.6	2.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.9	0.0
30	12.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	0.0
31	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		5.6

T = TRZDS
SUM. LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBRERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 2001

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0	0.0
2	0.0	0.5	0.0	18.5	5.8	6.7	0.0	0.0	1.2	0.0	4.6	0.0
3	0.0	1.5	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	4.3	0.0
4	14.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
5	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0
6	6.3	1.4	24.6	53.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	2.5	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.9	0.0
8	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0
9	5.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.0	1.7	0.0	T	0.0	0.0	12.3	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0
11	10.3	1.8	0.0	0.0	15.7	0.0	1.8	0.0	0.0	67.4	14.2	0.0
12	0.0	1.3	12.4	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	7.0	1.2	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	10.2	0.7	17.8	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	5.4	0.5	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
16	2.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.8	39.4	24.6	0.0
17	15.8	0.9	8.7	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0
18	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	54.5	0.0	3.9	0.0	0.0
19	2.3	0.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0
20	0.0	1.1	28.5	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
21	0.0	0.4	36.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	73.6	127.2
22	0.0	0.6	3.0	6.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	0.0	158.9
23	14.5	2.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	84.2
24	0.0	1.6	113.3	0.0	9.5	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.8	3.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	158.3	0.3	0.0	0.0	88.4	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0
27	28.5	0.8	54.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	7.5	1.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	55.4	0.0
29	0.0		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	18.6	4.2
30	1.7		0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0	3.0
31	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		10.3

T = Trazas:
SUMP-LEY N° 23560

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PUERTO MALDONADO LAT. : 12° 35' "S" DPTO. : MADRE DE DIOS
PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL LONG. : 69° 12' "W" PROV. : TAMBOPATA
DIARIA (mm) ALT. : 256 msnm. DIST. : TAMBOPATA

AÑO : 2002

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIÉ
1	32.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4.8	28.8	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	8.4
3	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	35.6	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	20.3
4	0.0	18.2	37.3	0.0	0.0	16.8	14.6	0.0	0.0	0.0	45.1	60.7
5	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0	15.4	20.5
6	8.7	28.9	22.0	0.0	0.0	0.0	66.5	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0
7	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.2	0.0	0.0	2.4	0.0	T
8	0.0	0.0	5.2	28.6	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	23.4	37.9	7.7	0.0	0.0	56.4	0.0	0.0	0.0	0.0	36.3	22.1
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	4.6	0.0	94.7	0.0
11	0.0	8.2	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	22.2	15.2
12	0.0	25.6	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
13	0.0	36.3	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	10.5	0.0	0.0	51.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	28.4	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	77.2
16	0.0	68.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	2.5
17	4.8	0.0	5.6	0.0	34.4	0.0	0.0	15.3	0.0	10.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	12.8	3.9	15.5	14.4	18.9	0.0	0.0	2.5	0.0	4.2
19	0.0	0.0	2.2	0.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0
20	1.0	16.8	5.2	6.7	12.5	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	67.8
21	1.8	8.3	0.0	45.6	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	3.4	51.8
22	0.0	8.5	7.2	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
23	0.0	27.9	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0
24	16.0	3.8	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0
25	0.6	13.2	17.5	0.0	40.5	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.3	65.8
26	2.8	0.0	0.0	0.0	15.2	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	25.7	23.9
27	0.0	36.8	12.5	53.5	12.6	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.8	0.0	0.0	5.7	0.0
29	0.0		3.6	0.0	21.2	0.0	0.0	27.0	0.0	2.6	13.2	0.0
30	10.8		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	94.0	0.0	38.5
31	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		20.2		13.5

T = Trzdas.
SUMP-LEY N° 23580

INFORMACION PREPARADA PARA ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
LIMA, 21 DE FEBRERO DE 2005

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL





MINISTERIO DE DEFENSA
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN REGIONAL DE CUSCO

"AÑO DE LAS CUMBRES EN EL PERU"

ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

LATITUD 12° 35' 22" DPTO MADRE DE DIOS
LONGITUD 69° 12' 18" PROV. TAMBOPATA
ALTITUD 256 m.s.n.m. DIST. TAMBOPATA

PRECIPITACION DIARIA

AÑO 2003

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	0.0	26.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.6	0.0
2	2.5	40.8	8.6	2.4	4.8	8.7	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0
3	0.0	10.0	78.4	2.7	5.9	17.1	0.0	0.0	0.0	48.2	0.0	22.8
4	0.0	0.0	27.4	13.0	0.0	12.2	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	50.8	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	18.0	0.0	0.0
6	2.4	153.8	20.9	55.8	0.0	0.0	0.0	45.3	0.0	30.4	0.0	11.0
7	12.3	22.6	33.4	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	30.2	0.0	0.0
8	3.4	2.7	8.7	4.2	0.0	0.0	0.0	2.4	12.8	0.0	0.0	1.2
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	38.6	32.4	0.0	12.6	27.5
10	35.8	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2	0.0	14.8
11	15.1	14.7	10.2	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	33.4
12	0.0	4.6	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.2
13	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8
14	18.5	5.8	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8
15	20.8	30.2	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.2	28.6
16	25.5	12.4	0.0	0.0	0.0	20.8	0.0	0.0	14.6	0.0	1.2	10.8
17	22.5	16.0	7.6	0.0	0.0	28.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0
18	32.5	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0
19	35.8	0.0	12.5	71.4	0.0	35.8	0.0	0.0	0.0	35.8	5.4	0.0
20	18.8	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0	30.0	0.0
21	0.0	26.1	3.5	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	12.9	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5	0.0	24.6
24	117.4	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	14.8	15.8	3.6	0.0	1.4
25	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	4.8	32.8	0.0
26	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	25.3	28.6	0.0	0.0
27	25.4	13.2	20.8	0.0	9.1	28.5	0.0	0.0	0.0	28.6	1.0	0.0
28	0.9	26.0	31.5	0.0	0.0	12.6	0.0	0.0	5.6	5.6	1.4	53.6
29	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	40.0
30	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	50.0	1.8
31	0.0		58.0		0.0		0.0			0.0		0.0



Dr. Zaidin Huamani Gutierrez
DIRECTOR REGIONAL

"SENAMHI-CIENCIA Y TECNOLOGIA HIDROMETEOROLOGICA AL SERVICIO DEL PAIS"

Sede Central: Jr. Camués N° 785 - Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1) 472-4180 Fax: 471-7287
Dirección Regional de Cusco - Urbanización Magisterial Segunda Etapa G-4- Cusco-Telefax: 084-235481
WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>, E-mail: dr12-cusco@senamhi.gob.pe



MINISTERIO DE DEFENSA
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN REGIONAL DE CUSCO

"AÑO DE LAS CUMBRES EN EL PERU"

ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

LATITUD	12° 35' 22"	DPTO	MADRE DE DIOS
LONGITUD	69° 12' 18"	PROV.	TAMBOPATA
ALTITUD	256 m.s.n.m.	DIST.	TAMBOPATA

PRECIPITACION DIARIA

AÑO 2004

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	12.6	13.3
2	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	3.2	2.5	27.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.6	15.5	10.1
4	26.5	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	10.2
5	0.0	17.4	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	15.6
6	65.5	4.6	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	43.4	0.0	0.0	10.0	3.4
7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	2.5	2.6	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	22.3
9	9.8	0.0	1.8	81.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
10	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.6	0.0	0.0	13.4	0.0	32.5
11	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0	1.2	33.3	0.0
12	0.0	35.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0
13	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	4.9
14	92.0	40.2	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	27.7	0.0
15	75.6	32.7	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.2	0.0
16	0.0	4.2	0.0	35.3	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	3.6	6.7
17	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	12.3
18	0.0	54.5	24.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	2.8	0.0
19	0.0	2.8	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	1.7
20	0.0	0.0	4.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1
21	2.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
22	29.9	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
23	10.0	0.0	1.3	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	30.5
24	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	74.8
26	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	1.3	0.0	0.0	12.6	0.0
28	0.0	0.0	33.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	0.0
29	0.0	0.0	32.8	0.0	0.0	0.0	61.2	0.0	20.8	0.0		113.0
30	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	0.0	0.0	0.0		0.0
31	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		8.0



"SENAMHI-CIENCIA Y TECNOLOGIA HIDROMETEOROLOGICA AL SERVICIO DEL PAIS"

Sede Central: Jr. Galindo N° 785 - Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1) 472-4180 Fax: 471-7287
Dirección Regional de Cusco - Urbanización Magisterial Segunda Etapa G-4- Cusco-Telefax: 084-235481
WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>, E-mail: dr12-cusco@senamhi.gob.pe



"AÑO DE LAS CUMBRES EN EL PERU"

MINISTERIO DE DEFENSA
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN REGIONAL DE CUSCO

ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

LATITUD 12° 35' 22" DPTO. MADRE DE DIOS
LONGITUD 69° 12' 18" PROV. TAMBOPATA
ALTITUD 256 m.s.n.m. DIST. TAMBOPATA

PRECIPITACION DIARIA

AÑO 2005

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	13.2	24.0	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.7
2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	10.0	0.0	0.0	53.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0
6	19.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	3.4
7	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	30.0	12.8
8	0.0	29.6	0.0	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.1	41.4
9	0.0	72.1	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.6
10	0.0	3.3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
11	12.6	12.6	27.6	4.4	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	26.4	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4	0.0	6.3
14	0.0	36.6	7.6	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	45.9	0.0	0.0
15	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	12.6	6.7	5.0
16	78.0	18.0	4.2	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0
18	0.0	0.0	20.1	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	2.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.3	0.0
20	14.1	2.5	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	40.0
21	0.0	0.0	0.0	12.0	25.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0
22	0.0	0.0	48.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0
23	0.0	35.4	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	3.2	0.0
24	32.3	6.5	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	73.4	36.3
25	0.0	38.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	0.5	12.3	2.1
26	48.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7
27	0.0	8.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	12.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6
29	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0
30	0.0		1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	7.4	0.0	6.3
31	30.5		2.6		0.0		0.0					0.0



"SENAMHI-CIENCIA Y TECNOLOGÍA HIDROMETEOROLÓGICA AL SERVICIO DEL PAÍS"

Sede Central: Jr. Calles 4785 - Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1) 472-4180 Fax: 471-7287
Dirección Regional de Cusco - Urbanización Magisterial Segunda Etapa G-4- Cusco-Telefax: 084-235481
WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>, E-mail: dr12-cusco@senamhi.gob.pe



MINISTERIO DE DEFENSA
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN REGIONAL DE CUSCO

"AÑO DE LAS CUMBRES EN EL PERU"

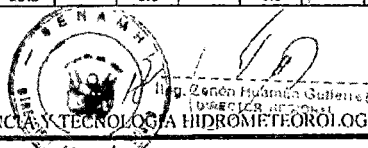
ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

LATITUD	12° 35' 22"	DPTO	MADRE DE DIOS
LONGITUD	69° 12' 18"	PROV.	TAMBOPATA
ALTITUD	256 m.s.n.m.	DIST.	TAMBOPATA

PRECIPITACION DIARIA

AÑO 2006

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	7.4	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
2	9.7	4.0	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0		34.5	0.0	19.5	0.0
3	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	26.1	15.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0		0.0	8.4	10.1	31.9
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	3.8	9.6	0.0
6	0.0	23.0	0.0	56.0	0.0	3.9	0.0		0.0	8.4	7.3	15.3
7	0.0	7.5	0.0	30.0	0.0	1.2	0.0		0.0	0.0	2.4	0.0
8	0.0	1.3	0.0	69.7	0.0	1.4	0.0		0.0	0.0	0.0	9.7
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	16.7
10	17.0	0.0	0.0	65.4	0.0	48.6	0.0		0.0	0.0	0.0	18.3
11	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
12	110.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	7.6	0.0	0.0
13	12.4	15.5	10.8	21.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
14	83.7	10.4	0.0	120.3	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
15	110.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		4.6	27.5	0.0	0.0
16	0.0	2.0	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0		0.0	39.4	0.0	0.0
17	8.4	5.3	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
18	32.0	10.6	70.5	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	11.5	0.0	5.9
19	30.5	18.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0		0.0	4.3	0.0	9.4
20	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	15.2	22.9
21	50.0	0.0	11.5	0.0	15.3	3.6	0.0		0.0	17.2	0.0	33.5
22	16.4	0.0	39.9	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	17.6	0.0
23	25.2	0.0	2.0	0.0	0.0	2.1	0.0		4.0	0.0	0.0	0.0
24	9.2	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	6.7	35.9	1.8	0.0	0.0	0.0		0.0	27.9	0.0	36.6
26	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	6.2		0.0	2.4	0.0	0.0
27	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		50.0	0.0	6.7	0.0
29	0.0		7.7	0.0	0.0	0.0	1.5		22.4	12.6	15.1	10.4
30	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	20.4
31	0.0		29.3		1.6		0.0			0.0		10.6



"SENAMHI-CIENCIA Y TECNOLOGIA HIDROMETEOROLOGICA AL SERVICIO DEL PAIS"

Sede Central: Jr. Caillupe N° 785 - Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1) 472-4180 Fax: 471-7287
Dirección Regional de Cusco - Urbanización Magisterial Segunda Etapa G-4- Cusco-Telefax: 084-255481
WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>, E-mail: dr12-cusco@senamhi.gob.pe



MINISTERIO DE DEFENSA
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN REGIONAL DE CUSCO

"AÑO DE LAS CUMBRES EN EL PERU"

ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

LATITUD
LONGITUD
ALTITUD

12° 35' 22"
69° 12' 18"
256 m.s.n.m.

