

PLAN DE DRAGADO PROVINCIAL DE MANABÍ 2023 -2030





El Plan de Dragado Provincial de Manabí nace como una decisión política responsable y visionaria, pensada para proteger la vida, el territorio y el futuro de nuestra gente. Es una estrategia integral de desarrollo sostenible, resiliente e inclusiva, que responde con acción y planificación a los desafíos del cambio climático y deforestación que afectan a nuestras comunidades.

Este plan se construye desde la articulación interinstitucional con los Gobiernos Seccionales, el Gobierno Central a través de la Autoridad Única Ambiental, otras entidades y la sociedad civil, demostrando que cuando el Estado y el territorio trabajan juntos, los resultados llegan.

A través de acciones concretas como el dragado hidráulico y mecánico, la limpieza de ríos, y esteros, reforzamiento de riveras y muros, no solo reducimos la vulnerabilidad y prevenimos riesgos, sino que protegemos hogares, fortalecemos la producción y devolvemos tranquilidad a todos los habitantes del Manabí mágico y diverso.

Leonardo Orlando Arteaga
Prefecto de Manabí



EQUIPO DE ELABORACIÓN

PLAN DE DRAGADO PROVINCIAL DE MANABÍ 2023-2030

Nivel Estratégico

Econ. José Leonardo Orlando Arteaga	Prefecto de Manabí
Sra. Kelly Lourdes Buenaventura Moreira	Vice Prefecta de Manabí

Nivel Técnico Operativo - Director

Ing. Carlos Gustavo Villacreses Viteri	Director de Riego y Recursos Hídricos
Econ. Isaac Armando Sosa Loor	Director de Planificación para el Desarrollo
Ing. Ana Lía Rivadeneira Burgos	Directora de Ambiente y Riesgo

Nivel Técnico Operativo - Subdirectores

Ing. Nadia Estefanía Abad Gallardo	Subdirectora de Gestión de Recursos Hídricos (E)
Ing. Paola Jacqueline Salcedo Arteaga	Subdirectora de Riego (E)
Ing. Miguel Héctor Guerrero Vivanco	Subdirector de Planificación Territorial (E)
Ing. Vicente Iván Jarre Mendoza	Subdirector de Ambiente y Riesgo

Equipo Metodológico / Técnico permanente

Ing. Katty Rosanna Ramírez Moreira	Dirección de Riego y Recursos Hídricos
Ing. Sergio Paul Donoso Lucas	Dirección de Riego y Recursos Hídricos
Ing. Karol Kassandra Cuenca Zambrano	Dirección de Riego y Recursos Hídricos
Ing. Germán Augusto Morales Valencia	Dirección de Riego y Recursos Hídricos
Ing. Otto Rodrigo Pérez Santana	Dirección de Riego y Recursos Hídricos

Ing. Ricardo Andrés Guillen Rivadeneira	Dirección de Riego y Recursos Hídricos
Ing. Jean Paul Guadamud Sánchez	Dirección de Riego y Recursos Hídricos
Ec. Viviana Catalina Murillo Bardales	Dirección de Riego y Recursos Hídricos

Equipo técnico de apoyo institucional GADPM

Ing. Diego Alejandro Rivera Govea	Unidad de Gerenciamiento de Programas
Arq. Edgar Winther Santana Rivera	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Ing. Katty Dolores Mendoza Intriago	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Arq. María José Sornoza Ramírez	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Ing. Denisse Alexandra Marcillo Barahona	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Ing. Derlin Verenisse Romero Delgado	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Arq. Valeria Stephania Delgado Zambrano	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Ec. Patricia Lorena Rodriguez Galarza	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Ing. Carlos Alfredo Cevallos Saltos	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Arq. Juan Carlos Pin Rodríguez	Dirección de Planificación para el Desarrollo
Ec. Gema Gabriela Menéndez Zambrano	Dirección de Fomento Productivo
Ing. Neil Zambrano Quiroz	Dirección de Ambiente y Riesgo

