

CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS Y MORFOMÉTRICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA CARRIZAL-CHONE

Burgos Velásquez Jorge Andrés, Carpio Basurto María Agustina, Estela Cumandá Philco Velasco

Carrera de Ingeniería Ambiental, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” Campus Politécnico Sitio El Limón vía a la Pastora. Calceta, Manabí.

Contacto: mary_agus93@hotmail.es

RESUMEN

La investigación presenta la caracterización fisiográfica y morfométrica de la cuenca hidrográfica del río Chone, mediante el cálculo de parámetros e índices morfométricos que representan de manera numérica las tipologías de la forma y relieve de la cuenca, otorgándole características de drenaje, forma y relieve; y la elaboración del balance hídrico mediante isoyetas e isotermas, ambos representados de manera gráfica en mapas temáticos que servirán como un aporte a trabajos posteriores de gestión integral de recursos hídricos. El trabajo utilizó el método cuantitativo de campo pues además del procesamiento de información numérica y espacial, se realizó la comprobación en campo mediante la visita de puntos muestrales para constatación de los datos obtenidos. Para análisis de la topografía, cartografía y morfometría se utilizaron datos de Global Data Explorer by Geobrain, específicamente de la base de datos de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) v3 y del Sistema Nacional de Información, analizados en programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante mapas base de Google Earth y Bing Maps corregidos mediante los puntos de referencia; y para la fisiografía, se utilizaron datos de la red meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). La cuenca posee una forma alargada, con una pendiente media de 12,5% y una densidad de drenaje $0,35 \text{ Km}/\text{Km}^2$ y la mayor parte de su superficie $2201,78 \text{ km}^2$ posee déficit hídrico por lo que puede ser considerada como una cuenca con insuficiencia de agua y deberían generarse programas para manejar y conservar este recurso.

PALABRAS CLAVES: Morfometría, Fisiografía, Sistemas de Información geográfica, Parámetros e índices morfométricos, balance hídrico.

INTRODUCCIÓN

Para muchos países tiene gran prioridad desde hace varios decenios el manejo integral de las cuencas hidrográficas (FAO, 2007) e incluso actualmente se las considera como un excelente medio para diseñar e instrumentar políticas orientadas al desarrollo rural y al manejo integral y sostenible de los ecosistemas (Sepúlveda & Rojas, 2011; Jouravlev, 2003). evitando la transformación y la alteración de hábitats, la sobreexplotación o el uso insostenible de los recursos terrestres e hídricos y las prácticas insostenibles de gestión del suelo (PNUMA, 2015), aceptado ahora internacionalmente como el camino hacia un desarrollo y gestión eficiente (ONU-Agua, 2008) y conseguir un equilibrio entre la preservación de los recursos naturales y las actividades de producción y extracción de los bienes y servicios que es capaz de producir una cuenca (MAE & FAO, 2014)

En América Latina, existen numerosos estudios referentes a las características morfológicas y morfodinámicas aplicados a la planificación y ordenación de recursos (Gil, 2009) y, a pesar de que en Ecuador a partir del año 1995, se han generado procesos de manejo participativo y gestión integral (REDLACH-FAO, 2002) , no existen registros o sistematizaciones que integren la caracterización fisiográfica y morfométrica de las cuencas hidrográficas aplicados a la gestión integral de recursos hídricos (Torres, 2011).

Las cuencas hidrográficas poseen características geomorfológicas, geológicas, climáticas, fluviales, biogeográficas, etc. (Sheng, 1992, p. 185) que analizan no solo el volumen total de agua a la salida de la cuenca, sino también su distribución espacial y temporal (Maidment, 1992, p. 222), por lo que la investigación justifica la caracterización fisiográfica y morfométrica de la cuenca del río Chone, pues se lograra la comprensión e interpretación del comportamiento morfodinámico e hidrológicos que permitan explicar cómo sus características geométricas ante presencia de externalidades, interactúan para originar y/o activar procesos geomorfológicos de vertientes y aludes torrenciales, identificar las posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales y proporcionar una base para calificar su vulnerabilidad y peligro ante desastres.

La información estadística y geográfica se obtuvo del Sistema Nacional de Información de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y los datos

cartográficos y satelitales de otras fuentes oficiales de información como el Instituto Geográfico Militar. Dicha información (disponible en Geoportail y Sistema Nacional de Información) está vinculada con las variables morfométricas y fisiográficas de la cuenca hidrográfica del río Chone, que contiene las características base para el desarrollo de la investigación. El conjunto de datos geográficos pertenece al formato “**Shapefile**” con la proyección Universal Transverse Mercator y Datum WGS 1984 y fueron procesados en software de Sistemas de Información Geográfica.

Los datos cartográficos se utilizaron para la interpretación de las elevaciones y pendientes de la zona de estudio, y se los obtuvo en el Global Data Explorer by Geobrain, base de datos pertenecientes a la NASA (disponible en <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>), específicamente de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) v3 que proporciona información en formato Raster para el análisis de los Modelos Digitales de Elevación (DEM). En el caso de los mapas satelitales se utilizaron **Mapas Bases** de Google Maps y Bings Maps disponibles para los Sistemas de Información Geográfica, procesados en escala 1:500 que de acuerdo a Faustino (2006, p. 400) para la realización de estudios que detallen el relieve de un terreno.

DESARROLLO

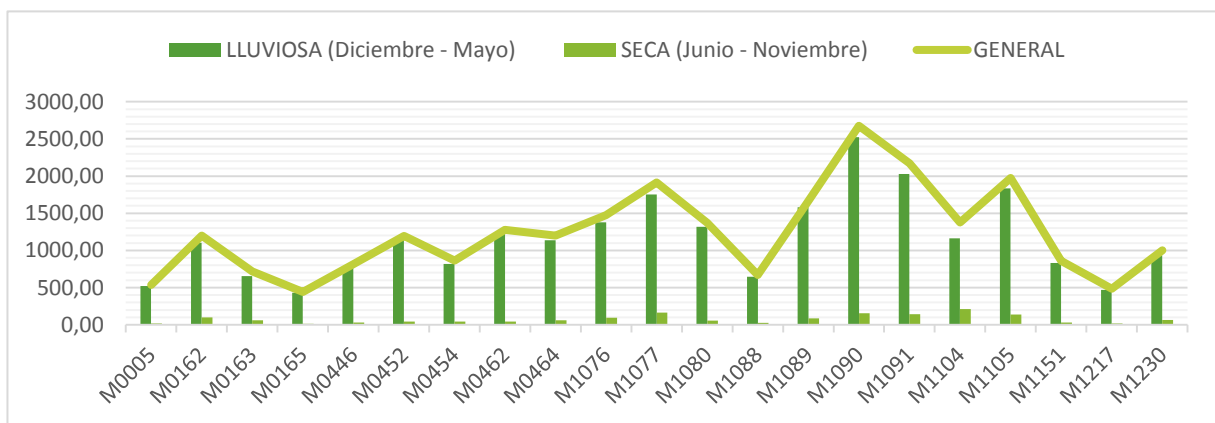
BALANCE HÍDRICO

En lo que concierne a la información fisiográfica, se elaboraron mapas que muestren el balance hídrico, mediante la metodología propuesta por Arteaga, et al. (2012) que sugiere la elaboración de isoyetas e isotermas para este objetivo. Para lograrlo se utilizaron datos históricos de los años 2005-2015 de 21 estaciones meteorológicas ubicadas en la superficie que proporcionaron información acerca de las precipitaciones de la cuenca y de las cuales 5 contenían información acerca de las temperaturas existentes. Además, se estableció el uso de suelo, litología y tipo de suelo que actualmente posee la cuenca del río Chone

Arteaga, et al. (2012) propone el método descrito por Thornthwaite & Mather (1955) (1955); que fue aplicado en diversos estudios (Ferguson, 1996; Kerkides, et al., 1996; Lozada & César, 2003; Kar & Verma, 2005; Roberto, 2005; de Souza, et al., 2007; McCabe & Markstrom, 2007; Sharma, et al., 2010) que asegura que el balance hídrico se representa por las siguientes ecuaciones:

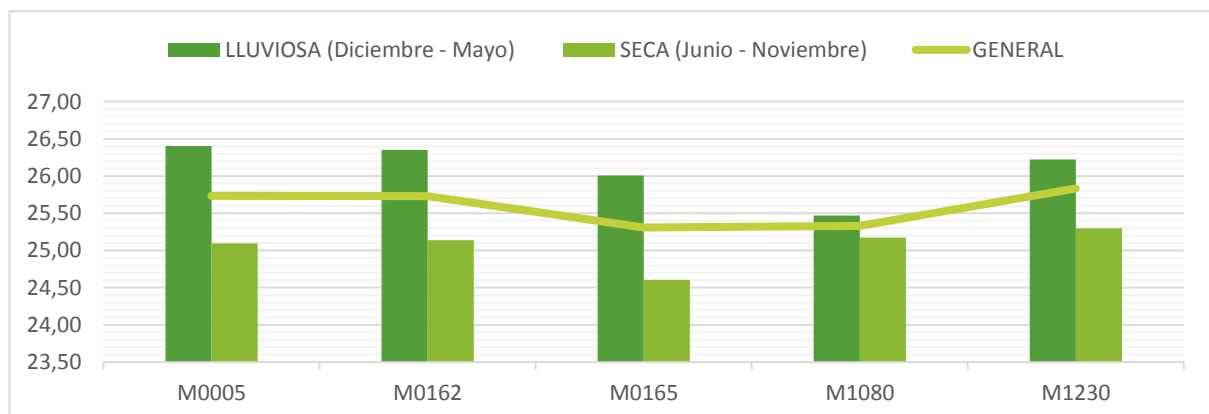
FORMULA	DESCRIPCIÓN
$HA_i = HA_{i-1} + P - ETP$	Balance Hídrico climático
$Tb^o = \overline{T^o} - [(3 \times \text{grados de latitud}) / 100] \times (\overline{T^o} - 24)^2$	Temperatura biológica
$ETP = 58.93 \times Tb$	Evapotranspiración
$HA_{i-1} = \frac{ETP}{P}$	Humedad

Para la investigación, se analizarán los datos de balance hídrico para las temporadas seca, para los meses de junio a noviembre, lluviosa, con los meses restantes (Derrotero, 2012), y general que comprende todo el año. Para la aplicación de la fórmula de balance hídrico climático, se debieron elaborar isoyetas e isotermas (a partir de la biotemperatura). En las isoyetas se utilizaron los datos históricos de precipitación que fueron desarrollados mediante el software del Sistema de Información (Spline tension) que permitieron elaborar isoyetas raster y luego



polígonos shapefiles representativos.

Las isotermas fueron elaboradas a partir de la temperatura biológica (Alvarado, et al., 2010), obtenido a partir de la temperatura promedio mediante la fórmula aplicada en latitudes bajas y bajas elevaciones (<1000 m).



La cuenca del río Chone posee la siguiente superficie con déficit, exceso y equilibrio hídrico:

Característica	ÁREA (Km ²)		
	Época seca	Época lluviosa	General
Déficit hídrico	2689,37	2300,84	2201,78
Equilibrio	---	1,61	1,66
Exceso hídrico	0,62	387,67	486,64

Según Thornthwaite & Mather (1955) citado por Arteaga et. al. (2012) existe un exceso hídrico en el suelo cuando $HA_i > 0$, si por el contrario $HA_i < 0$ habra un déficit hídrico y si $HA_i = 0$ existirá un equilibrio hídrico. De acuerdo a el balance hídrico realizado en los sistemas de información geográfico, la cuenca posee un déficit hídrico -401,556 mm anual, por lo que es considerada una cuenca con deficiencia hídrica.

USO DE SUELO

CÓDIGO	USO DE SUELO	Área (km ²)	%
Pn/Af	Pasto natural en áreas con fuertes procesos erosivos	0,987	0,04%
Ob	Banco de arena	1,787	0,07%
Pc/Cr	70% pasto cultivado / 30% frutales	2,807	0,10%
Bi-Pc	50% bosque intervenido - 50% pasto cultivado	3,354	0,12%
Bm	Manglar	4,254	0,16%
Pc/Af	Pasto cultivado en áreas con fuertes procesos erosivos	4,363	0,16%
Pn/Ae	Pasto natural en áreas erosionadas	8,102	0,30%
U	Área urbana	9,222	0,34%
Va	Vegetación arbustiva	10,807	0,40%
Wa	Cuerpo de agua artificial	13,995	0,52%
Va/Pc	70% vegetación arbustiva / 30% pasto cultivado	14,272	0,53%
Ae	Área erosionada	14,670	0,55%
Cc	Cultivos de ciclo corto	17,789	0,66%
Pc/Va	70% pasto cultivado / 30% vegetación arbustiva	24,641	0,92%
Pc/Bi	70% pasto cultivado / 30% bosque intervenido	26,560	0,99%
Cc-Pc	50% cultivos de ciclo corto - 50% pasto cultivado	26,617	0,99%
Pc/Ae	Pasto cultivado en áreas erosionadas	35,724	1,33%
Wn	Cuerpo de agua natural	36,814	1,37%
Pn	Pasto natural	43,758	1,63%
Cc/Ap	Cultivos de ciclo corto en áreas en proceso de erosión	47,272	1,76%
Oc	Camaronera	60,272	2,24%
Bi/Pc	70% bosque intervenido / 30% pasto cultivado	73,259	2,72%
Pc	Pasto cultivado	73,588	2,74%
Bn	Bosque natural	107,821	4,01%
Cx	Arboricultura tropical	131,091	4,87%
Cx/Bi	70% arboricultura tropical / 30% bosque intervenido	171,965	6,39%
Cx/Pc	70% arboricultura tropical / 30% pasto cultivado	202,072	7,51%
Cr-Pc	50% frutales - 50% pasto cultivado	286,670	10,66%
Cc/Pc	70% cultivos de ciclo corto / 30% pasto cultivado	347,370	12,91%
Pc/Cx	70% pasto cultivado / 30% arboricultura tropical	442,181	16,44%
Pc/Cc	70 % pasto cultivado / 30% cultivos de ciclo corto	446,038	16,58%
TOTAL		2690,123	100,00%

De acuerdo a las superficies expuestas, se puede decir que el tipo de cobertura vegetal que ocupa mayor superficie territorial en la Cuenca hidrográfica del Río

Chone son los cultivos de ciclo corto y los pastos, los cuales ocupan un área de 446,038 km² esto indica que la cuenca posee un gran sector agropecuario, destacándola como una de las cuencas más representativas a nivel de la provincia. Además, se pueden destacar otros usos como el forestal, corresponde a bosque natural reservado a la conservación y protección y de vegetación arbustiva.

TIPO DE SUELO

Se puede destacar que la predominancia de tipo de suelo en la cuenca del Río Chone es Vertisol, el cual ocupa un área de 578, 823 km² que según la FAO (2007) y son aquellos suelos muy arcillosos de color negro, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles conocida como *montmorillonita*, formándose grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan. Permanecen secos durante más de 90 días consecutivos.

LITOLOGÍA

La cuenca hidrográfica del río Chone se encuentra sobre una litología de conglomerados, arenisca con niveles calcáreas, arcilla laminada, lo cual indica que son rocas sedimentarias muy estables de grano grueso, además de arena endurecida por procesos geológicos que están cementados por otros minerales (Pereira, 2012). La *Geocronología* nos detalla que la litología de la cuenca del río Chone, pertenece a la ERATEMA de CENOZOICO del Sistema o Periodo PALEÓGENO de la Serie EOCENO que representa un tiempo geológico de 66 a 23 millones de años.

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA

La determinación de índices y parámetros geomorfológicos (Rodríguez & Romero, 2003) y herramientas metodológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la interpretación de imágenes satelitales, permitieron realizar la caracterización espacio temporal de las propiedades morfométricas de las cuencas hidrográficas. Se aplicaron las siguientes formulas:

Cálculo	Fórmula	Tipo
Relación de Bifurcación	$Rb = N_{n-1}/N_n$	Índice morfométrico
Relación de Longitud	$RI = L_0/(L_{oi})$	Índice morfométrico
Relación de elongación	$Re = (\sqrt{4A/\pi})/L$	Índice morfométrico
Ancho promedio	$Wm = A/L$	Parámetros de forma

Factor de forma	$Ff = A/L^2$	Parámetros de forma
Coefficiente de compacidad de Gravelius (Kc)	$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$	Parámetros de forma
Pendiente media de la cuenca (PM)	$PM = 100[(H.L)]/A$	Parámetros de relieve
Desnivel de cuenca	$Hr = H - h$	Parámetros de relieve
Razón de relieve	$Rr = Hr/L$	Parámetros de relieve
Número de rugosidad de Melton	$MRN = Hr / A^{0,5}$	Parámetros de relieve
Densidad de drenaje	$Dd = Ltc/A$	Parámetros de drenaje
Sinuosidad del cauce	$S = Lcp/L$	Parámetros de drenaje
Frecuencia de cursos de n orden	$F_n = \Sigma N_n/A$	Parámetros de drenaje

Con los shapefiles obtenidos del Sistema Nacional de Información se calcularon los índices y parámetros morfométricos mediante la digitalización en Sistemas de Información Geográficas. Además, a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) v3 se elaboraron:

- Curvas de nivel cada 50 metros para determinar la elevación máxima y mínima.
- Red de triángulos irregulares (TIN) para establecer la dirección y acumulación de flujo.
- Líneas de drenaje (Stream Link), los cuales se utilizaron para determinar el número de órdenes y el total de longitudes (Stream Orden) mediante el método Shreve que de acuerdo a Herriko (1982) refleja toda la complejidad de la red.