DPTO
PROV.
DIST.

MADRE DE DIOS
TAMBOPATA
TAMBOPATA

PRECIPITACION DIARIA

AÑO 2007

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.0	25.2	20.4	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
2	64.3	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	1.8
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	9.1	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	7.9
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	15.4
6	0.0	0.0	5.5	34.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	11.5
7	38.7	29.3	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
8	0.0	52.6	0.0	22.0	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
9	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
10	11.4	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0
11	4.6	6.9	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	19.0
12	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.4	0.0	0.0	14.2	0.0
13	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.2	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	0.0
15	55.4	21.5	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0
16	8.5	22.1	6.2	17.2	0.0	0.0	13.5	8.7	8.0	0.0	0.0	14.6
17	13.5	27.4	27.2	0.0	28.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
18	0.0	70.6	0.0	0.0	1.2	0.0	48.4	0.0	0.0	0.0	34.4	67.3
19	0.0	57.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.3	39.9
20	11.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	42.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	8.0	3.2	5.3	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	43.3	6.4	18.5	54.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	25.2	0.0	5.5	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	38.3	0.0
25	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.1	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2
26	0.0	0.0	0.0	65.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.1	3.8	0.0
27	0.0	0.0	0.0	53.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0
28	0.0	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	7.6	0.0
29	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	14.1
30	3.8		3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		21.3



Zenón Huayón Gutiérrez
DIRECTOR REGIONAL

"SENAMHI-CIENCIA Y TECNOLOGÍA HIDROMETEOROLÓGICA AL SERVICIO DEL PAÍS"

Sede Central: Jr. Cañalero N° 785 - Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1) 472-4180 Fax: 471-7287
Dirección Regional de Cusco - Urbanización Magisterial Segunda Etapa G-4- Cusco-Telefax: 084-235481
WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>, E-mail: dr12-cusco@senamhi.gob.pe



REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE DEFENSA
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN REGIONAL DE CUSCO

"AÑO DE LAS CUMBRES EN EL PERU"

ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

LATITUD 12° 35' 22" DPTO MADRE DE DIOS
LONGITUD 69° 12' 18" PROV. TAMBOPATA
ALTITUD 256 m.s.n.m. DIST. TAMBOPATA

PRECIPITACION DIARIA

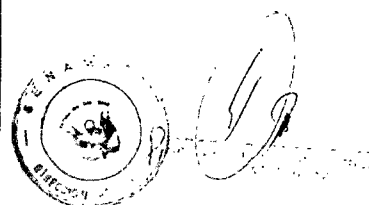
AÑO 2008

DIA	ENE	FEB	MAR
1	0.0	111.8	0.0
2	14.2	28.3	10.3
3	30.3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	16.2
5	19.2	0.0	17.3
6	0.0	0.0	10.5
7	0.0	0.0	30.5
8	0.0	0.0	0.0
9	38.6	0.0	0.0
10	11.1	0.0	0.0
11	0.0	63.9	31.0
12	0.0	0.0	0.0
13	64.8	0.0	2.9
14	8.6	0.0	7.3
15	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0
17	59.8	0.0	0.0
18	0.0	37.7	3.2
19	10.1	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0
21	0.0	8.2	0.0
22	8.1	28.4	7.4
23	31.5	6.2	0.0
24	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0
27	0.0	12.4	0.0
28	0.0	0.0	5.4
29	5.6	0.0	15.0
30	11.2		0.0
31	145.0		53.3



"SENAMHI-CIENCIA Y TECNOLOGIA HIDROMETEOROLOGICA AL SERVICIO DEL PAIS"

Sede Central: Jr. Cahuide N° 785 - Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1) 472-4180 Fax: 471-7287
Dirección Regional de Cusco - Urbanización Magisterial Segunda Etapa G-1- Cusco-Telefax: 084-235481
WEB : <http://www.senamhi.gob.pe>, E-mail: dr12-cusco@senamhi.gob.pe



Anexo D4. Datos de precipitación de la estación Quincemil.



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática

ESTACION QUINCENIL / 000683 / DRE-12
PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT 13° 13' S
LONG 73° 45' W
ALT 651 msnm
OPID. CUSCO
PROV. QUISPICANCHI
DIST. CAMANTI

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL

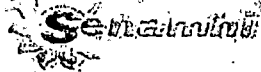
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1965	165.7	119.4	230.6	102.8	57.1	41.4	151.2	32.6	37.6	151.4	135.0	163.0
1966	143.0	73.0	110.0	92.5	143.5	155.0	69.1	61.9	68.6	106.0	99.0	114.5
1967	192.0	48.5	144.0	24.6	47.0	110.2	88.0	53.9	81.2	64.7	106.1	39.3
1968	152.3	152.8	95.5	65.3	56.7	58.6	49.0	98.2	57.8	135.4	87.4	261.2
1969	98.5	137.6	59.5	101.8	135.1	153.0	61.5	30.4	66.0	107.9	148.7	205.5
1970	155.2	134.2	102.0	92.0	78.3	127.3	61.6	69.7	37.5	129.7	71.5	167.3
1971	126.0	130.2	71.9	52.7	95.0	44.1	53.3	53.2	82.2	64.0	67.7	108.2
1972	74.8	153.6	79.7	62.0	47.0	58.7	166.0	103.3	50.3	198.7	270.0	133.4
1973	204.6	109.6	92.8	84.0	60.6	60.8	55.6	117.0	72.0	270.0	73.0	160.2
1974	200.0	160.3	95.0	153.9	23.6	33.5	68.5	44.2	68.6	105.8	125.0	S/D
1975	133.2	175.4	125.0	74.0	113.6	99.3	154.0	92.4	82.3	29.6	110.0	66.8
1976	151.9	118.6	135.8	83.7	177.3	79.5	50.5	59.5	149.5	53.7	157.4	182.8
1977	144.3	276.2	138.1	120.4	84.7	76.7	70.0	64.0	91.1	104.7	93.6	150.0
1998	128.1	162.2	172.2	165.0	66.7	59.6	86.9	127.8	38.0	142.0	117.0	60.5
1999	145.0	134.5	141.2	65.8	57.7	100.0	102.0	67.2	124.4	29.2	224.0	132.2
2000	122.0	76.5	127.0	153.2	33.9	179.2	107.9	136.9	123.4	108.1	107.3	140.6
2001	148.8	148.0	139.9	133.9	118.5	91.5	145.0	67.5	158.4	93.0	119.1	175.4
2002	110.2	160.0	134.0	60.0	155.2	97.5	95.2	111.3	77.5	83.1	S/D	112.5

S/D= Sin Dato
T= Taza

INFORMACION PREPARADA PARA: ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S A C
LIMA, 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2009



SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION QUINCENIL / 000693 / DRE-12
PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT 13° 13' 23"
LONG 70° 45' 27"
ALT. 651 msnm
DPTO CUSCO
PROV. QUISPICANCHI
DIST. CANANTI

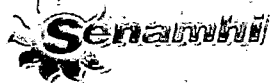
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2003	235.5	124.6	131.1	115.0	55.2	67.0	69.0	50.0	33.2	102.8	65.3	93.3
2004	75.1	80.0	60.3	102.0	76.1	80.8	83.0	73.1	68.5	133.5	136.8	108.1

PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL

S/D= Sin Dato
T = Traza

INFORMACION PREPARADA PARA: ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C
LIMA, 13 DE SETIEMBRE DEL 2005

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA



ESTACION : QUINCEMIL / 000693 / DRE-12
PARÁMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 13° 13' "S"
LONG. : 70° 45' "W"
ALT. : 651 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : QUISPICANCHI
DIST. : CAMANTI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2005	113.0	137.0	83.8	76.4	115.2	89.0	47.0	116.2	60.3	120.0	89.2	61.2
2006	153.7	50.9	S/D	75.9	28.6	50.5	80.7	16.4	59.5	95.2	104.4	124.9
2007	103.8	98.5	136.9	99.9	56.6	14.5	187.4	47.6	32.0	100.8	243.9	90.9
2008	236.6	170.8	110.7	200.2	83.6	101.3	149.7	136.1	168.1	205.9	80.9	S/D

PROHIBIDA LA REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL

S/D= Sin Dato
T = Traza

INFORMACION PREPARADA PARA : EDGAR RODRIGUEZ ZUBIATE
LIMA : 23 DE JUNIO DEL 2009

Anexo D5. Prueba de bondad de ajuste.

ESTACIÓN QUINCEMIL

B. Prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov - Smirnov					
B.1 Datos Estadísticos					
Normales					
Media Aritmética					194.746
Desviación Estándar					47.015
Coficiente de Asimetría					0.315
Número de datos					24.000
Variación del Coef. de Asimetría					0.250
Desv. Est. Coef. de Asimetría					0.500
Logarítmica					
Media Aritmética					5.243
Desviación Estándar					0.246
Varianza					0.061
Coficiente de Asimetría					-0.240
Número de datos					24.000
Variación del Coef. de Asimetría					0.250
D.S. Coef As					0.500
k					-0.040
B.2. Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Normal					
m	P(mm)	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1.0	230.8	0.980	0.767	0.778	0.182
2.0	276.2	0.920	1.733	0.958	0.038
3.0	270.0	0.880	1.601	0.945	0.065
4.0	270.0	0.840	1.601	0.945	0.105
5.0	264.2	0.800	1.477	0.930	0.130
6.0	243.9	0.760	1.045	0.852	0.092
7.0	235.5	0.720	0.867	0.807	0.087
8.0	224.0	0.680	0.622	0.733	0.053
9.0	206.5	0.640	0.250	0.599	0.041
10.0	192.0	0.600	-0.058	0.477	0.123
11.0	187.4	0.560	-0.158	0.438	0.122
12.0	187.3	0.520	-0.158	0.437	0.083
13.0	177.3	0.480	-0.371	0.355	0.125
14.0	175.4	0.440	-0.411	0.340	0.100
15.0	175.4	0.400	-0.411	0.340	0.080
16.0	172.2	0.360	-0.480	0.316	0.044
17.0	166.1	0.320	-0.609	0.271	0.049
18.0	163.0	0.280	-0.675	0.250	0.030
19.0	153.8	0.240	-0.871	0.192	0.048
20.0	153.7	0.200	-0.873	0.191	0.009
21.0	152.6	0.160	-0.896	0.185	0.025
22.0	148.8	0.120	-0.977	0.164	0.044
23.0	145.0	0.080	-1.058	0.145	0.065
24.0	102.8	0.040	-1.956	0.025	0.015
				Max Δ	0.182
B.3 Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Log Normal					
m	Ln P	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1.0	5.442	0.980	0.808	0.790	0.170
2.0	5.621	0.920	1.536	0.938	0.018
3.0	5.598	0.880	1.443	0.926	0.046
4.0	5.598	0.840	1.443	0.926	0.086
5.0	5.577	0.800	1.355	0.912	0.112
6.0	5.497	0.760	1.030	0.849	0.089
7.0	5.462	0.720	0.888	0.813	0.093
8.0	5.412	0.680	0.684	0.753	0.073
9.0	5.330	0.640	0.354	0.638	0.002
10.0	5.257	0.600	0.058	0.523	0.077
11.0	5.233	0.560	-0.041	0.484	0.076
12.0	5.233	0.520	-0.043	0.483	0.037
13.0	5.178	0.480	-0.266	0.395	0.085
14.0	5.167	0.440	-0.310	0.378	0.062
15.0	5.167	0.400	-0.310	0.378	0.022
16.0	5.149	0.360	-0.384	0.350	0.010
17.0	5.113	0.320	-0.531	0.298	0.022
18.0	5.094	0.280	-0.607	0.272	0.008
19.0	5.036	0.240	-0.844	0.199	0.041
20.0	5.035	0.200	-0.848	0.199	0.001
21.0	5.028	0.160	-0.875	0.191	0.031
22.0	5.003	0.120	-0.978	0.164	0.044
23.0	4.977	0.080	-1.083	0.139	0.059
24.0	4.633	0.040	-2.481	0.007	0.033
				Max Δ	0.170

B.4. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Log Pearson III

Intervalo	Ln P	Probabilidad empírica	Probabilidad teórica	Δ
1.0	5.442	0.960	-	-
2.0	5.621	0.920	-	-
3.0	5.598	0.880	-	-
4.0	5.598	0.840	-	-
5.0	5.577	0.800	-	-
6.0	5.497	0.760	-	-
7.0	5.462	0.720	-	-
8.0	5.412	0.680	-	-
9.0	5.330	0.640	-	-
10.0	5.257	0.600	-	-
11.0	5.233	0.560	-	-
12.0	5.233	0.520	-	-
13.0	5.178	0.480	-	-
14.0	5.167	0.440	-	-
15.0	5.167	0.400	-	-
16.0	5.149	0.360	-	-
17.0	5.113	0.320	-	-
18.0	5.094	0.280	-	-
19.0	5.036	0.240	-	-
20.0	5.035	0.200	-	-
21.0	5.028	0.160	-	-
22.0	5.003	0.120	-	-
23.0	4.977	0.080	-	-
24.0	4.633	0.040	-	-
			Max Δ	No se ajusta