Colaboradores externos

Ing. Lesme Eduardo Sánchez Velez	Manabí Vial E.P
Ing. Limberg Alfonso Macias Mendoza	Consultor Privado

ÍNDICE

1	CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	15
1.1.	INTRODUCCIÓN	15
1.2.	NORMATIVA LEGAL	16
1.3.	CONSTRUCCIÓN DEL PLAN.....	24
2	CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DE MANABÍ.....	28
2.1	CARACTERIZACIÓN GENERAL.....	28
2.2	DEMOGRAFÍA, POBLACIÓN Y USO DE SUELO	47
2.2.	RECURSOS NATURALES DE LA PROVINCIA DE MANABI	55
2.3	CARACTERIZACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MANABÍ.....	109
2.4	ACTIVIDADES DE DRAGADO HIDRÁULICO	332
2.5	ESTIMACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INTERVENCIÓN DE DRAGADO	338
3	CAPITULO 3: PROPUESTA	342
3.1	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA CON EL PDOT 2023-2027	342
3.2	OBJETIVOS DE DESARROLLO	342
3.3	ESTRUCTURA PROGRAMÁTICA	343
3.4	METAS E INDICADORES DE GESTIÓN	347
4	CAPITULO 4: MODELO DE GESTIÓN PLAN DE DRAGADO	348
4.1	GESTIÓN DEL PLAN DE DRAGADO	348
4.2	ESTRATEGIAS DE FINANCIAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD	355
4.3	GESTIÓN.....	359
4.4	SEGUIMIENTO, CONTROL Y EVALUACIÓN DE GESTIÓN	360

Índice de Mapas

Mapa 1.-División Política Administrativa de Manabí	37
Mapa 2.-Microregión Manabí.....	39
Mapa 3.-Microregión Nororiental	41
Mapa 4.-Microregión Costa Norte.....	42
Mapa 5.-Microregión Centro Norte.....	43
Mapa 6.-Microregión Metropolitana	44
Mapa 7.-Microregión Centro Sur	45
Mapa 8.-Microregión Sur	46
Mapa 9.-Población Urbana-Rural.....	51
Mapa 10.-Asentamientos Humanos.....	54
Mapa 11.-Patrimonio Hídrico	65
Mapa 12.-Magnitud de Sismos.....	69
Mapa 13.-Elementos de fomento productivo expuestos a Inundaciones.....	76
Mapa 14.-Elementos de fomento productivo expuestos a Inundaciones.....	79

Mapa 15.-Vulnerabilidad a vía rural a inundaciones	83
Mapa 16.-Susceptibilidad a inundaciones	88
Mapa 17.-Susceptibilidad a sequía	92
Mapa 18.-Déficit Hídrico	103
Mapa 19.- Áreas de conservación de Manabí.....	105
Mapa 20.-Deforestación en la provincia de Manabí.....	108
Mapa 21. - Ríos principales de la Provincia de Manabí.....	114
Mapa 22 .- de la Provincia de Manabí.....	116
Mapa 23. - Canales de Riego de la Provincia de Manabí.....	118
Mapa 24. - Embalse Poza Honda.....	119
Mapa 25. - Embalse La Esperanza.	122
Mapa 26.-Embalse Río Grande.	124
Mapa 27.-Embalse Daule Peripa.	126
Mapa 28.-Sistema Multipropósito	128
Mapa 29. - Unidad Hidrográfica 1515.....	132
Mapa 30.-Ráster del Factor R-USLE	136
Mapa 31. - Ráster Factor K-USLE UH 1515	139
Mapa 32. - Ráster Factor LS-USLE UH 1515.....	141
Mapa 33. - Ráster Erosión Hídrica Potencial UH 1515	143
Mapa 34. - Ráster Entero Erosión Hídrica Potencial UH 1515.....	144
Mapa 35.-Unidad Hidrográfica Río Coaque.....	148
Mapa 36.-Sedimentos del río Coaque.....	149
Mapa 37. - Ráster Factor R-USLE UH 1519.....	153
Mapa 38. - Ráster Factor K-USLE UH 1519	156
Mapa 39. - Ráster Factor LS-USLE UH 1519.....	158
Mapa 40. - Ráster Erosión Hídrica Potencial UH 1519	160
Mapa 41 - Ráster Entero Erosión Hídrica Potencial UH 1519.....	161
Mapa 42.-Unidad Hidrográfica 1518 Río Jama.....	166
Mapa 43. - Ráster del Factor R-USLE UH 1518.....	171
Mapa 44. - Ráster del Factor K-USLE UH 1518	174
Mapa 45. - Ráster del Factor LS-USLE UH 1518.....	176
Mapa 46. - Ráster de la Erosión Hídrica Potencial UH 1518.....	178
Mapa 47. - Ráster Entero de la Erosión Hídrica Potencial UH 1518	179
Mapa 48.-Unidad Hidrológica 1517 Río Briceño	184
Mapa 49. - Ráster Factor R-USLE UH 1517.....	189
Mapa 50. - Ráster Factor K-USLE UH 1517	192
Mapa 51. - Ráster Factor LS-USLE UH 1517.....	194
Mapa 52. - Ráster de la Erosión Hídrica Potencial UH 1517.....	195
Mapa 53. - Ráster Entero de la Erosión Potencial UH 1517	196
Mapa 54.-Unidad Hidrológica 1516 Chone	207