La descripción de los índices y parámetros morfométrica se describe a continuación:

Características Morfométricas	Unidad	Valor	Descripción
Índices Morfométricos			
Relación de Bifurcación	Grado	1,94	En la Cuenca Carrizal-Chone se han identificado un total de 305 cursos fluviales de los cuales 156 son de 1er Orden, 80 de 2do, 39 de 3er, 13 de 4to y finalmente 17 cursos indicando el 5to orden de la cuenca. Según el valor de orden obtenido indica que sus corrientes reflejan un grado de bifurcación con una alta cantidad de ramificaciones tributarias. Domínguez (2009) menciona que entre más alto sea el orden de las corrientes, la cuenca drenará más eficientemente. Además; Summerfield (1991) menciona que si la relación de bifurcación es mayor de 5 o menor de 3 la litología de la cuenca será Homogénea.
Relación de Longitud	km	2,21	La razón de longitud se considera complementaria de la razón de bifurcación, mostrando que la longitud media de los cursos se incrementa entre 2 y 3 veces al aumentar el número de orden (Romero & López, 1987)
Relación de Elongación	Adimensional	0,82	La elongación está relacionada con el relieve de una cuenca y a partir de los estudios realizados por Summerfield (1991) en un gran número de cuencas, determinó que si la elongación es menor de 0.6 o menor de 0.8 se tratan de zonas con fuertes relieves. Por lo tanto, se puede constatar que la Cuenca Carrizal-Chone es de relieve pronunciado.
Parámetros de Forma			

Área	Km^2	2690	Campos Aranda (1998) clasificó a las cuencas tomando en cuenta la superficie, en este sentido la cuenca Carrizal-Chone tiene una clasificación de "Grande", lo cual indica que tiene mayor capacidad de colectar agua.
Factor de Forma	Adimensional	0,96	El valor calculado del factor forma nos indica que la cuenca tiene una clasificación o está catalogada con una forma "Alargada". De acuerdo a Faustino (2006), en la forma alargada el agua escurre en general solo por un cauce; además, la superficie de las cuencas tiende a ser menos susceptibles a las crecientes rápidas e intensas
Coefficiente de Compacidad Kc	Adimensional	1,48	Se determinó de acuerdo con el valor alcanzado del <i>kc</i> , que se trata de una cuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga. Villon (2002) indica que las cuencas de forma alargada reducen probabilidades de tendencia a crecientes o concentración de altos volúmenes de agua
Parámetros de Relieve			
Pendiente media	%	12,5	Las características topográficas de la cuenca Carrizal-Chone en base a la clasificación según la pendiente, establecieron que se trata de un terreno o superficie "Ligeramente Ondulado" y que evidentemente no favorece a la escorrentía.
Desnivel de Cuenca	m	624,7.6	El desnivel que presenta la cuenca no es muy pronunciado según el Instituto Nacional de Ecología (2004), debido a que su cabecera no coincide con mayores altitudes (600 msnm) y su salida llega a los 0 msnm porque la cuenca desemboca al Océano Pacífico mediante el Estuario del río Chone.
Razón de Relieve		8,78	La razón de relieve utilizada, obtiene la pendiente máxima de la cuenca (Schumm, 1956) y tiene una relación directa con la pérdida anual de sedimentos (Sala, 1981) por lo que se puede definir que la cuenca posee un relieve promedio ligeramente ondulado (MAGAP & CLIRSEN, 2012)
Número de Rugosidad		0,012	Considerando a Esper y Perucca (2014) si el MRN es de < 0.3, la cuenca es más susceptible a la ocurrencia de flujos con bajo contenido de material.
Parámetros de Drenaje			
Densidad de Drenaje	Km/Km^2	0,35	La cuenca está catalogada de acuerdo a la clasificación de densidad de drenaje de Monsalve (2000), con un escaso volumen de escurrimiento y desplazamiento en las corrientes de agua, es decir no posee una excelente capacidad de drenaje debido a la pequeña longitud que presentan el orden de los cursos fluviales de la zona.
Sinuosidad	Adimensional	1,31	De acuerdo a la clasificación de Monsalve (2000) para la Sinuosidad, se considera a la cuenca Carrizal -Chone con una alta Sinuosidad y en base a esto se interpreta que el río principal de la zona en estudio presenta un lineamiento curvo.

CONCLUSIONES

- La determinación de las características fisiográficas y morfométricas mediante Sistemas de Información Geográfica permiten el análisis espacial de zonas en estudio y la interpretación del funcionamiento del sistema hidrológico (Piedra, 2013), permitiendo analizar y detallar los fenómenos que ocurren en ésta y sirviendo de base para la aplicación adecuada de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos (Pochat, 2008), detallando que en la cuenca la mayor parte de su superficie (21,52%) corresponde al orden vertisol con una superficie de 578,823 Km² y el 16,58% del total posee un uso de 70 % pasto cultivado / 30% cultivos de ciclo corto siendo el 29,72% del área un conglomerado, arenisca con niveles calcareas, arcilla laminada de acuerdo a la base de datos existente en el Sistema Nacional de Información.

- Los parámetros e índices morfométricos calculados en base a parámetros de forma, relieve y red hidrológica, reflejaron que es una cuenca alargada (Faustino, 2006) de gran tamaño (Campos Aranda, 1998) con una gran capacidad de almacenamiento de agua (Villón, 2004) sin ser susceptible a crecientes rápidas (Faustino, 2006). También, posee una superficie ligeramente ondulada (MAGAP & CLIRSEN, 2012; López Cadenas de Llano, 1998) con un relieve bien pronunciado (Summerfield, 1991) y una alta cantidad de ramificaciones tributarias con escaso volumen de escurrimiento y desplazamientos de sus cursos fluviales lo cual la determina con poca capacidad de drenaje (Domínguez, 2009).
- A través del análisis de los ingresos y salidas de agua (Thorntwaite & Mather, 1955) se pudo establecer un déficit hídrico de existente en la cuenca de -401,556 mm anual, por lo que es necesario el establecimiento y adopción de medidas que permitan el cuidado y la preservación de este recurso, que además puede ser afectado por la disminución de la calidad de los cauces y la sobreexplotación de los recursos.
- El establecimiento de relaciones y comparaciones de los distintos autores, permitió clasificar a la cuenca en diferentes contextos, y así establecer un análisis profundo y detallado de la topografía de la cuenca del Río Chone, una de la más representativas a nivel de Manabí, siendo una base para la valoración de los servicios ambientales de la cuenca.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda fomentar la realización de la caracterización de cuencas hidrográficas a nivel regional mediante el financiamiento de entidades públicas y privadas, para conocer las fortalezas y debilidades de estos espacios geográficos y así establecer un registro detallado acerca de su funcionamiento con el fin de usarlos en posteriores trabajos, investigaciones o sistemas de gestión.
- Una vez comprobado el déficit hídrico de la cuenca, queda comprobada la necesidad del cuidado del embalse de la Esperanza y del Multipropósito Chone, que deben ser, por tanto, manejados integralmente para asegurar su calidad y disponibilidad como un servicio ambiental.
- Mediante el estudio se pudo determinar además el hecho de que a pesar de que la cuenca es denominada Chone, el cauce de mayor longitud para recorrer la cuenca, y por tanto el que debe ser considerado como río principal, corresponde al que tiene su nacimiento ubicado en la subcuenca del Carrizal, por lo que se sugiere establecer una

propuesta fundamentada con el propósito de cambiar el nombre de la cuenca del Río Chone a Cuenca "Carrizal-Chone" (Rojo, 2000; Vásquez, et al., 2014).

- Es necesario efectuar capacitaciones para difundir los resultados obtenidos de la caracterización fisiográfica y morfométrica de la cuenca del Río Chone para dar a conocer la importancia que ésta posee a nivel de Manabí y las debilidades que posee en su funcionamiento.