B.5. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Gumbel

Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ
1.0	230.8	0.960	0.767	1.3620	0.774	0.186
2.0	276.2	0.920	1.733	2.4104	0.914	0.006
3.0	270.0	0.880	1.601	2.2672	0.902	0.022
4.0	270.0	0.840	1.601	2.2672	0.902	0.062
5.0	264.2	0.800	1.477	2.1333	0.888	0.088
6.0	243.9	0.760	1.045	1.6645	0.828	0.068
7.0	235.5	0.720	0.867	1.4705	0.795	0.075
8.0	224.0	0.680	0.622	1.2050	0.741	0.061
9.0	206.5	0.640	0.250	0.8008	0.638	0.002
10.0	192.0	0.600	-0.058	0.4660	0.534	0.066
11.0	187.4	0.560	-0.156	0.3598	0.498	0.062
12.0	187.3	0.520	-0.158	0.3575	0.497	0.023
13.0	177.3	0.480	-0.371	0.1265	0.414	0.066
14.0	175.4	0.440	-0.411	0.0827	0.398	0.042
15.0	175.4	0.400	-0.411	0.0827	0.398	0.002
16.0	172.2	0.360	-0.480	0.0088	0.371	0.011
17.0	166.1	0.320	-0.609	-0.1321	0.319	0.001
18.0	163.0	0.280	-0.675	-0.2037	0.293	0.013
19.0	153.8	0.240	-0.871	-0.4161	0.220	0.020
20.0	153.7	0.200	-0.873	-0.4185	0.219	0.019
21.0	152.6	0.160	-0.896	-0.4439	0.210	0.050
22.0	148.8	0.120	-0.977	-0.5316	0.182	0.062
23.0	145.0	0.080	-1.058	-0.6194	0.156	0.076
24.0	102.8	0.040	-1.956	-1.5939	0.007	0.033
						0.186

B.6. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Gumbel Modificado

Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ
1.0	230.8	0.960	0.767	1.5607	0.811	0.149
2.0	276.2	0.920	1.733	2.7991	0.941	0.021
3.0	270.0	0.880	1.601	2.6300	0.930	0.050
4.0	270.0	0.840	1.601	2.6300	0.930	0.090
5.0	264.2	0.800	1.477	2.4718	0.919	0.119
6.0	243.9	0.760	1.045	1.9180	0.863	0.103
7.0	235.5	0.720	0.867	1.6889	0.831	0.111
8.0	224.0	0.680	0.622	1.3752	0.777	0.097
9.0	206.5	0.640	0.250	0.6978	0.665	0.025
10.0	192.0	0.600	-0.058	0.5023	0.546	0.054
11.0	187.4	0.560	-0.156	0.3768	0.504	0.056
12.0	187.3	0.520	-0.158	0.3741	0.503	0.017
13.0	177.3	0.480	-0.371	0.1013	0.405	0.075
14.0	175.4	0.440	-0.411	0.0495	0.386	0.054
15.0	175.4	0.400	-0.411	0.0495	0.386	0.014
16.0	172.2	0.360	-0.480	-0.0378	0.354	0.006
17.0	166.1	0.320	-0.609	-0.2042	0.293	0.027
18.0	163.0	0.280	-0.675	-0.2888	0.263	0.017
19.0	153.8	0.240	-0.871	-0.5397	0.180	0.060
20.0	153.7	0.200	-0.873	-0.5425	0.179	0.021
21.0	152.6	0.160	-0.896	-0.5725	0.170	0.010
22.0	148.8	0.120	-0.977	-0.6761	0.140	0.020
23.0	145.0	0.080	-1.058	-0.7798	0.113	0.033
24.0	102.8	0.040	-1.956	-1.9309	0.001	0.039
						0.149

Min Δ = 0.149

CONCLUSION: Todas las distribuciones analizadas se ajustan a los datos.
 La que mejor se ajusta es la Gumbel Modificado

ESTACIÓN ASIS

B. Prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov - Smirnov					
B.1 Datos Estadísticos					
Normales					
Media Aritmética				85.307	
Desviación Estándar				19.494	
Coefficiente de Asimetría				0.098	
Numero de datos				27.000	
Variación del Coef. de Asimetría				0.222	
Desv. Est. Coef. de Asimetría				0.471	
Logarítmica					
Media Aritmética				4.420	
Desviación Estándar				0.236	
Varianza				0.056	
Coefficiente de Asimetría				-0.277	
Numero de datos				27.000	
Variación del Coef. de Asimetría				0.222	
D.S. Coef. As				0.471	
k				-0.046	
B.2. Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Normal					
m	P(mm)	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1	120.3	0.984	1.795	0.984	0.001
2	114.6	0.929	1.503	0.934	0.005
3	113.2	0.893	1.431	0.924	0.031
4	112.6	0.857	1.400	0.919	0.062
5	108.8	0.821	1.205	0.886	0.064
6	105.1	0.786	1.015	0.845	0.059
7	100.8	0.750	0.795	0.787	0.037
8	95.4	0.714	0.518	0.698	0.017
9	93.2	0.679	0.405	0.657	0.021
10	92.7	0.643	0.379	0.648	0.005
11	92.7	0.607	0.379	0.648	0.041
12	88.3	0.571	0.154	0.561	0.010
13	87.9	0.536	0.133	0.553	0.017
14	87.3	0.500	0.102	0.541	0.041
15	85.1	0.464	-0.011	0.496	0.031
16	80.2	0.429	-0.262	0.397	0.032
17	77.3	0.393	-0.411	0.341	0.052
18	75.2	0.357	-0.518	0.302	0.055
19	72.0	0.321	-0.683	0.247	0.074
20	68.7	0.286	-0.852	0.197	0.089
21	68.6	0.250	-0.857	0.196	0.054
22	68.4	0.214	-0.867	0.183	0.021
23	64.2	0.179	-1.083	0.139	0.039
24	62.4	0.143	-1.175	0.120	0.023
25	61.4	0.107	-1.226	0.110	0.003
26	56.3	0.071	-1.488	0.068	0.003
27	50.6	0.036	-1.780	0.038	0.002
				Max Δ	0.089
B.3 Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Log Normal					
m	Ln P	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1	4.790	0.984	1.569	0.942	0.023
2	4.741	0.929	1.363	0.914	0.015
3	4.729	0.893	1.311	0.905	0.012
4	4.724	0.857	1.288	0.901	0.044
5	4.690	0.821	1.143	0.873	0.052
6	4.655	0.786	0.996	0.840	0.055
7	4.613	0.750	0.819	0.794	0.044
8	4.558	0.714	0.585	0.721	0.006
9	4.535	0.679	0.486	0.687	0.008
10	4.529	0.643	0.463	0.678	0.036
11	4.529	0.607	0.463	0.678	0.071
12	4.481	0.571	0.257	0.601	0.030
13	4.478	0.536	0.238	0.594	0.058
14	4.469	0.500	0.209	0.583	0.083
15	4.444	0.464	0.100	0.540	0.076
16	4.385	0.429	-0.151	0.440	0.011
17	4.348	0.393	-0.307	0.379	0.014
18	4.320	0.357	-0.424	0.336	0.021
19	4.277	0.321	-0.609	0.271	0.050
20	4.230	0.286	-0.808	0.210	0.076
21	4.228	0.250	-0.814	0.208	0.042
22	4.225	0.214	-0.826	0.204	0.010
23	4.162	0.179	-1.095	0.137	0.042
24	4.134	0.143	-1.216	0.112	0.031
25	4.117	0.107	-1.284	0.100	0.008
26	4.031	0.071	-1.652	0.049	0.022
27	3.924	0.036	-2.105	0.018	0.018
				Max Δ	0.083

B.4. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Log Pearson III

Intervalo	Ln P	Probabilidad empírica	Probabilidad teórica	Δ
1	4.790	0.964	-	-
2	4.741	0.929	-	-
3	4.729	0.893	-	-
4	4.724	0.857	-	-
5	4.690	0.821	-	-
6	4.655	0.786	-	-
7	4.613	0.750	-	-
8	4.558	0.714	-	-
9	4.535	0.679	-	-
10	4.529	0.643	-	-
11	4.529	0.607	-	-
12	4.481	0.571	-	-
13	4.476	0.536	-	-
14	4.469	0.500	-	-
15	4.444	0.464	-	-
16	4.385	0.429	-	-
17	4.348	0.393	-	-
18	4.320	0.357	-	-
19	4.277	0.321	-	-
20	4.230	0.286	-	-
21	4.228	0.250	-	-
22	4.225	0.214	-	-
23	4.162	0.179	-	-
24	4.134	0.143	-	-
25	4.117	0.107	-	-
26	4.031	0.071	-	-
27	3.924	0.036	-	-
			Max Δ	No se Ajusta

B.5. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Gumbel

Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ
1	120.3	0.964	1.795	2.2868	0.903	0.061
2	114.6	0.929	1.503	1.9967	0.873	0.056
3	113.2	0.893	1.431	1.9255	0.864	0.029
4	112.6	0.857	1.400	1.8949	0.860	0.003
5	108.8	0.821	1.205	1.7015	0.833	0.012
6	105.1	0.786	1.015	1.5132	0.802	0.017
7	100.8	0.750	0.795	1.2943	0.760	0.010
8	95.4	0.714	0.518	1.0195	0.697	0.017
9	93.2	0.679	0.405	0.9075	0.668	0.011
10	92.7	0.643	0.379	0.8821	0.661	0.018
11	92.7	0.607	0.379	0.8821	0.661	0.054
12	88.3	0.571	0.154	0.6581	0.596	0.024
13	87.9	0.536	0.133	0.6378	0.590	0.054
14	87.3	0.500	0.102	0.6072	0.580	0.080
15	85.1	0.464	-0.011	0.4952	0.544	0.079
16	80.2	0.429	-0.262	0.2458	0.457	0.029
17	77.3	0.393	-0.411	0.0982	0.404	0.011
18	75.2	0.357	-0.518	-0.0086	0.365	0.008
19	72.0	0.321	-0.683	-0.1715	0.305	0.016
20	68.7	0.286	-0.852	-0.3395	0.246	0.040
21	68.6	0.250	-0.857	-0.3446	0.244	0.006
22	68.4	0.214	-0.867	-0.3548	0.240	0.026
23	64.2	0.179	-1.083	-0.5685	0.171	0.007
24	62.4	0.143	-1.175	-0.6601	0.144	0.002
25	61.4	0.107	-1.226	-0.7110	0.131	0.023
26	56.3	0.071	-1.488	-0.9706	0.071	0.000
27	50.6	0.036	-1.780	-1.2607	0.029	0.006
						0.080

B.6. Prueba Kolgom orov-Smirnov para distribución Gumbel Modificado

Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ
1	120.3	0.964	1.795	2.8794	0.945	0.019
2	114.6	0.929	1.503	2.5043	0.922	0.007
3	113.2	0.893	1.431	2.4122	0.914	0.021
4	112.6	0.857	1.400	2.3728	0.911	0.054
5	108.8	0.821	1.205	2.1228	0.887	0.066
6	105.1	0.786	1.015	1.8793	0.858	0.073
7	100.8	0.750	0.795	1.5965	0.817	0.067
8	95.4	0.714	0.518	1.2412	0.749	0.035
9	93.2	0.679	0.405	1.0965	0.716	0.037
10	92.7	0.643	0.379	1.0636	0.708	0.065
11	92.7	0.607	0.379	1.0636	0.708	0.101
12	88.3	0.571	0.154	0.7741	0.631	0.059
13	87.9	0.536	0.133	0.7478	0.623	0.087
14	87.3	0.500	0.102	0.7083	0.611	0.111
15	85.1	0.464	-0.011	0.5636	0.566	0.102
16	80.2	0.429	-0.262	0.2412	0.456	0.027
17	77.3	0.393	-0.411	0.0504	0.386	0.006
18	75.2	0.357	-0.518	-0.0878	0.336	0.022
19	72.0	0.321	-0.683	-0.2983	0.260	0.062
20	68.7	0.286	-0.852	-0.5154	0.187	0.098
21	68.6	0.250	-0.857	-0.5220	0.185	0.065
22	68.4	0.214	-0.867	-0.5351	0.181	0.033
23	64.2	0.179	-1.083	-0.8114	0.105	0.073
24	62.4	0.143	-1.175	-0.9299	0.079	0.064
25	61.4	0.107	-1.226	-0.9957	0.067	0.040
26	56.3	0.071	-1.488	-1.3312	0.023	0.049
27	50.6	0.036	-1.780	-1.7062	0.004	0.032
						0.111

Min Δ = 0.080

CONCLUSION: Todas las distribuciones analizadas se ajustan a los datos.
 La que mejor se ajusta es la Distribución Gumbel