Mapa 55.-Ubicación de la cuenca del río Portoviejo en la provincia de Manabí.....	209
Mapa 56. - Ráster Factor R-USLE UH 1514.....	213
Mapa 57.-Factor K-USLE Cuenca del río Portoviejo	216
Mapa 58. - Factor LS-USLE Unidad Hidrográfica 1514	218
Mapa 59. - Erosión Hídrica Potencial UH 1514.....	221
Mapa 60.-Unidad Hidrográfica 1513 Jipijapa	226
Mapa 61.-Ubicación de la cuenca del río Jipijapa-Provincia de Manabí	226
Mapa 62.-. Ráster del Factor R-USLE	232
Mapa 63.-Ráster del Factor K-USLE	235
Mapa 64.-Ráster Factor LS-USLE	238
Mapa 65. - Erosión Hídrica Potencial UH 1513.....	240
Mapa 66. - Ráster Entero Erosión Hídrica Potencial UH 1513.....	241
Mapa 67.-Unidad Hidrográfica 1426 Río Colimes	246
Mapa 68. - Ráster Factor R-Ubicación de la Cuenca del Río Colimes	250
Mapa 69.-Ráster del Factor K-USLE 1426	253
Mapa 70.-Ráster Factor LS-USLE 1426	255
Mapa 71. - Erosión Hídrica Potencial UH 1426.....	257
Mapa 72. - Ráster Entero Erosión Hídrica de la Cuenca del Río Colimes.....	258
Mapa 73.-Unidad Hidrográfica 1428.....	264
Mapa 74. - Ráster Factor R-USLE UH 1428.....	268
Mapa 75. - Ráster Factor K-USLE UH 1428	271
Mapa 76. - Ráster Factor LS-USLE UH 1428.....	273
Mapa 77. - Ráster de la Erosión Hídrica Potencial UH 1428.....	275
Mapa 78. - Ráster Entero de la Erosión Hídrica Potencial UH 1428	276
Mapa 79. - Unidad Hidrográfica 1429.....	281
Mapa 80. - Ráster Factor R-USLE UH 1429.....	285
Mapa 81. - Ráster Factor K-USLE UH 1429	288
Mapa 82. - Ráster Factor LS-USLE UH 1429.....	290
Mapa 83. - Ráster de la Erosión Hídrica Potencial UH 1429.....	292
Mapa 84. - Ráster Entero de la Erosión Hídrica Potencial UH 1429	293
Mapa 85.-Unidad Hidrográfica 1526.....	298
Mapa 86. - Ráster Factor R-USLE UH 1526.....	302
Mapa 87. - Ráster Factor K-USLE UH 1526	305
Mapa 88. - Ráster Factor LS-USLE UH 1526.....	307
Mapa 89. - Ráster de la Erosión Hídrica Potencial UH 1526.....	309
Mapa 90. - Ráster Entero de la Erosión Hídrica Potencial UH 1526	310
Mapa 91. - Río Magro	314
Mapa 92. - Ráster Factor R-USLE UH 1424.....	318
Mapa 93. - Ráster Factor K-USLE UH 1424	321
Mapa 94. - Ráster Factor K-USLE UH 1424	323