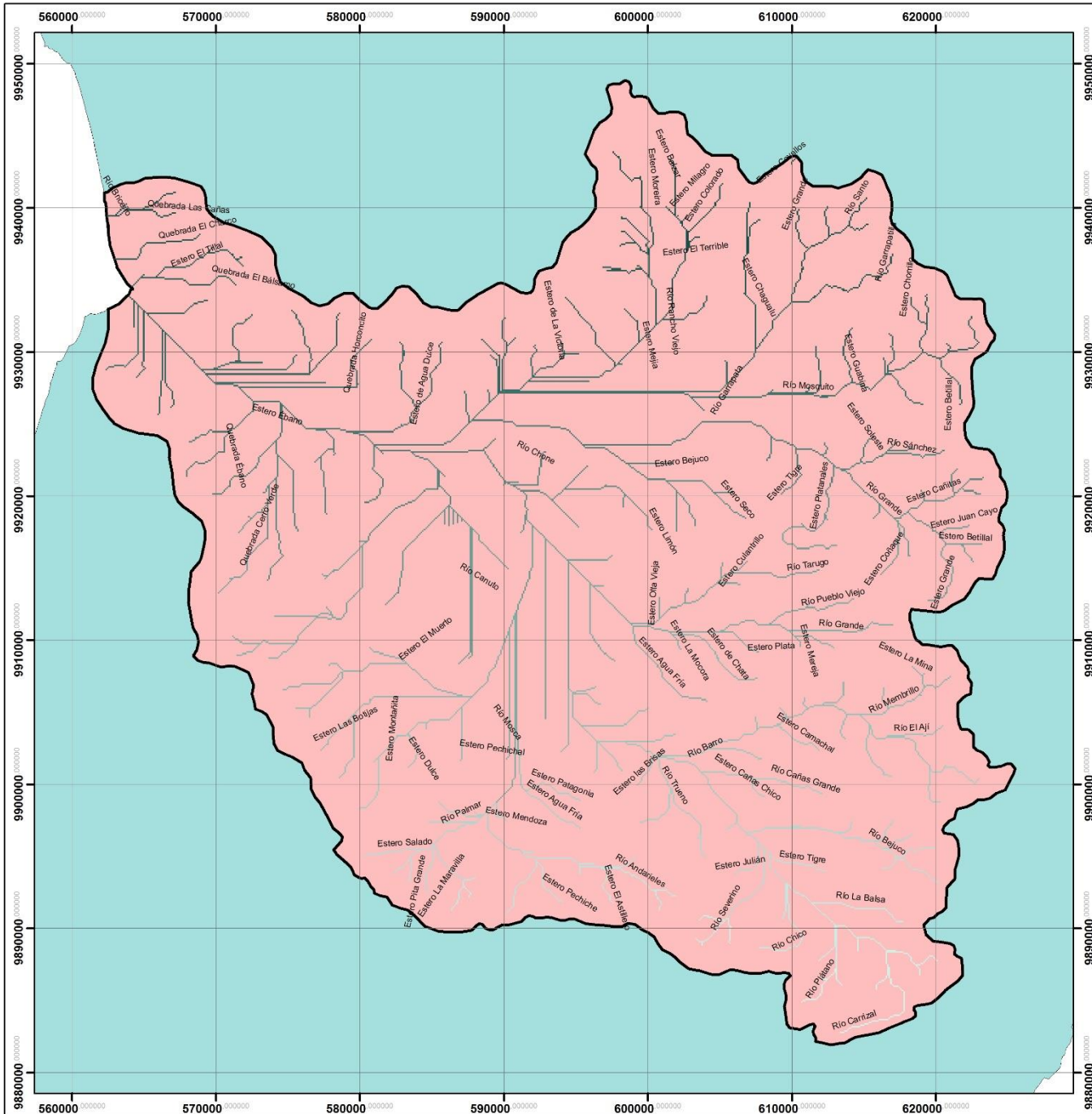
BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J., Robanal, H. & Meléndez, R., 2010. *Evaluar y caracterizar el clima para la micro zonificación ecológica y económica de la cuenca alta y media del tío Sisa*, Perú: Soluciones prácticas ITDG.
- Arteaga, R. y otros, 2012. Balance hídrico y clasificación climática del estado de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia. Trópico húmedo*, 28(1), pp. 1-14.
- Campos Aranda, D., 1998. *Procesos del ciclo hidrológico*. Tercera ed. s.l.:Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería..
- Catie, 1973. *Biografía Dr. Leslie R. Holdridge: Dr. Leslie R. Holdridge: La capacidad de crear a partir de lo cotidiano...En el sistema creado por Holdridge, la zona de vida. Clasificación internacional y cartografía de la vegetación*, s.l.: s.n.
- de Souza, R., Paes, d., Grosseli, L. & Leite, d., 2007. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia: revista de ciencias agronômicas*, 66(4), pp. 711-720.
- Derrotero, J., 2012. *Información General de la República del Ecuador*, s.l.: INOCAR.
- Domínguez, C., 2009. *Introducción al ordenamiento de cuencas. Apuntes del Módulo I. Maestría en Gestión Integrada de Cuencas*, s.l.: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Esper, M. Y. & Perucca, L. P., 2014. Caracterización morfométrica de la Cuenca del río Seco a propósito de las fuertes precipitaciones de enero de 2013, Departamento Sarmiento, San Juan, Argentina. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66(2), pp. 235-245.
- FAO, 1992. *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: estudio y planificación de cuencas hidrográficas*. Roma: s.n.
- FAO, 2007. *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Faustino, J., 2006. *Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Ferguson, B., 1996. Estimation of Direct Runoff in the Thornthwaite Water Balance. *Professional Geographers*, 48(3), pp. 263-271.

- Gil, V., 2009. *Hidrogeomorfología de la cuenca alta del Sauce Grande aplicada al peligro de crecidas*. Tesis Doctoral, Bahía Blanca, Argentina: Universidad Nacional del Sur.
- Herriko, E., 1982. Geomorfología. *Lurralde :inv. espac*, Issue 5, pp. 35-45.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización. *Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. , I(103)*.
- Jimenez, F., 2009. Reconocimiento inicial de la cuenca e identificación y caracterización de actores claves. En: *Material de referencia en curso de maestría en manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas*. Turrialba – Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), p. 14 .
- Jouravlev, A., 2003. Los municipios y la gestión de los recursos hídricos. . En: *Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 66*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Kar, G. & Verma, H., 2005. Climatic water balance, probable rainfall, rice crop water requirements and cold periods in AER 12.0 in India. *Agricultural Water Management*, Volumen 72, pp. 15-32.
- Kerkides, P., Michalopoulou, H., Papaioannou, G. & Pollatou, R., 1996. Water balance estimates over Greece. *Agricultural Water Management*, Volumen 32, pp. 85-104.
- López Cadenas de Llano, F., 1998. *Restauración Hidrológica Forestal de cuencas y Control de la Erosión*. Ingeniería Medioambiental, TRAGSATEC, Ministerio de Medio Ambiente.. Madrid: Mundi Prensa.
- Lozada, G. & César, S., 2003. Diferencias entre las deficiencias y excedentes hídricos estimados a partir del balance hídrico climático normal y secuencial de las localidades de Bramon, Venezuela, y Piracicaba, Brazil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 11(1), pp. 195-198.
- MAE & FAO, 2014. *Experiencias de Manejo y Gestión de Cuencas en el Ecuador: Indicadores para una evaluación rápida*, Quito: FAO.
- MAE, M. d. A. d. E., 2015. *Acciones lideradas por el MAE para contrarrestar el cambio climático en Ecuador*. [En línea] Available at: <http://www.ambiente.gob.ec/acciones-lideradas-por-el-mae-para-contrarrestar-el-cambio-climatico-en-ecuador/>
- MAGAP & CLIRSEN, 2012. *Estudio Análisis de Amenaza por tipo de movimientos en masa*, Quito: Instituto Espacial del Ecuador.
- Maidment, D., 1992. *Handbook of Hydrology*. New York: McGraw Hill.
- McCabe, G. & Markstrom, S., 2007. *A monthly water-balance model driven by a graphical user interface*, Reston, Virginia: s.n.
- ONU-Agua, 2008. *Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans*, s.l.: s.n.
- Palero, M., 1988. Evaluación del uso de imágenes Landsat en el análisis morfométrico de la red de drenaje y en el modelo HUIGC. En: *Mecanismos de aprovechamiento hídrico en la región andina*. Mendoza, Argentina: s.n.