ESTACIÓN IBERIA

B. Prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov - Smirnov					
B.1 Datos Estadísticos Normales					
Media Aritmética	=			86.768	
Desviación Estándar	=			32.052	
Coefficiente de Asimetría	=			1.441	
Numero de datos	=			22.000	
Variación del Coef. de Asimetría	=			0.273	
Desv. Est. Coef. de Asimetría	=			0.522	
Logarítmica					
Media Aritmética	=			4.405	
Desviación Estándar	=			0.347	
Varianza	=			0.121	
Coefficiente de Asimetría	=			0.138	
Numero de datos	=			22.000	
Variación del Coef. de Asimetría	=			0.273	
D.S. Coef As	=			0.522	
k	=			0.023	
B.2. Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Normal					
m	P(mm)	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1	187.0	0.957	3.127	0.999	0.043
2	126.3	0.913	1.233	0.891	0.022
3	120.0	0.870	1.037	0.850	0.019
4	112.0	0.826	0.787	0.784	0.042
5	110.0	0.783	0.725	0.766	0.017
6	105.0	0.739	0.569	0.715	0.024
7	100.0	0.696	0.413	0.660	0.036
8	93.0	0.652	0.194	0.577	0.075
9	92.0	0.609	0.163	0.565	0.044
10	80.0	0.565	-0.211	0.416	0.149
11	78.8	0.522	-0.249	0.402	0.120
12	76.0	0.478	-0.336	0.368	0.110
13	74.5	0.435	-0.383	0.351	0.084
14	74.0	0.391	-0.398	0.345	0.046
15	72.0	0.348	-0.461	0.322	0.025
16	69.0	0.304	-0.554	0.290	0.015
17	68.0	0.261	-0.586	0.279	0.018
18	61.0	0.217	-0.804	0.211	0.007
19	60.0	0.174	-0.835	0.202	0.028
20	59.3	0.130	-0.857	0.196	0.065
21	54.0	0.087	-1.022	0.153	0.066
22	37.0	0.043	-1.553	0.060	0.017
				Max Δ	0.149
B.3 Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Log Normal					
m	Ln P	Probabilidad	z	Probabilidad	Δ
1	5.231	0.957	2.380	0.991	0.035
2	4.839	0.913	1.250	0.894	0.019
3	4.787	0.870	1.103	0.865	0.006
4	4.718	0.826	0.904	0.817	0.009
5	4.700	0.783	0.852	0.803	0.020
6	4.654	0.739	0.718	0.764	0.025
7	4.605	0.696	0.578	0.718	0.023
8	4.533	0.652	0.369	0.644	0.008
9	4.522	0.609	0.337	0.632	0.023
10	4.382	0.565	-0.065	0.474	0.091
11	4.367	0.522	-0.109	0.457	0.065
12	4.331	0.478	-0.213	0.416	0.063
13	4.311	0.435	-0.270	0.393	0.041
14	4.304	0.391	-0.290	0.386	0.005
15	4.277	0.348	-0.369	0.356	0.008
16	4.234	0.304	-0.491	0.312	0.007
17	4.220	0.261	-0.533	0.297	0.036
18	4.111	0.217	-0.846	0.199	0.019
19	4.094	0.174	-0.894	0.186	0.012
20	4.083	0.130	-0.928	0.177	0.046
21	3.989	0.087	-1.197	0.116	0.029
22	3.611	0.043	-2.286	0.011	0.032
				Max Δ	0.091

B.4. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Log Pearson III

Intervalo	Ln P	Probabilidad empírica	Probabilidad teórica	Δ
1	5.231	0.957	-	-
2	4.839	0.913	-	-
3	4.787	0.870	-	-
4	4.718	0.826	-	-
5	4.700	0.783	-	-
6	4.654	0.739	-	-
7	4.605	0.696	-	-
8	4.533	0.652	-	-
9	4.522	0.609	-	-
10	4.382	0.565	-	-
11	4.367	0.522	-	-
12	4.331	0.478	-	-
13	4.311	0.435	-	-
14	4.304	0.391	-	-
15	4.277	0.348	-	-
16	4.234	0.304	-	-
17	4.220	0.261	-	-
18	4.111	0.217	-	-
19	4.094	0.174	-	-
20	4.083	0.130	-	-
21	3.989	0.087	-	-
22	3.611	0.043	-	-
			Max Δ	No se Ajusta

B.5. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Gumbel

Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ
1	187.0	0.957	3.127	3.6086	0.973	0.017
2	126.3	0.913	1.233	1.7295	0.837	0.076
3	120.0	0.870	1.037	1.5345	0.806	0.063
4	112.0	0.826	0.787	1.2869	0.759	0.067
5	110.0	0.783	0.725	1.2250	0.745	0.037
6	105.0	0.739	0.569	1.0702	0.710	0.029
7	100.0	0.696	0.413	0.9154	0.670	0.026
8	93.0	0.652	0.194	0.6987	0.608	0.044
9	92.0	0.609	0.163	0.6678	0.599	0.010
10	80.0	0.565	-0.211	0.2963	0.475	0.090
11	78.8	0.522	-0.249	0.2591	0.462	0.060
12	76.0	0.478	-0.336	0.1725	0.431	0.047
13	74.5	0.435	-0.383	0.1260	0.414	0.021
14	74.0	0.391	-0.398	0.1106	0.408	0.017
15	72.0	0.348	-0.461	0.0486	0.386	0.038
16	69.0	0.304	-0.554	-0.0442	0.352	0.047
17	68.0	0.261	-0.586	-0.0752	0.340	0.079
18	61.0	0.217	-0.804	-0.2919	0.262	0.045
19	60.0	0.174	-0.835	-0.3228	0.251	0.077
20	59.3	0.130	-0.857	-0.3445	0.244	0.113
21	54.0	0.087	-1.022	-0.5086	0.190	0.103
22	37.0	0.043	-1.553	-1.0348	0.060	0.016
						0.113

B.6. Prueba Kolgomorov-Smirnov para distribución Gumbel Modificado							
Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ	
1	187.0	0.957	3.127	4.5878	0.990	0.033	
2	126.3	0.913	1.233	2.1590	0.891	0.022	
3	120.0	0.870	1.037	1.9069	0.862	0.008	
4	112.0	0.826	0.787	1.5868	0.815	0.011	
5	110.0	0.783	0.725	1.5068	0.801	0.019	
6	105.0	0.739	0.569	1.3067	0.763	0.024	
7	100.0	0.696	0.413	1.1066	0.718	0.023	
8	93.0	0.652	0.194	0.8266	0.646	0.007	
9	92.0	0.609	0.163	0.7865	0.634	0.025	
10	80.0	0.565	-0.211	0.3064	0.479	0.086	
11	78.8	0.522	-0.249	0.2584	0.462	0.060	
12	76.0	0.478	-0.336	0.1463	0.422	0.057	
13	74.5	0.435	-0.383	0.0863	0.400	0.035	
14	74.0	0.391	-0.398	0.0663	0.392	0.001	
15	72.0	0.348	-0.461	-0.0137	0.363	0.015	
16	69.0	0.304	-0.554	-0.1338	0.319	0.014	
17	68.0	0.261	-0.586	-0.1738	0.304	0.043	
18	61.0	0.217	-0.804	-0.4539	0.207	0.010	
19	60.0	0.174	-0.835	-0.4939	0.194	0.020	
20	59.3	0.130	-0.857	-0.5219	0.185	0.055	
21	54.0	0.087	-1.022	-0.7340	0.125	0.038	
22	37.0	0.043	-1.553	-1.4142	0.016	0.027	
						0.086	
Min Δ =	0.086						
CONCLUSION: Todas las distribuciones analizadas se ajustan a los datos. La que mejor se ajusta es la Distribución Gumbel Modificado							

ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

B. Prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov - Smirnov					
B.1 Datos Estadísticos Normales					
Media Aritmética	=				112.756
Desviación Estándar	=				28.705
Coefficiente de Asimetría	=				0.384
Numero de datos	=				16.000
Variación del Coef. de Asimetría	=				0.375
Desv. Est. Coef. de Asimetría	=				0.612
Logarítmica					
Media Aritmética	=				4.695
Desviación Estándar	=				0.256
Varianza	=				0.065
Coefficiente de Asimetría	=				-0.010
Numero de datos	=				16.000
Variación del Coef. de Asimetría	=				0.375
D.S. Coef As	=				0.612
k	=				-0.002
B.2. Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Normal					
m	P(mm)	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1	158.9	0.941	1.608	0.946	0.005
2	158.3	0.882	1.587	0.944	0.061
3	153.8	0.824	1.430	0.924	0.100
4	145.0	0.765	1.123	0.869	0.105
5	120.3	0.706	0.263	0.604	0.102
6	120.0	0.647	0.252	0.600	0.047
7	115.0	0.588	0.078	0.531	0.057
8	113.0	0.529	0.008	0.503	0.026
9	107.5	0.471	-0.183	0.427	0.043
10	101.4	0.412	-0.396	0.346	0.066
11	99.0	0.353	-0.479	0.316	0.037
12	92.0	0.294	-0.723	0.235	0.059
13	92.0	0.235	-0.723	0.235	0.000
14	80.4	0.176	-1.127	0.130	0.047
15	76.9	0.118	-1.249	0.106	0.012
16	70.6	0.059	-1.469	0.071	0.012
				Max Δ	0.105
B.3 Prueba Kolmogorov-Smirnov para distribución Log Normal					
m	Ln P	Probabilidad empírica	z	Probabilidad teórica	Δ
1	5.068	0.941	1.462	0.928	0.013
2	5.064	0.882	1.447	0.926	0.044
3	5.036	0.824	1.334	0.909	0.085
4	4.977	0.765	1.103	0.865	0.100
5	4.790	0.706	0.373	0.645	0.061
6	4.787	0.647	0.363	0.642	0.005
7	4.745	0.588	0.196	0.578	0.010
8	4.727	0.529	0.128	0.551	0.021
9	4.677	0.471	-0.068	0.473	0.002
10	4.619	0.412	-0.296	0.383	0.028
11	4.595	0.353	-0.390	0.348	0.005
12	4.522	0.294	-0.677	0.249	0.045
13	4.522	0.235	-0.677	0.249	0.014
14	4.387	0.176	-1.205	0.114	0.062
15	4.343	0.118	-1.379	0.084	0.034
16	4.257	0.059	-1.713	0.043	0.015
				Max Δ	0.100

B.4. Prueba Kolgom orov-Smirnov para distribución Log Pearson III						
Intervalo	Ln P	Probabilidad empírica	Probabilidad teórica	Δ		
1	5.068	0.941	-	-		
2	5.064	0.882	-	-		
3	5.036	0.824	-	-		
4	4.977	0.765	-	-		
5	4.790	0.706	-	-		
6	4.787	0.647	-	-		
7	4.745	0.588	-	-		
8	4.727	0.529	-	-		
9	4.677	0.471	-	-		
10	4.619	0.412	-	-		
11	4.595	0.353	-	-		
12	4.522	0.294	-	-		
13	4.522	0.235	-	-		
14	4.387	0.176	-	-		
15	4.343	0.118	-	-		
16	4.257	0.059	-	-		
			Max Δ	No se Ajusta		
B.5. Prueba Kolgom orov-Smirnov para distribución Gumbel						
Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ
1	158.9	0.941	1.608	2.1008	0.885	0.056
2	158.3	0.882	1.587	2.0801	0.883	0.000
3	153.8	0.824	1.430	1.9245	0.864	0.041
4	145.0	0.765	1.123	1.6203	0.821	0.056
5	120.3	0.706	0.263	0.7666	0.628	0.078
6	120.0	0.647	0.252	0.7562	0.625	0.022
7	115.0	0.588	0.078	0.5834	0.572	0.016
8	113.0	0.529	0.008	0.5142	0.550	0.021
9	107.5	0.471	-0.183	0.3241	0.485	0.015
10	101.4	0.412	-0.396	0.1133	0.409	0.002
11	99.0	0.353	-0.479	0.0303	0.379	0.026
12	92.0	0.294	-0.723	-0.2117	0.291	0.003
13	92.0	0.235	-0.723	-0.2117	0.291	0.055
14	80.4	0.176	-1.127	-0.6126	0.158	0.018
15	76.9	0.118	-1.249	-0.7336	0.125	0.007
16	70.6	0.059	-1.469	-0.9514	0.075	0.016
						0.078

B.6. Prueba Kolgom orov-Smirnov para distribución Gumbel Modificado							
Intervalo	P(mm)	Probabilidad empírica	y	Ym	Probabilidad teórica	Δ	
1	158.9	0.941	1.608	2.6389	0.931	0.010	
2	158.3	0.882	1.587	2.6121	0.929	0.047	
3	153.8	0.824	1.430	2.4110	0.914	0.091	
4	145.0	0.765	1.123	2.0178	0.876	0.111	
5	120.3	0.706	0.263	0.9142	0.670	0.036	
6	120.0	0.647	0.252	0.9008	0.666	0.019	
7	115.0	0.588	0.078	0.6774	0.602	0.014	
8	113.0	0.529	0.008	0.5881	0.574	0.044	
9	107.5	0.471	-0.183	0.3424	0.492	0.021	
10	101.4	0.412	-0.396	0.0698	0.394	0.018	
11	99.0	0.353	-0.479	-0.0374	0.354	0.001	
12	92.0	0.294	-0.723	-0.3502	0.242	0.052	
13	92.0	0.235	-0.723	-0.3502	0.242	0.007	
14	80.4	0.176	-1.127	-0.8684	0.092	0.084	
15	76.9	0.118	-1.249	-1.0248	0.062	0.056	
16	70.6	0.059	-1.469	-1.3063	0.025	0.034	
						0.111	
Min Δ =	0.078						
CONCLUSION: Todas las distribuciones analizadas se ajustan a los datos. La que mejor se ajusta es la Distribución Gumbel							

La información de precipitación utilizada para la presente tesis para los cálculos hidrológicos, es la de la estación Iberia debido a que el área de estudio (cuenca del río Tahuamanu) se encuentra dentro de su correspondiente polígono de Thiessen. En la Figura N° 2.2 se observa el traslape de dichas áreas.