Mapa 95. - Ráster de la Erosión Hídrica Potencial UH 1424.....	325
Mapa 96. - Ráster Entero de la Erosión Hídrica Potencial UH 1424	326

Índice de Tablas

Tabla 1.-Caracterización general de la provincia de Manabí.	33
Tabla 2. - Caracterización por cantones de la provincia de Manabí.	34
Tabla 3.-Caracterización por microrregión.	40
Tabla 4.-Población Nacional y Manabí 2001 – 2010 – 2022	49
Tabla 5.-Población por sexo Nacional y Manabí. 2001 – 2010 -2022.	49
Tabla 6.-Áreas amanzanadas, tipología y proporción espacial.	52
Tabla 7.-Cantidad de centros poblados por cantón en Manabí.	53
Tabla 8.-Cobertura de uso de suelo de Manabí.	55
Tabla 9.-Demarcaciones Hidrográficas dentro de la Provincia de Manabí	62
Tabla 10.-Kilómetros de Ríos de cada Unidad Hidrográfica.	64
Tabla 11.-Eventos sísmicos históricos y sus características generales.	67
Tabla 12.-Susceptibilidad de Cuencas a Inundaciones	73
Tabla 13.-Susceptibilidad	74
Tabla 14.-Infraestructura de fomento productivo a amenaza de inundación	77
Tabla 15.- <i>Grado de vulnerabilidad a amenaza por inundación de infraestructura productiva por cantones</i>	80
Tabla 16.-Centros de acopio por cuenca hidrográfica expuestos a amenazas de inundación.	81
Tabla 17.-Vulnerabilidad vía rural a inundaciones	82
Tabla 18.-Vulnerabilidad a escenarios de inundaciones	82
Tabla 19.-Viabilidad rural a inundaciones por cantones.	84
Tabla 20.-Frecuencia de inundaciones a escala provincial periodo 2013-2021	86
Tabla 21.-Población atendida por eventos adversos de inundaciones por el SNGR periodo 2013-2018	87
Tabla 22.- Tipos de incendios	101
Tabla 23.-Áreas protegidas de Manabí	104
Tabla 24.-ACUS Manabí.	106
Tabla 25.-Bosques Protectores en Manabí.	106
Tabla 26.- Amenazas de los Bosques Protectores en Manabí.	107
Tabla 27.- Índices de deforestación y regeneración provincial.	107
Tabla 28.- Área deforestada y causas de deforestación por cantones.	107
Tabla 29.-Riesgo por cantones.	109
Tabla 30.-Información básica de las principales cuencas de la demarcación hidrográfica de Manabí.	111
Tabla 31.-Características de los principales ríos de la demarcación hídrica de Manabí.	112
Tabla 32.- de la provincia de Manabí.	115
Tabla 33.-Ubicación de las estructuras hidráulicas del sistema Poza Honda.	117
Tabla 34.-Área de riego en hectáreas del sistema Carrizal Chone.	120