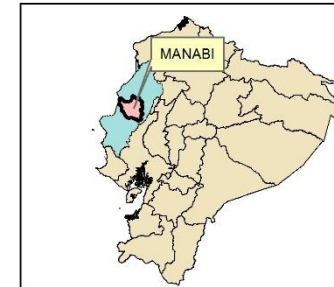
- Pereira, M., 2012. *Litología y estructura Geológica*, Caracas : Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería . Departamento de Geología.
- Piedra, L., 2013. *Metodología para la extracción automática de cuencas y elaboración de un mapa de salida con Ispytas en ArcGIS 10.2*, Xalapa-Enríquez, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- PNUMA, P. d. I. N. U. p. e. M. A., 2015. *Manejo de ecosistemas*. s.l.:Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Pochat, V., 2008. *Principios de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos*. s.l.:Global Water Partnership.
- REDLACH-FAO, 2002. *La situación del manejo de cuencas hidrográficas en el Ecuador*. Ambato, EC, FAO.
- Roberto, P., 2005. Simplificado o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. *Bragantia: revista de ciencias agronómicas*, 64(2), pp. 311-313.
- Rodríguez, C. A. V. & Romero, L. F. C., 2003. *Manual de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. El Salvador: Universidad De El Salvador .
- Rojo, J., 2000. *Morfometría de cuencas*. Antioquia, Colombia: s.n.
- Romero, M. & López, F., 1987. Morfometría de redes fluviales: Revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al alto Guadalquivir. *Papeles de Geografía (Física)*, Issue 12, pp. 47-62.
- Sala, M. y. R. G., 1981. "Algunos datos morfométricos de la cuenca de Isábena", *Notes de Geografía Física*. Barcelona: Department de Geografía, Universitat de Barcelona.
- Salomón, M. & Soria, D., 2013. Estudio hidrográfico e hidrológico de las cuencas del río Seco Chacras de Coria y Tejio, Mendiza (Argentina). *Primera zona*.
- Schumm, S. A., 1956. *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambos*. New Jersey: Geological Society of America Bulletin, .
- Sepúlveda, S. & Rojas, P., 2011. Elementos del Desarrollo Sostenible. En: *COMPETITIVIDAD: Cadenas Agroalimentarias y Territorios Rurales*. San José: IICA, pp. 17-28.
- Sharma, B. y otros, 2010. Estimating the potential of rainfed agriculture in India: Prospects for water productivity improvements. *Agricultural Water Management*, 97(1), pp. 23-30.
- Sheng, T., 1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. En: *Estudio y planificación de cuencas hidrográficas*. Roma: FAO.
- Summerfield, M. A., 1991. *Global Geomorphology*. Inglaterra: Longman Scientific and Technical .
- Thornthwaite, C. & Mather, R., 1955. The water balance. *Publications in climatology, laboratory of climatology*. Centerton, NJ, p. 104.
- Torres, J. 2., 2011. *Experiencias desarrolladas en el país en materia de manejo integral de microcuencas. (Informe interno)* , Quito, EC: FAO-Proyecto de Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático..

- Vásquez, C., Herrera, D. & Gutierrez, Y., 2014. *Caracterización morfométrica de la cuenca quebrada Tatamaco, del municipio Villavieja del departamento del Huila, mediante el uso de herramienta HEC-GEOHMS*, Bogotá, D. C.: Universidad Católica de Colombia.
- Verstapteen, H., 1964. Geomorfología y conservación de recursos naturales. *Revista geográfica*, IV-V(11-12-13), pp. 69-82.
- Villón, M., 2004. *Drenaje. Insituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Agrícola*. Cartago: Centro de Información Tecnológica (CIT).



CORRIENTES SEGMENTADAS

UBICACIÓN NACIONAL



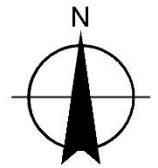
UBICACIÓN PROVINCIAL



PROVINCIA: Manabí

CANTÓN:

PARROQUIA:



LEYENDA



DATUM:
W. G. S. 1984

CUADRÍCULA:
U. T. M.

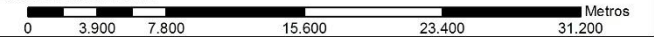
ZONA GEOGRÁFICA:
17 SUR

SONDEOS EN:
METROS

FORMATO DE PAPEL:
A4

ESCALA GRÁFICA
1:286.389

ESCALA GRÁFICA



PROYECTO:

CIERRE TÉCNICO Y SANEAMIENTO DE LA CELDA DE EMERGENCIA
UBICADA EN EL SECTOR AGRUPACIÓN DE LOS RÍOS

AUSPICIADO POR:



ELABORADO POR:



ANDRÉS BURGOS

MARÍA CARPIO

APROBADO POR:

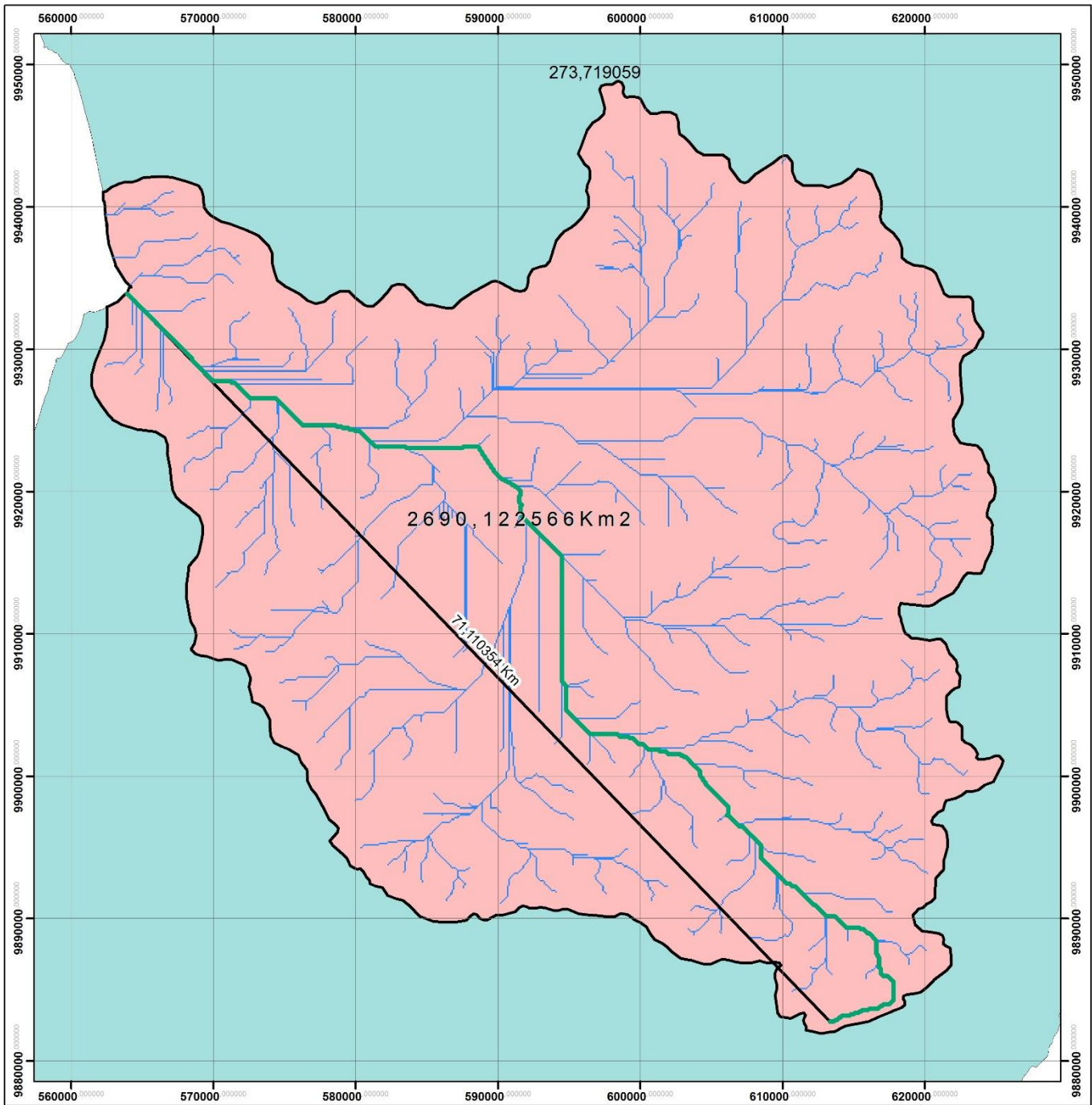
ING. CUMANDÁ PHILCO
TUTORA

CARTOGRAFÍA BASE:
A4

LAMINA N°:
03/19

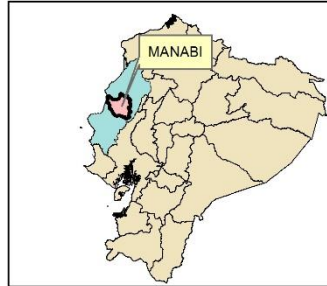
REALIZADO:
AGOSTO 2016

NOMBRE DE ARCHIVO:
03 CORRIENTES SEGMENTADAS A4

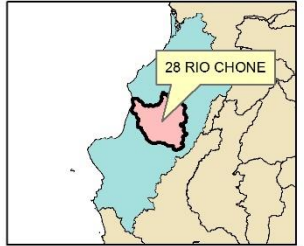


PARTES DE LA CUENCA

UBICACIÓN NACIONAL



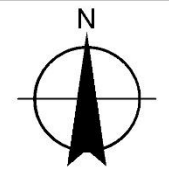
UBICACIÓN PROVINCIAL



PROVINCIA: Manabí

CANTÓN:

PARROQUIA:



LEYENDA

- Río principal
- Longitud de la cuenca
- Líneas de drenaje
- Perímetro de la cuenca
- Chone
- Manabí

DATUM:
W. G. S. 1984

CUADRÍCULA:
U. T. M.