Anexo D6: Asignación de precipitaciones máximas (metodología IILA).

Estimación de la intensidad para $Tr=5$ años

La intensidad de lluvia de acuerdo a la zonificación del IILA se define de la siguiente manera:

$$i = a \cdot (1 + K' \log(Tr)) \cdot t^{n-1}$$

En forma general:

$$i = a_{Tr} \cdot t^{n-1}$$

De acuerdo al IILA, la zona de estudio corresponde al 123₁ (Ver figura A1.3.1), por lo tanto la intensidad se define como:

$$i = \frac{a_{Tr}}{t^{0.643}}$$

Donde:

t: Duración de la lluvia en horas.

a: Parámetro en función de Tiempo de retorno (Tr).

n: Coeficiente para la zona 123₁ es de 0.357.

Para duración de lluvia en $t=24$ horas en un $Tr=5$ años:

$$i = \frac{109.8}{24} = 4.58$$

Entonces:

$$a_5 = 35.35$$

Generación para duración de lluvia $t=15\text{min} = 5/60\text{h}$ en un $Tr=5$ años.

$$i = \frac{35.35}{\left(\frac{15}{60}\right)^{0.643}} = 86.2$$

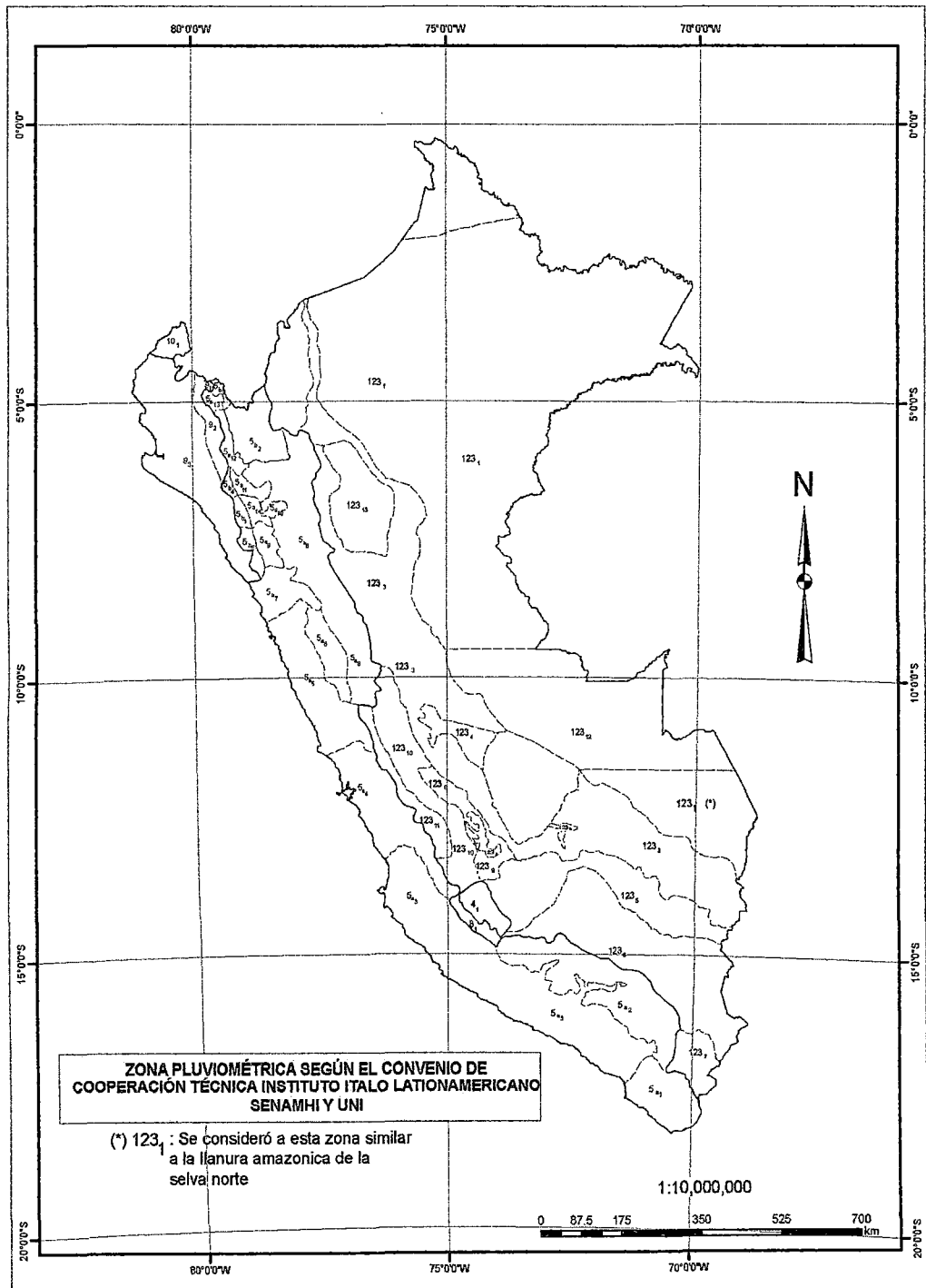


Figura N° D. 1 Zonas Pluviométricas del ILLA.

Asignación de Precipitaciones Máximas en el sitio del proyecto					
Fuente: Estudio de la Hidrología del Perú, Vol III, UNI-IILA_SENAMHI, 1982					
Ubicación del Sitio:					
Subzona:		123(12)		cuenca alta	
Precipitación Máxima (IILA)					
Y	Altitud		300 msnm		
Eg	Precipitación Máxima Diaria		75.0 mm		
kg	Parámetro de Frecuencia		0.553		
T	Tiempo de retorno		5 años		
P _T	Precipitación diaria para T		104.0 mm		P _T = Eg (1 + kg log T)
precipitación máxima iberia					
			109.8 mm		

Hietograma de diseño para un Tr de 5 años.

HIETOGRAMA DEL IILA - TR=5 AÑOS - METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
Para cuencas grandes, el libro de Hidrología de Máximo Villón, recomienda que la duración de lluvia (l se estime bajo la siguiente relación:					
$D = \sqrt{2tc}$					
Donde Tc = Tiempo de concentración, en hr,					
Entonces:		Tc=	20.02		
		D=	6.3		
		a=	35.3		
Duración (hr)	Coefficiente	Intensidad (mm/hr)	Profundida d Acumulada (mm)	Profundida d Incremental (mm)	Precipitacion n (mm)
D	a	$i = \frac{a}{t^{0.643}}$	Pa=D.i	Δ	Orden Alterno
0.25	35.3	86.10	21.52	21.524	0.412
0.5	35.3	55.14	27.57	6.043	0.418
0.75	35.3	42.48	31.86	4.294	0.424
1	35.3	35.31	35.31	3.446	0.430
1.25	35.3	30.59	38.24	2.928	0.437
1.5	35.3	27.20	40.81	2.571	0.443
1.75	35.3	24.64	43.12	2.309	0.450
2	35.3	22.61	45.22	2.105	0.457
2.25	35.3	20.96	47.16	1.942	0.465
2.5	35.3	19.59	48.97	1.808	0.473
2.75	35.3	18.42	50.67	1.695	0.481
3	35.3	17.42	52.26	1.599	0.489

3.25	35.3	16.55	53.78	1.515	0.498
3.5	35.3	15.78	55.22	1.442	0.507
3.75	35.3	15.09	56.60	1.377	0.517
4	35.3	14.48	57.92	1.319	0.527
4.25	35.3	13.93	59.18	1.267	0.538
4.5	35.3	13.42	60.40	1.220	0.549
4.75	35.3	12.96	61.58	1.177	0.561
5	35.3	12.54	62.72	1.138	0.574
5.25	35.3	12.16	63.82	1.102	0.588
5.5	35.3	11.80	64.89	1.069	0.602
5.75	35.3	11.47	65.93	1.038	0.617
6	35.3	11.16	66.94	1.009	0.633
6.25	35.3	10.87	67.92	0.983	0.651
6.5	35.3	10.60	68.88	0.958	0.669
6.75	35.3	10.34	69.81	0.934	0.690
7	35.3	10.10	70.72	0.912	0.711
7.25	35.3	9.88	71.62	0.892	0.735
7.5	35.3	9.67	72.49	0.872	0.760
7.75	35.3	9.46	73.34	0.854	0.788
8	35.3	9.27	74.18	0.836	0.819
8.25	35.3	9.09	75.00	0.819	0.854
8.5	35.3	8.92	75.80	0.804	0.892
8.75	35.3	8.75	76.59	0.788	0.934
9	35.3	8.60	77.36	0.774	0.983
9.25	35.3	8.45	78.12	0.760	1.038
9.5	35.3	8.30	78.87	0.747	1.102
9.75	35.3	8.16	79.61	0.735	1.177
10	35.3	8.03	80.33	0.723	1.267
10.25	35.3	7.91	81.04	0.711	1.377
10.5	35.3	7.78	81.74	0.700	1.515
10.75	35.3	7.67	82.43	0.690	1.695
11	35.3	7.56	83.11	0.679	1.942
11.25	35.3	7.45	83.78	0.669	2.309
11.5	35.3	7.34	84.44	0.660	2.928
11.75	35.3	7.24	85.09	0.651	4.294
12	35.3	7.14	85.73	0.642	21.524
12.25	35.3	7.05	86.36	0.633	6.043
12.5	35.3	6.96	86.99	0.625	3.446
12.75	35.3	6.87	87.61	0.617	2.571
13	35.3	6.79	88.22	0.609	2.105
13.25	35.3	6.70	88.82	0.602	1.808
13.5	35.3	6.62	89.41	0.595	1.599
13.75	35.3	6.55	90.00	0.588	1.442
14	35.3	6.47	90.58	0.581	1.319
14.25	35.3	6.40	91.15	0.574	1.220
14.5	35.3	6.33	91.72	0.568	1.138
14.75	35.3	6.26	92.28	0.561	1.069
15	35.3	6.19	92.84	0.555	1.009
15.25	35.3	6.12	93.39	0.549	0.958
15.5	35.3	6.06	93.93	0.544	0.912
15.75	35.3	6.00	94.47	0.538	0.872
16	35.3	5.94	95.00	0.533	0.836
16.25	35.3	5.88	95.53	0.527	0.804
16.5	35.3	5.82	96.05	0.522	0.774
16.75	35.3	5.77	96.57	0.517	0.747
17	35.3	5.71	97.08	0.512	0.723
17.25	35.3	5.66	97.59	0.507	0.700
17.5	35.3	5.61	98.09	0.503	0.679
17.75	35.3	5.55	98.59	0.498	0.660

18	35.3	5.50	99.08	0.493	0.642
18.25	35.3	5.46	99.57	0.489	0.625
18.5	35.3	5.41	100.06	0.485	0.609
18.75	35.3	5.36	100.54	0.481	0.595
19	35.3	5.32	101.01	0.477	0.581
19.25	35.3	5.27	101.49	0.473	0.568
19.5	35.3	5.23	101.96	0.469	0.555
19.75	35.3	5.19	102.42	0.465	0.544
20	35.3	5.14	102.88	0.461	0.533
20.25	35.3	5.10	103.34	0.457	0.522
20.5	35.3	5.06	103.79	0.454	0.512
20.75	35.3	5.02	104.24	0.450	0.503
21	35.3	4.99	104.69	0.447	0.493
21.25	35.3	4.95	105.13	0.443	0.485
21.5	35.3	4.91	105.57	0.440	0.477
21.75	35.3	4.87	106.01	0.437	0.469
22	35.3	4.84	106.44	0.433	0.461
22.25	35.3	4.80	106.87	0.430	0.454
22.5	35.3	4.77	107.30	0.427	0.447
22.75	35.3	4.74	107.72	0.424	0.440
23	35.3	4.70	108.14	0.421	0.433
23.25	35.3	4.67	108.56	0.418	0.427
23.5	35.3	4.64	108.98	0.415	0.421
23.75	35.3	4.61	109.39	0.412	0.415
24	35.3	4.58	109.80	0.410	0.410

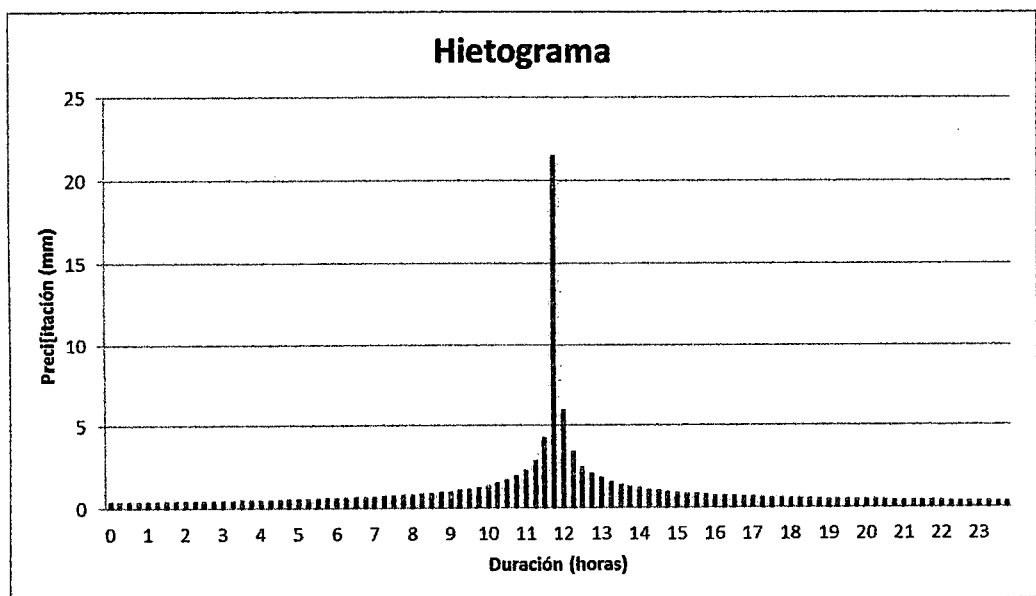


Figura N° D. 2 Hietograma de diseño para un T_r de 5 años.

Anexo D7. Modelamiento hidrológico HEC-HMS.

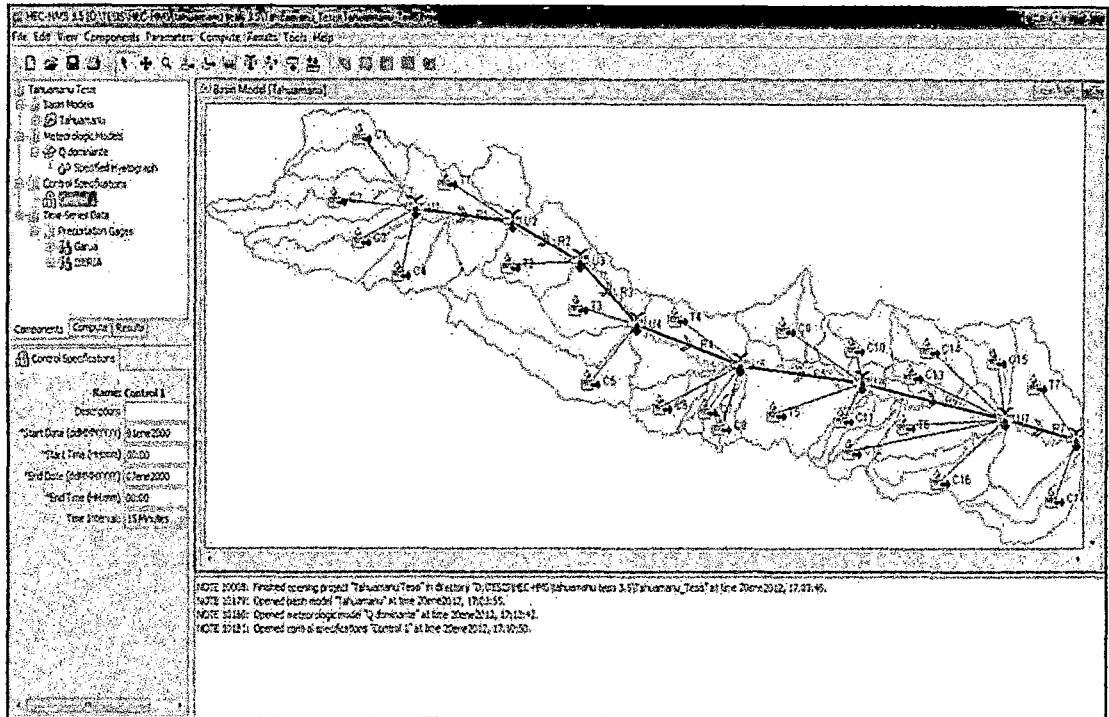


Figura N° D. 3 Modelo hidrológico de la cuenca del Tahuamanu.

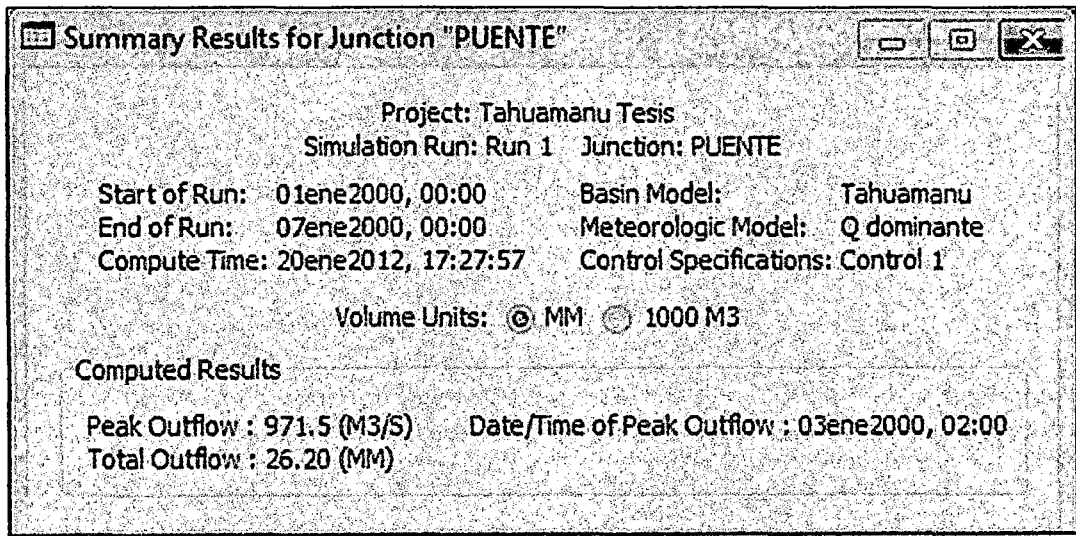


Figura N° D. 4 Caudal de diseño del río Tahuamanu (Tr=5 años).

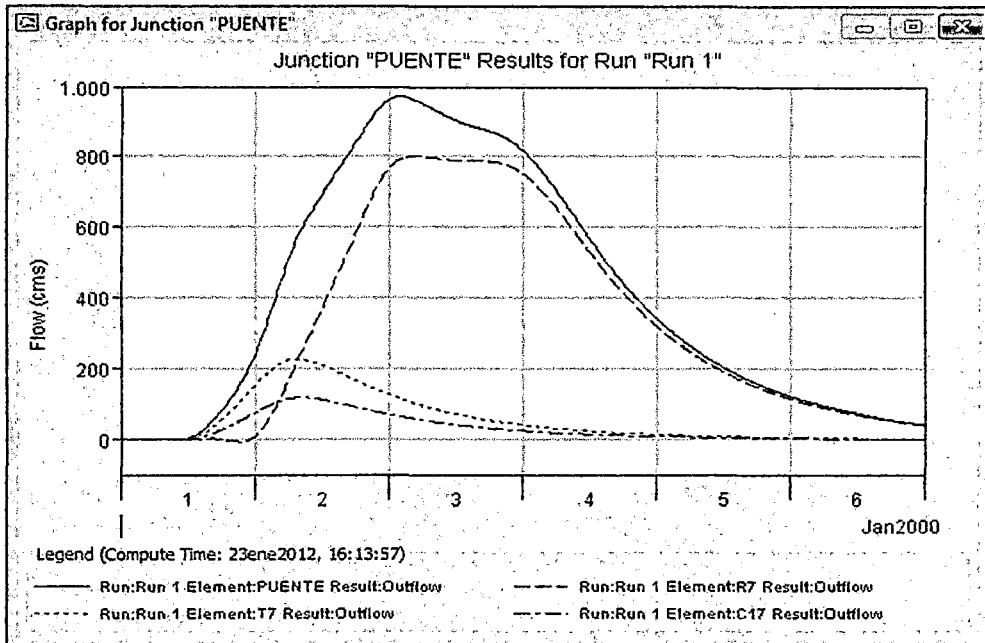


Figura N° D. 5 Hidrograma para la zona del puente Tahuamanu (Tr=5 años).

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Tahuamanu Tesis Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: Tahuamanu
 End of Run: 07ene2000, 00:00 Meteorologic Model: Q dominante
 Compute Time: 23ene2012, 16:26:13 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
U4	3665.24	0.0	01ene2000, 00:00	0.00
R4	3665.24	0.0	01ene2000, 00:00	0.00
T4	461.62	155.1	02ene2000, 10:30	48.04
C6	195.62	79.9	02ene2000, 06:00	48.24
C8	102.85	47.2	02ene2000, 03:45	48.24
C7	100.65	37.1	02ene2000, 08:15	48.22
C3	458.78	0.0	01ene2000, 00:00	0.00
U5	4525.98	309.2	02ene2000, 08:30	9.15
R5	4525.98	305.1	03ene2000, 01:15	9.10
T5	555.83	167.9	02ene2000, 13:15	47.69
C9	282.00	135.8	02ene2000, 03:00	48.24
C10	252.06	114.0	02ene2000, 04:00	48.24
C11	108.55	50.4	02ene2000, 03:30	48.24
U6	5724.42	561.9	02ene2000, 20:45	17.24
R6	5724.42	562.7	03ene2000, 11:30	17.10
T6	484.00	151.3	02ene2000, 12:15	47.82
C16	356.34	108.4	02ene2000, 13:00	47.71
C14	260.97	109.1	02ene2000, 05:30	48.24
C15	206.69	85.6	02ene2000, 05:45	48.24
C12	141.98	57.6	02ene2000, 06:00	48.24
C13	75.76	39.9	02ene2000, 01:30	48.24
U7	7250.16	806.3	02ene2000, 17:15	23.60
R7	7250.16	801.2	03ene2000, 04:45	23.42
T7	592.44	227.9	02ene2000, 07:15	48.24
C17	321.96	118.7	02ene2000, 08:15	48.22
PUENTE	8164.56	971.5	03ene2000, 02:00	26.20

Figura N° D. 6 Resultados de la cuenca del Tahuamanu.

ANEXO E: HIDRÁULICA

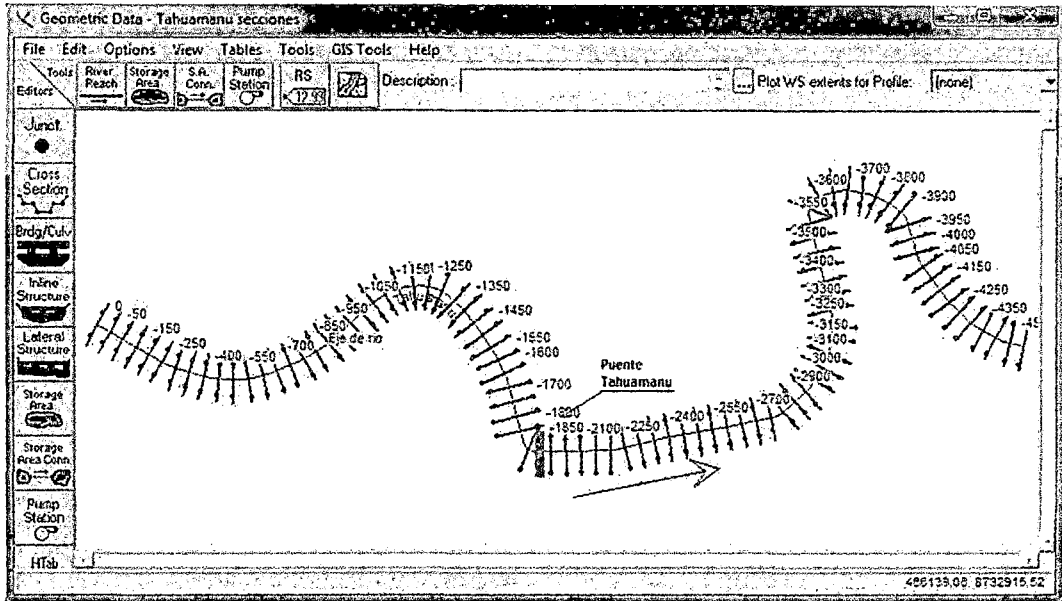


Figura N° E. 1 Vista en planta de las secciones del río en la zona del puente Tahuamanu.

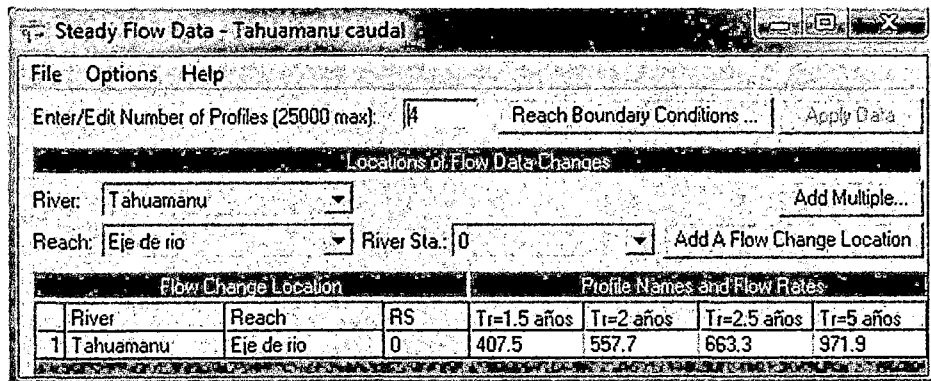


Figura N° E. 2 Caudales analizados.