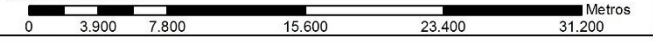
ZONA GEOGRÁFICA:
17 SUR

SONDEOS EN:
METROS

FORMATO DE PAPEL:
A4

ESCALA GRÁFICA
1:286.389

ESCALA GRÁFICA



PROYECTO:

CIERRE TÉCNICO Y SANEAMIENTO DE LA CELDA DE EMERGENCIA
UBICADA EN EL SECTOR AGRUPACIÓN DE LOS RÍOS

AUSPICIADO POR:



ELABORADO POR:



ANDRÉS BURGOS
MARÍA CARPIO

APROBADO POR:

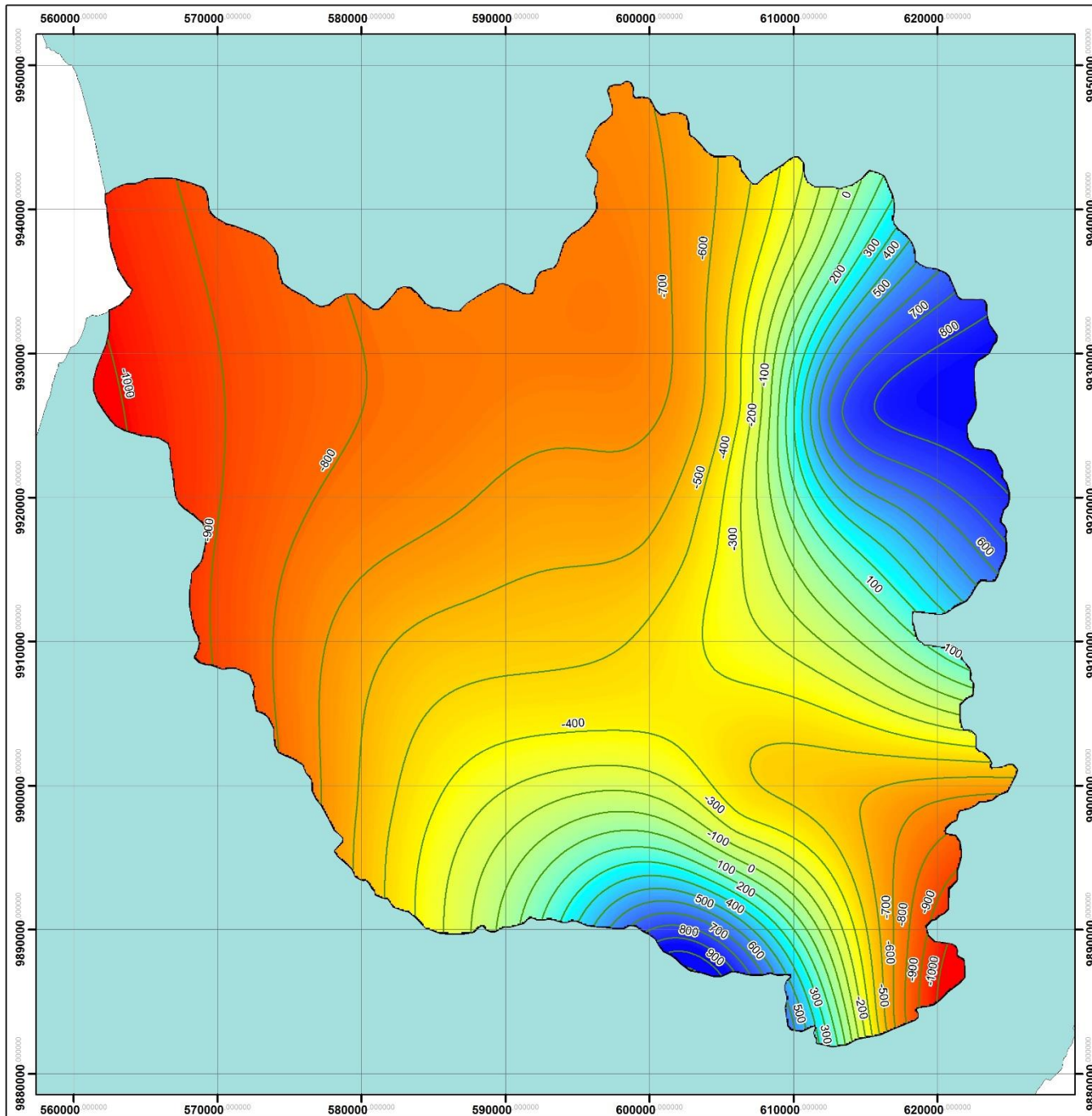
ING. CUMANDÁ PHILCO
TUTORA

CARTOGRAFÍA BASE:
A4

LAMINA N°:
04/19

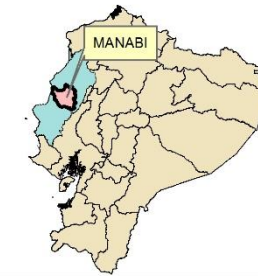
REALIZADO:
AGOSTO 2016

NOMBRE DE ARCHIVO:
04 PARTES DE LA CUENCA A4



BALANCE HIDRICO CLIMATICO ANUAL

UBICACIÓN NACIONAL



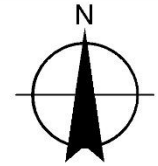
UBICACIÓN PROVINCIAL



PROVINCIA: Manabí

CANTÓN:

PARROQUIA:



LEYENDA



DATUM:
W. G. S. 1984

CUADRÍCULA:
U. T. M.

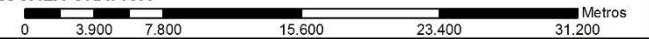
ZONA GEOGRÁFICA:
17 SUR

SONDEOS EN:
METROS

FORMATO DE PAPEL:
A4

ESCALA GRÁFICA
1:286.389

ESCALA GRÁFICA



PROYECTO:

CIERRE TÉCNICO Y SANEAMIENTO DE LA CELDA DE EMERGENCIA
UBICADA EN EL SECTOR AGRUPACIÓN DE LOS RÍOS

AUSPICIADO POR:



ELABORADO POR:



ANDRÉS BURGOS
MARÍA CARPIO

APROBADO POR:

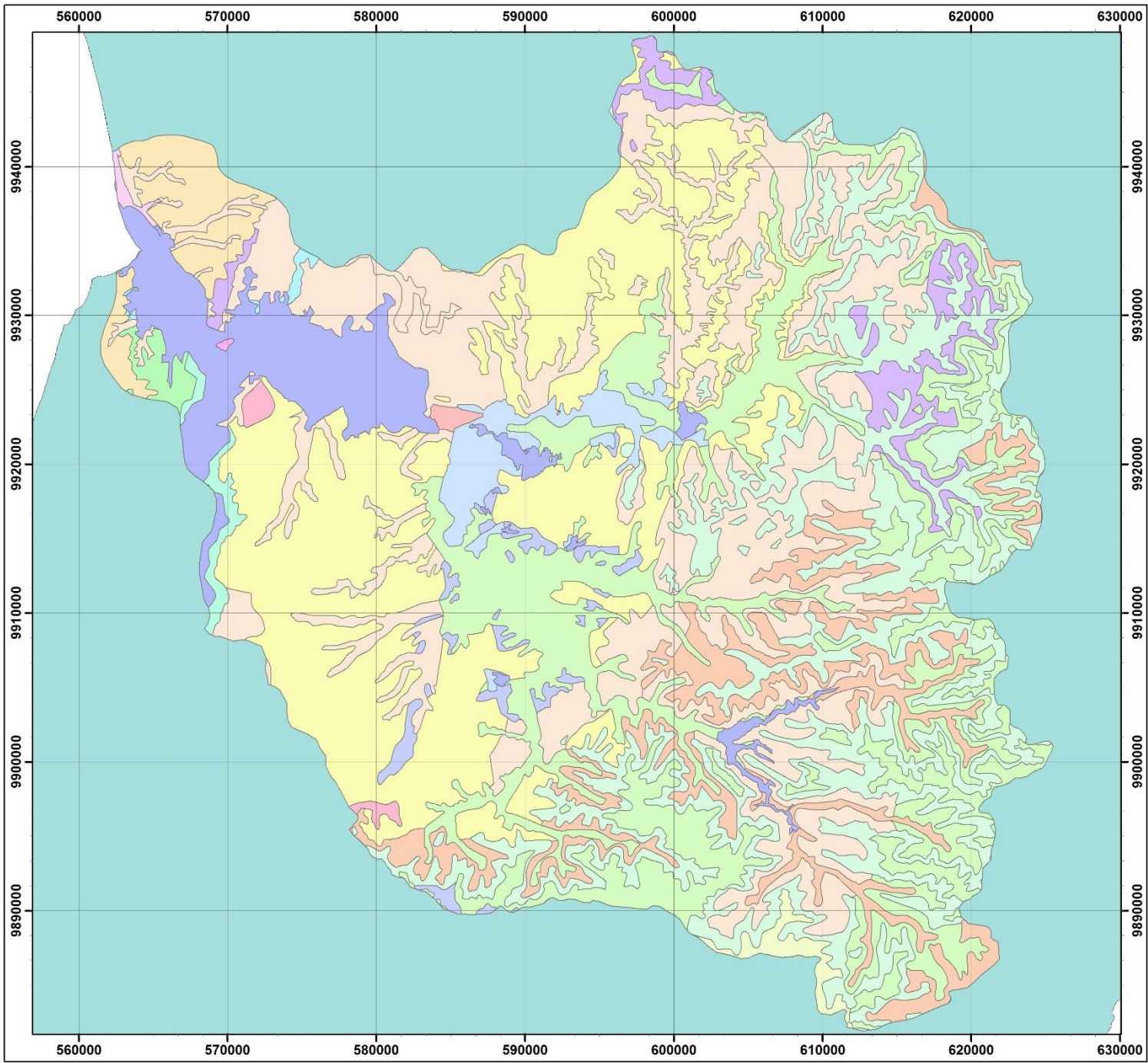
ING. CUMANDÁ PHILCO
TUTORA

CARTOGRAFÍA BASE:
A4

LAMINA N°:
19/19

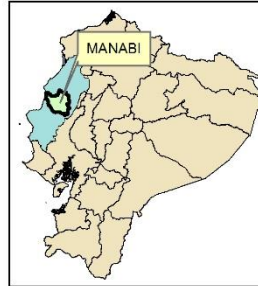
REALIZADO:
AGOSTO 2016

NOMBRE DE ARCHIVO:
19 BALANCE HIDRICO CLIMATICO ANUAL A4



21 TIPO DE SUELO

UBICACIÓN NACIONAL



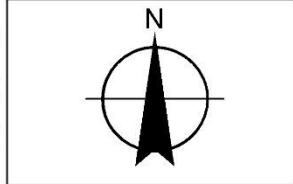
UBICACIÓN PROVINCIAL



PROVINCIA: Manabí

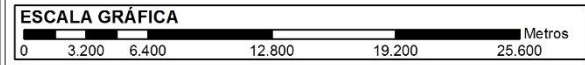
CANTÓN:

FUENTE: S.N.I.



LEYENDA			
ANDEPT	ORTHENT	UDALF	USTERT
AQUEPT	ORTHID+ORTHENT	UDALF+UDOLL	USTOLL
AQUEPT	PSAMMENT	UDOLL	USTOLL+ORTHENT
FLUVENT	TROPEPT	UDOLL+ORTHENT	Manabí
CUERPOS DE AGUA	TROPEPT+ORTHENT	USTALF	

DATUM: W. G. S. 1984	CUADRICULA: U. T. M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 SUR
SONDEOS EN: METROS	FORMATO DE PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:262.000



PROYECTO:
CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA Y MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO CHONE COMO APOORTE A LA GESTIÓN INTEGRAL
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

AUSPICIADO POR:

ELABORADO POR:

ANDRÉS BURGOS
MARÍA CARPIO

APROBADO POR:

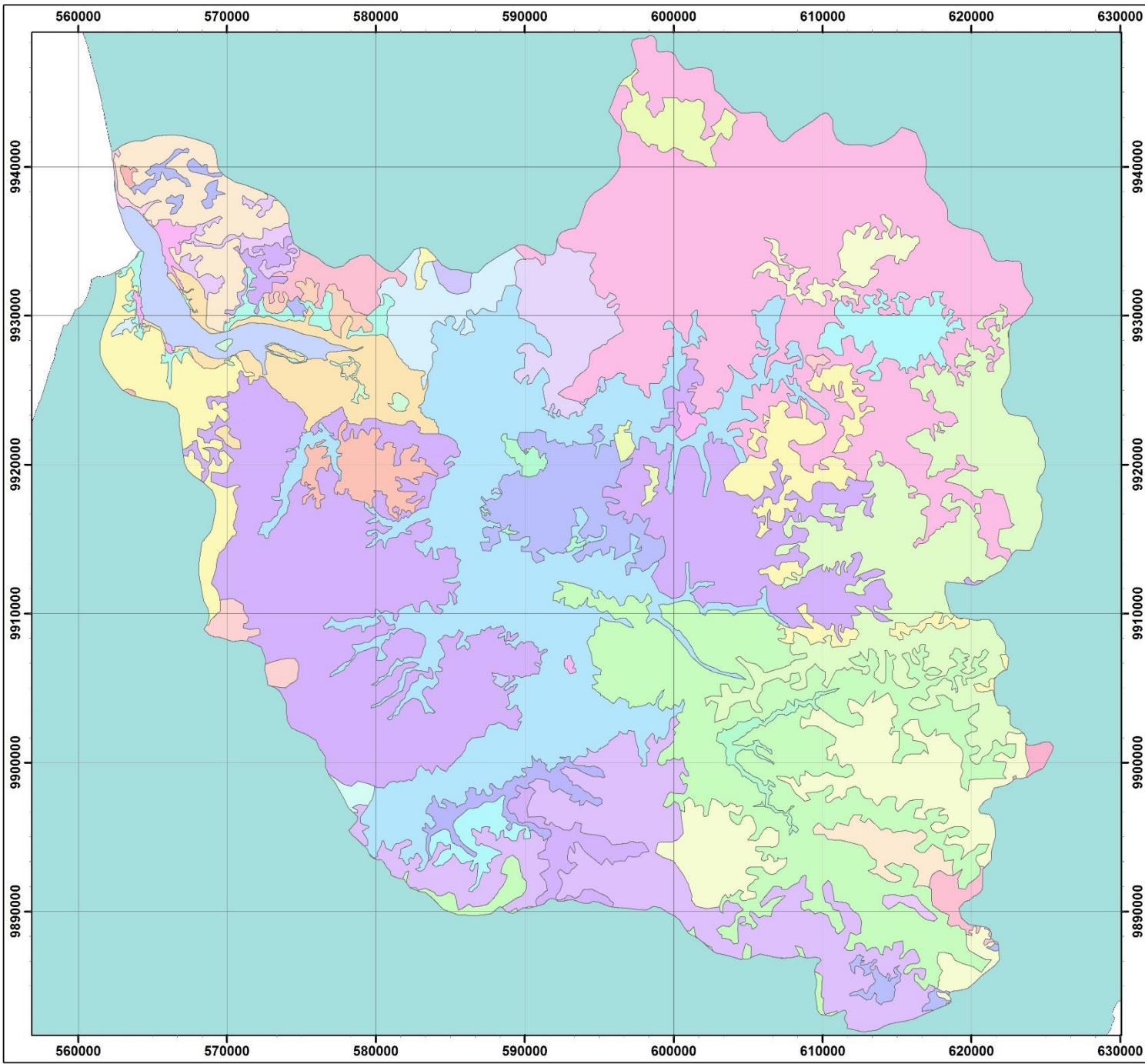
ING. CUMANDÁ PHILCO
TUTORA

CARTOGRAFÍA BASE:
A4

LAMINA N°:
21/23

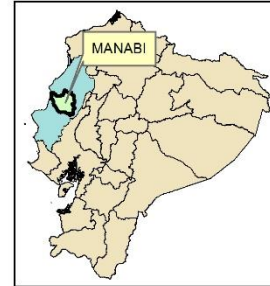
REALIZADO:
AGOSTO 2016

NOMBRE DE ARCHIVO:
21 TIPO DE SUELO A4



22 USO DE SUELO

UBICACIÓN NACIONAL



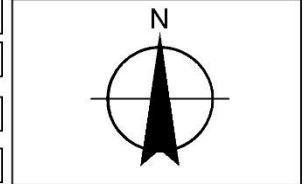
UBICACIÓN PROVINCIAL



PROVINCIA: Manabi

CANTÓN:

FUENTE: S.N.I.