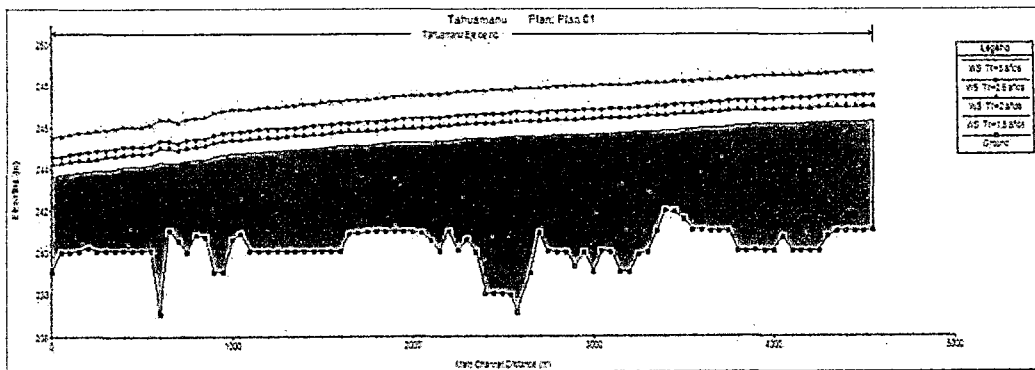


Figura N° E. 3 Perfil de la superficie de agua para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

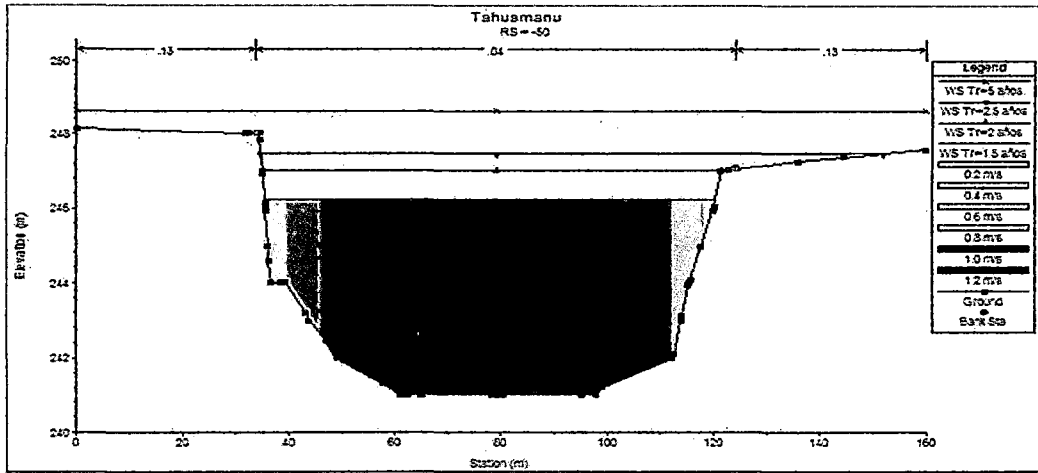


Figura N° E. 4 Sección 50 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

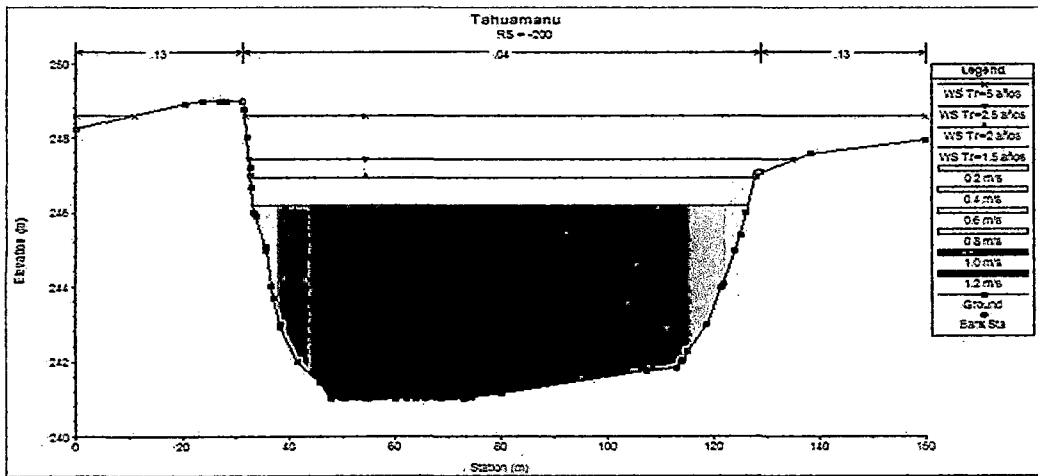


Figura N° E. 5 Sección 200 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

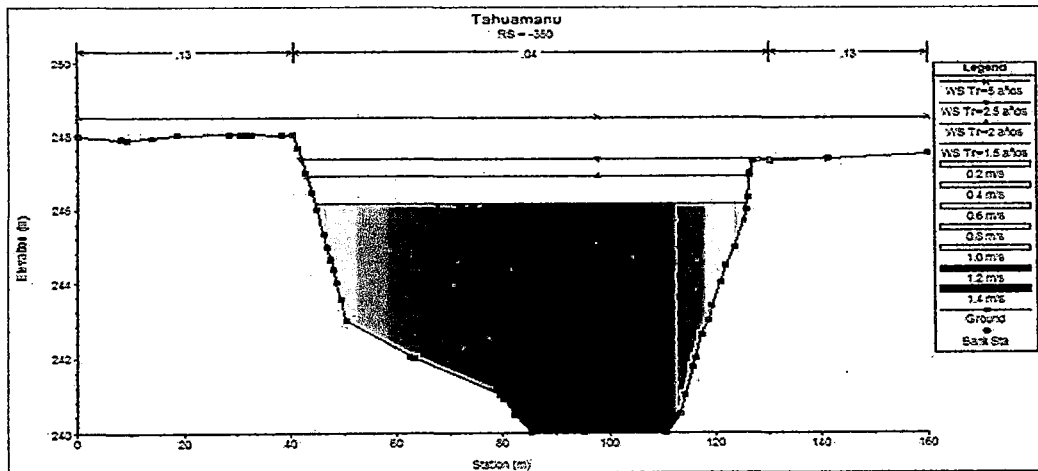


Figura N° E. 6 Sección 350 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

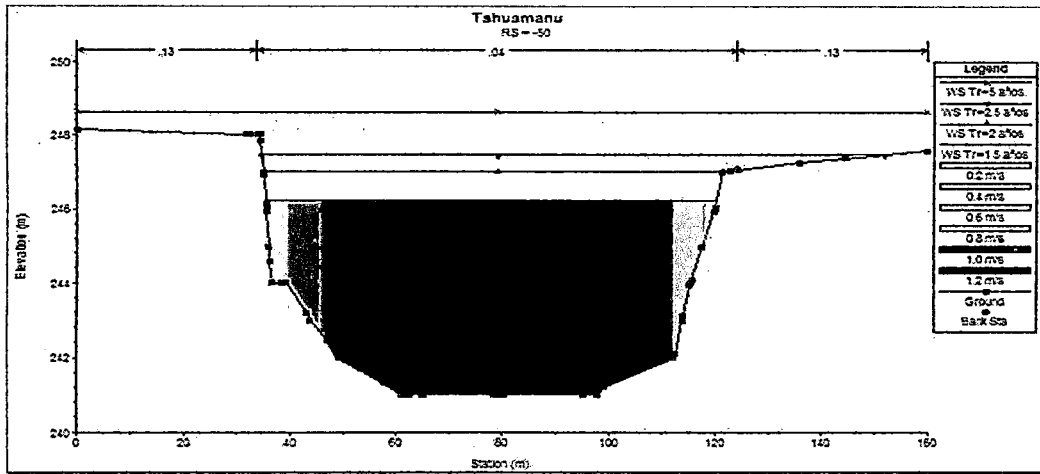


Figura N° E. 4 Sección 50 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

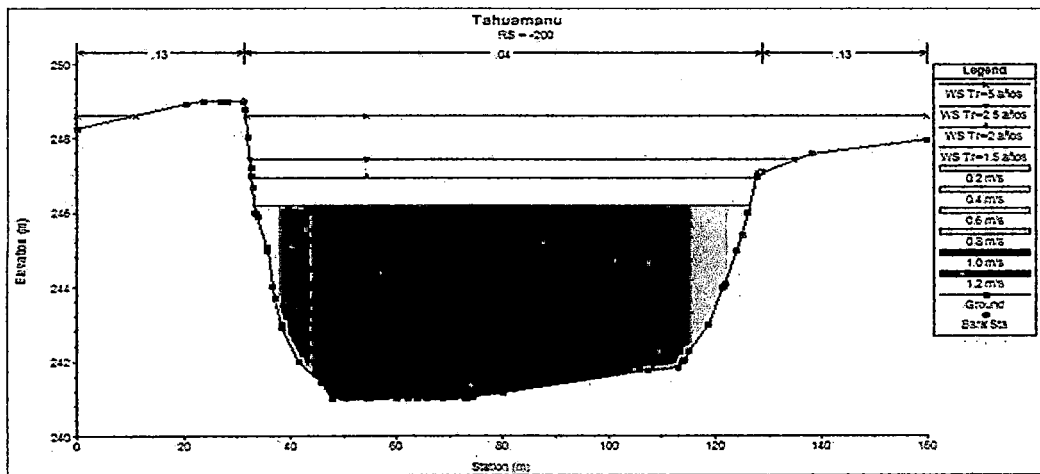


Figura N° E. 5 Sección 200 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

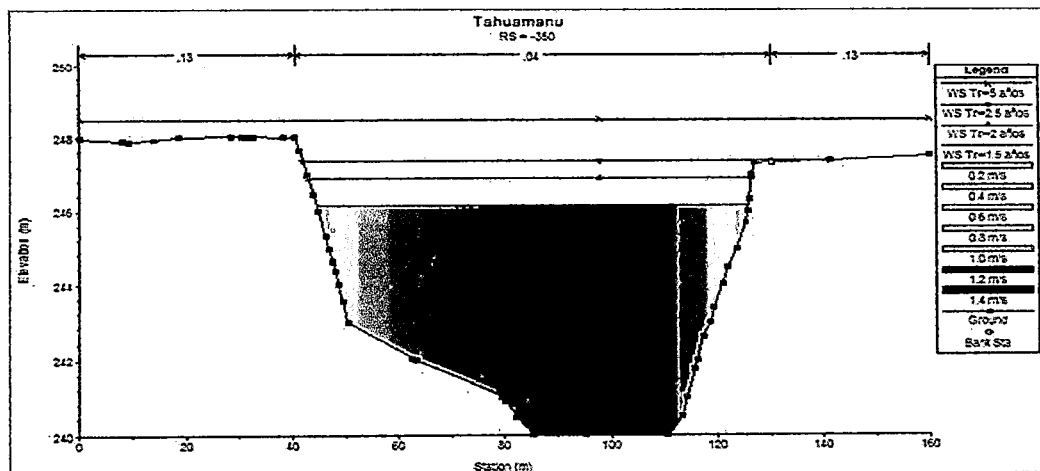


Figura N° E. 6 Sección 350 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

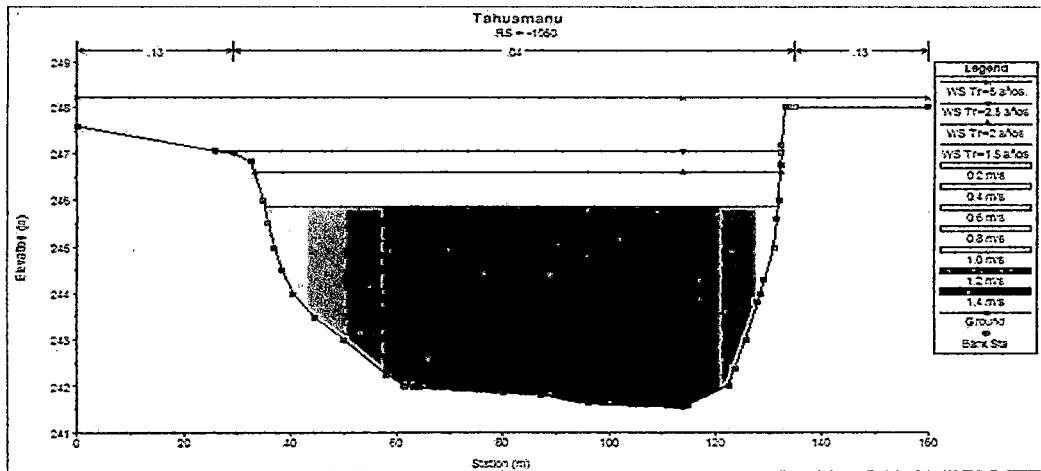


Figura N° E. 7 Sección 1050 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

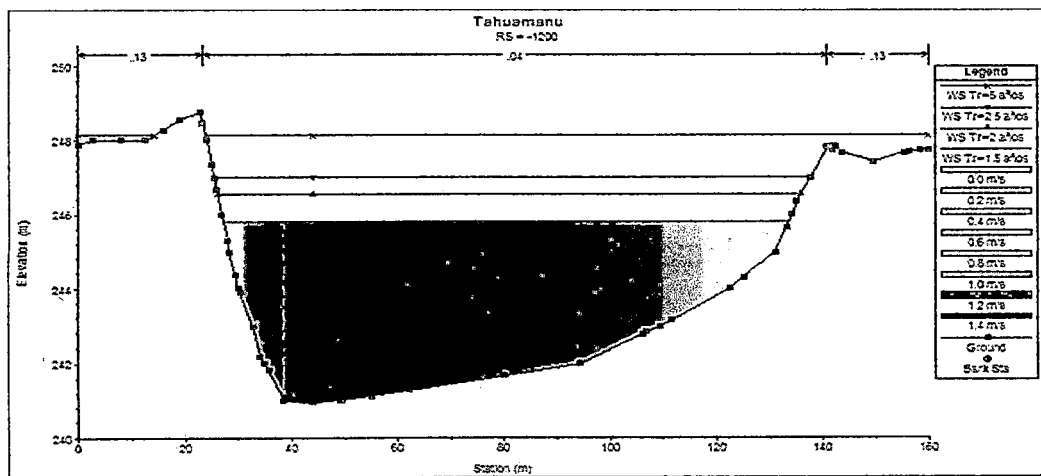


Figura N° E. 8 Sección 1200 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

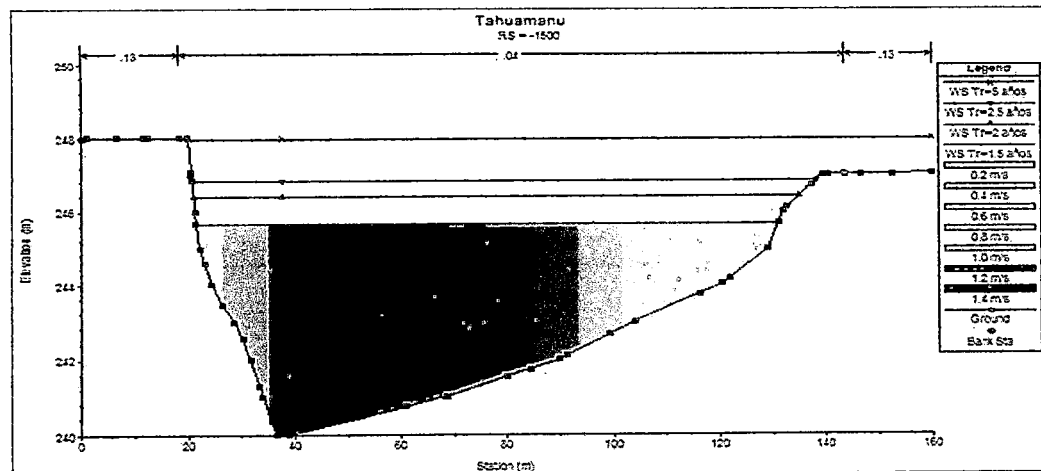


Figura N° E. 9 Sección 1500 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

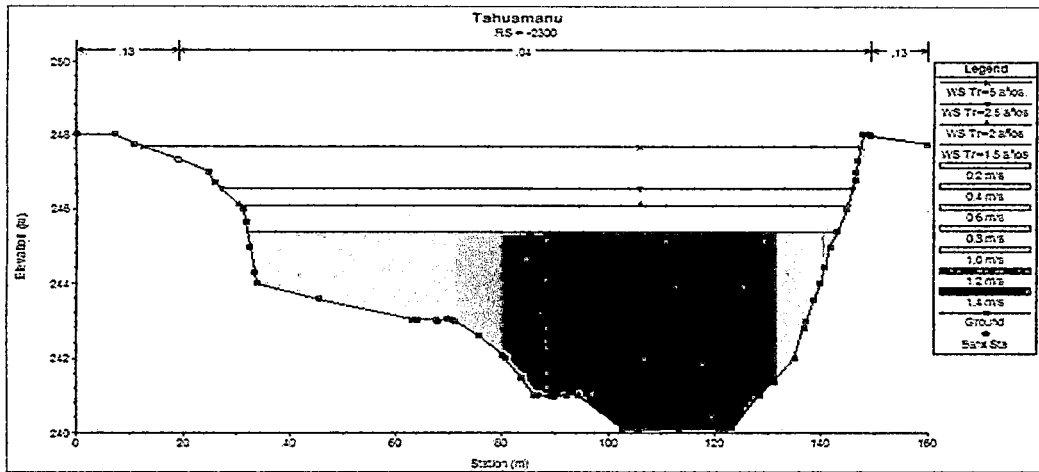


Figura N° E. 10 Sección 2300 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

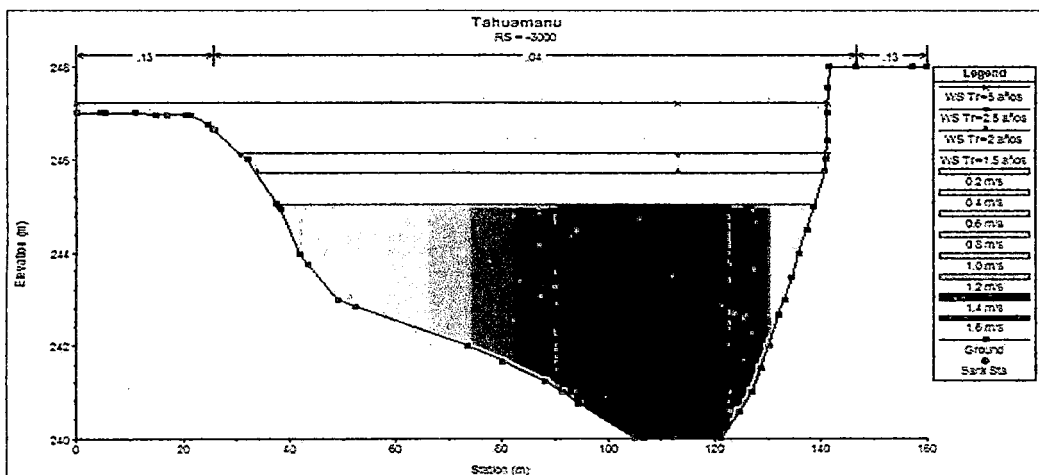


Figura N° E. 11 Sección 3000 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

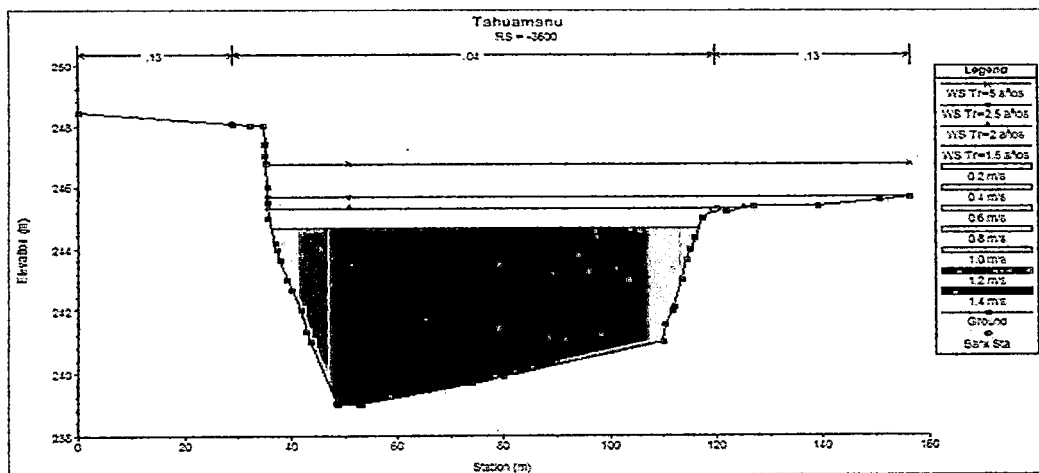


Figura N° E. 12 Sección 3600 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

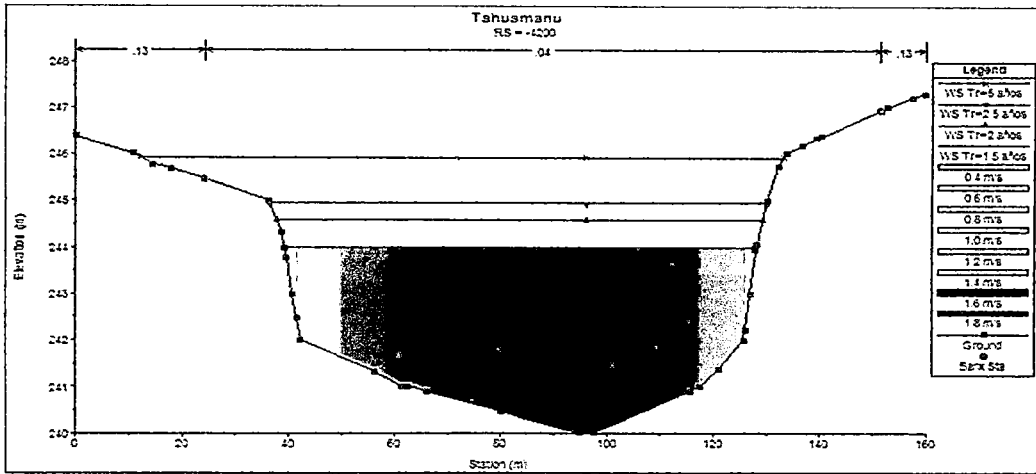


Figura N° E. 13 Sección 4200 para Tr = 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0 años.

Profile Output Table - billy tesis

File Options Std. Tables User Tables Locations Help

HECRAS Plot Plan 01 Locations: User Defined Profile: Tr=5 años Reload Data

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Max Chl Dpth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tahuamanu	Eje de río	-50	Tr=5 años	971.90	7.62	1.59	646.03	160.00	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-100	Tr=5 años	971.90	7.61	1.52	669.41	160.00	0.19
Tahuamanu	Eje de río	-200	Tr=5 años	971.90	7.60	1.50	663.75	138.69	0.19
Tahuamanu	Eje de río	-300	Tr=5 años	971.90	8.53	1.59	631.22	160.00	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-350	Tr=5 años	971.90	8.50	1.63	626.64	160.00	0.21
Tahuamanu	Eje de río	-400	Tr=5 años	971.90	8.50	1.52	665.34	160.00	0.19
Tahuamanu	Eje de río	-600	Tr=5 años	971.90	8.46	1.30	761.42	160.00	0.17
Tahuamanu	Eje de río	-800	Tr=5 años	971.90	7.39	1.48	672.27	160.00	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-900	Tr=5 años	971.90	7.34	1.26	738.65	160.00	0.17
Tahuamanu	Eje de río	-1050	Tr=5 años	971.90	6.69	1.64	610.22	160.00	0.22
Tahuamanu	Eje de río	-1100	Tr=5 años	971.90	6.27	1.72	580.04	160.00	0.24
Tahuamanu	Eje de río	-1200	Tr=5 años	971.90	7.20	1.53	645.32	150.54	0.21
Tahuamanu	Eje de río	-1400	Tr=5 años	971.90	9.02	1.66	594.07	160.00	0.23
Tahuamanu	Eje de río	-1500	Tr=5 años	971.90	8.00	1.44	681.66	143.15	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-1600	Tr=5 años	971.90	8.04	1.38	707.49	152.52	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-1800	Tr=5 años	971.90	7.90	1.38	705.09	144.03	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-2000	Tr=5 años	971.90	9.86	1.50	647.66	112.86	0.20
Tahuamanu	Eje de río	-2200	Tr=5 años	971.90	7.78	1.36	716.55	141.22	0.19
Tahuamanu	Eje de río	-2300	Tr=5 años	971.90	7.61	1.51	645.98	134.74	0.21
Tahuamanu	Eje de río	-2400	Tr=5 años	971.90	7.56	1.79	542.75	101.27	0.25
Tahuamanu	Eje de río	-2600	Tr=5 años	971.90	6.48	1.63	602.97	129.54	0.22
Tahuamanu	Eje de río	-2700	Tr=5 años	971.90	6.38	1.92	512.20	121.76	0.26
Tahuamanu	Eje de río	-2800	Tr=5 años	971.90	6.38	1.89	513.24	99.62	0.26
Tahuamanu	Eje de río	-2900	Tr=5 años	971.90	6.39	1.85	529.66	130.76	0.26
Tahuamanu	Eje de río	-3000	Tr=5 años	971.90	7.20	1.70	577.02	141.24	0.24
Tahuamanu	Eje de río	-3100	Tr=5 años	971.90	7.10	1.86	524.14	138.06	0.28
Tahuamanu	Eje de río	-3200	Tr=5 años	971.90	7.03	1.84	529.58	140.99	0.27
Tahuamanu	Eje de río	-3300	Tr=5 años	971.90	6.97	1.82	532.81	105.85	0.26
Tahuamanu	Eje de río	-3400	Tr=5 años	971.90	6.92	1.72	564.41	109.56	0.24
Tahuamanu	Eje de río	-3500	Tr=5 años	971.90	6.00	1.80	543.54	135.42	0.28
Tahuamanu	Eje de río	-3600	Tr=5 años	971.90	7.77	1.77	565.95	121.03	0.23
Tahuamanu	Eje de río	-3800	Tr=5 años	971.90	6.41	2.45	396.57	77.98	0.35
Tahuamanu	Eje de río	-4000	Tr=5 años	971.90	6.09	2.47	393.71	90.84	0.38
Tahuamanu	Eje de río	-4200	Tr=5 años	971.90	5.91	2.12	459.64	121.04	0.33
Tahuamanu	Eje de río	-4400	Tr=5 años	971.90	5.75	1.88	522.17	142.27	0.30
Tahuamanu	Eje de río	-4500	Tr=5 años	971.90	5.62	2.09	468.75	136.23	0.34

Figura N° E. 14 Tabla de resultados del HEC-RAS 4.1e