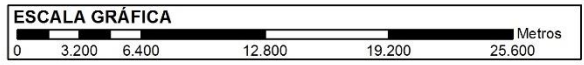


LEYENDA

Ae	Cc	Cx	Pc	Pc/Cr	Pn/Af	Wn
Bi-Pc	Cc-Pc	Cx/Bi	Pc/Ae	Pc/Cx	U	Manabi
Bi/Pc	Cc/Ap	Cx/Pc	Pc/Af	Pc/Va	Va	
Bm	Cc/Pc	Ob	Pc/Bi	Pn	Va/Pc	
Bn	Cr-Pc	Oc	Pc/Cc	Pn/Ae	Va	

DATUM: W. G. S. 1984	CUADRICULA: U. T. M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 SUR
-------------------------	-------------------------	----------------------------

SONDEOS EN: METROS	FORMATO DE PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA 1:262.000
-----------------------	-------------------------	-----------------------------



PROYECTO:
CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA Y MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO CHONE COMO APOORTE A LA GESTIÓN INTEGRAL
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS



ELABORADO POR:
ANDRÉS BURGOS
MARÍA CARPIO

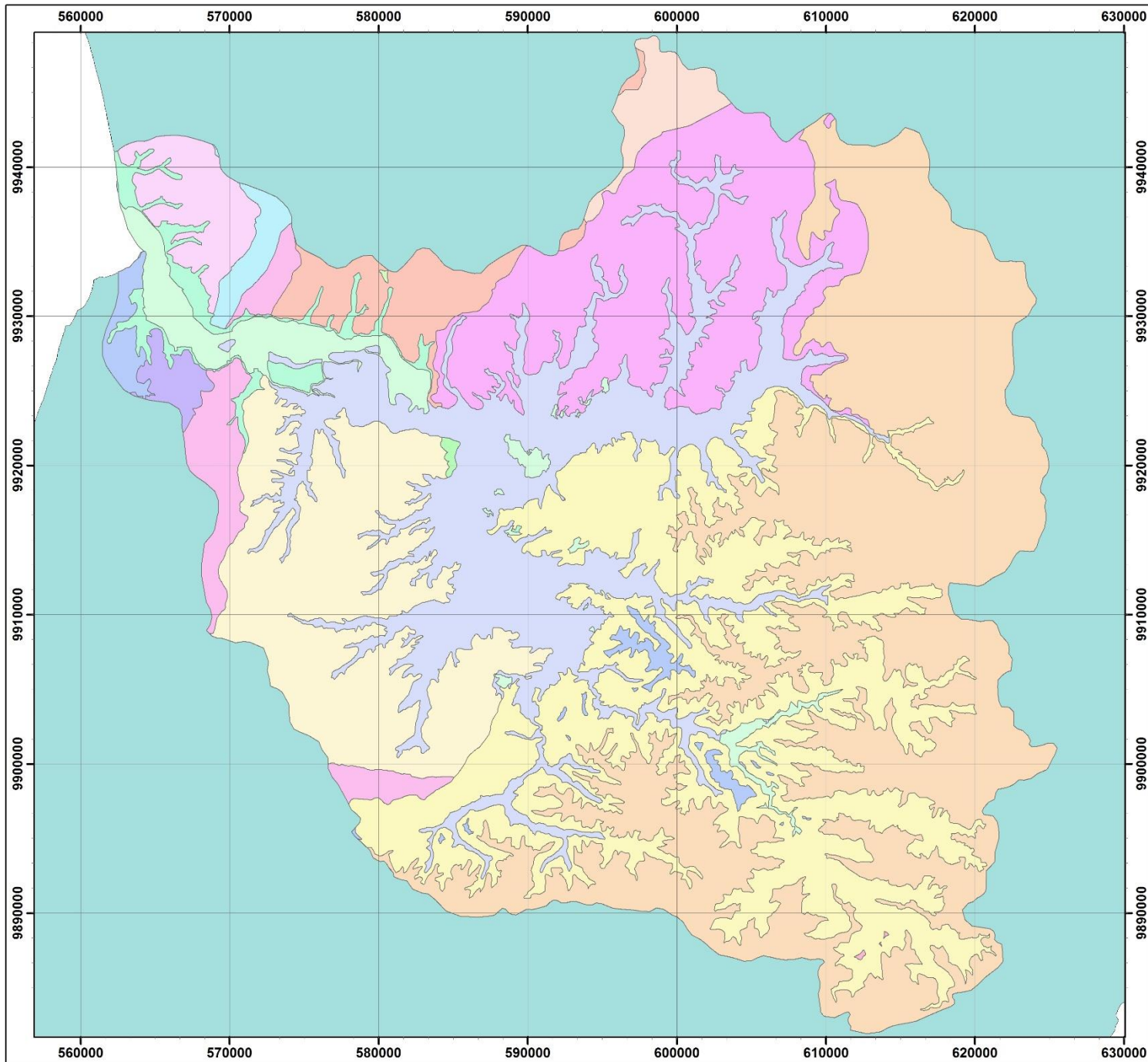
APROBADO POR:
ING. CUMANDÁ PHILCO
TUTORA

CARTOGRAFÍA BASE:
A4

LAMINA N°:
22/23

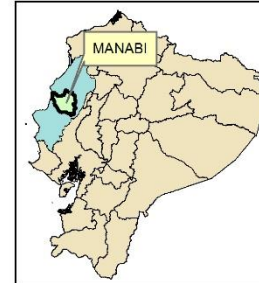
REALIZADO:
AGOSTO 2016

NOMBRE DE ARCHIVO:
22 USO DE SUELO A4



23 LITOLOGÍA DE LA CUENCA

UBICACIÓN NACIONAL



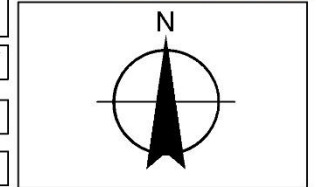
UBICACIÓN PROVINCIAL



PROVINCIA: Manabí

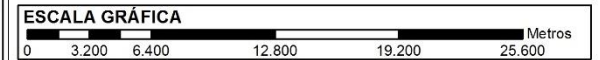
CANTÓN:

FUENTE: S.N.I.



LEYENDA	
CUERPOS DE AGUA	ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS, ARCILLA
ARCILLA TORCICA CON CAPAS DE ARENISCAS DELGADAS, LUTITAS LIMOLITAS	CONGLOMERADO ARENISCAS CON NIVELES CALCAREOS
CONGLOMERADO ARENISCAS CON NIVELES CALCAREOS, ARCILLA LAMINADA	COQUINAS, ARENISCAS, LODOLITAS, CONGLOMERADOS
ARCILLAS, ARENISCAS, LUTITAS	DEPOSITO ALUVIAL
ARCILLAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS	DETRITUMBE
ARENISCAS Y ARCILLAS CON LENTES DE CONGLOMERADOS, LUTITAS	LUTITA BLANCA
ARENISCAS, ARCILLAS	LUTITAS CAPES, ARCILLAS, ARENISCAS
ARENISCAS, CONGLOMERADOS	TERRAZAS INDIFFERENCIADAS
ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS	Manabí

DATUM: W. G. S. 1984	CUADRICULA: U. T. M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 SUR
SONDEOS EN: METROS	FORMATO DE PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA 1:262.000



PROYECTO:
CARACTERIZACIÓN FISIOGRAFICA Y MORFOMETRICA DE LA CUENCA
HIDROGRAFICA DEL RIO CHONE COMO APORTE A LA GESTIÓN INTEGRAL
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS



ELABORADO POR: ANDRÉS BURGOS MARÍA CARPIO	APROBADO POR: ING. CUMANDÁ PHILCO TUTORA
---	--

CARTOGRAFÍA BASE: A4	LAMINA N°: 23/23
-------------------------	---------------------

REALIZADO: AGOSTO 2016	NOMBRE DE ARCHIVO: 23 LITOLOGÍA DE LA CUENCA A4
---------------------------	--