Tabla 35.-Principales áreas irrigadas de la demarcación hídrica de Manabí	125
Tabla 36.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	135
Tabla 37.- Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	137
Tabla 38.- Cálculos determinación de Factor K	138
Tabla 39.- Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	145
Tabla 40.-Clasificación de la erosión hídrica UH 1515.....	146
Tabla 41.-Datos predominantes de la Cuenca Río Coaque.....	147
Tabla 42.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	152
Tabla 43.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	155
Tabla 44.-Cálculos determinación de Factor K	155
Tabla 45. - Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	162
Tabla 46.-Clasificación de la erosión hídrica Coaque	163
Tabla 47.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	164
Tabla 48.-Datos predominantes de la Cuenca Río Jama.....	165
Tabla 49.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	167
Tabla 50.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	170
Tabla 51.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	173
Tabla 52. - Cálculos determinación de Factor K	173
Tabla 53.- Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	180
Tabla 54.- Clasificación de la erosión hídrica Jama	181
Tabla 55.-Datos Predominantes de la cuenca Río Briceño.....	182
Tabla 56.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	182
Tabla 57.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	187
Tabla 58.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	191
Tabla 59.-Cálculos determinación de Factor K	191
Tabla 60. - Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	197
Tabla 61. - Clasificación de la erosión hídrica Briceño.....	198
Tabla 62.-Datos predominantes de la Cuenca Chone.....	199
Tabla 63.-Factor R en la Cuenca del río Chone.....	199
Tabla 64.-Datos de precipitación anual de estaciones meteorológicas.....	199
Tabla 65.-Factor R en la Cuenca del río Carrizal y Chone	200
Tabla 66.-Textura en la Cuenca del río Chone	200
Tabla 67.-Valor de erodabilidad.....	200
Tabla 68.-Factor K de la cuenca del río Chone	201
Tabla 69.-Factor L/S en la Cuenca del río Chone.....	201
Tabla 70.-Factor C en la Cuenca del río Chone	202
Tabla 71.-Ecuación de RUSLE en la Cuenca del río Carrizal y Chone	202
Tabla 72.-Capacidad de transporte de sedimentos en la Cuenca del río Chone	203
Tabla 73.-Afectaciones con declaratorias emergentes valoradas por año unidad hidrográfica 1516 ...	205
Tabla 74.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	206

Tabla 75.-Datos predominantes de la cuenca Portoviejo.....	208
Tabla 76.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	211
Tabla 77.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	223
Tabla 78.-Datos predominantes de la cuenca Jipijapa	225
Tabla 79.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	230
Tabla 80.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	234
Tabla 81.-Cálculos determinación de Factor K	234
Tabla 82.-Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	242
Tabla 83.-Clasificación de la erosión hídrica Jipijapa	243
Tabla 84.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	244
Tabla 85.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	249
Tabla 86.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	252
Tabla 87.-Cálculos determinación de Factor K	252
Tabla 88.-Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	259
Tabla 89.-Clasificación de la erosión hídrica Colimes	260
Tabla 90.-Datos predominantes Cuenca Río Puca.....	261
Tabla 91.-Afectaciones con declaratorias emergentes valoradas por año unidad hidrográfica 1428 ...	262
Tabla 92.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	263
Tabla 93.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	267
Tabla 94.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	270
Tabla 95.-Datos predominantes en la unidad hidrográfica 1429	279
Tabla 96.-Afectaciones con declaratorias emergentes valoradas por año unidad hidrográfica 1429 ...	279
Tabla 97.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	280
Tabla 98.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	284
Tabla 99.-Datos predominantes de la cuenca Hidrográfica 1526.....	296
Tabla 100.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico	296
Tabla 101.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	301
Tabla 102.-Datos predominantes de la Unidad Hidrográfica 1424-Magro	313
Tabla 103.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE	317
Tabla 104.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO	320
Tabla 105.-Cálculos determinación de Factor K	320
Tabla 106.-Clasificación de la erosión hídrica FAO.....	327
Tabla 107.-Clasificación de la erosión hídrica Magro.....	328
Tabla 121 Demanda de dragado en la Provincia de Manabí.	341
Tabla 122 Portafolio de Proyectos: Programa Manabí Equipado.....	344

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. - Pasos para el proceso de formulación y aprobación del PDPM	25
Ilustración 2.- Fases de formulación del Plan de Dragado Provincial de Manabí	26

Ilustración 3.- Alineación Multinivel del PDPM.....	27
Ilustración 4.-Vulnerabilidad rural a inundación	84
Ilustración 5.-Establecimiento de frecuencias e impacto	86
Ilustración 6.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	134
Ilustración 7.-Distribución porcentual de a EHP	146
Ilustración 8.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	151
Ilustración 9.-Distribución porcentual de a EHP	163
Ilustración 10.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	169
Ilustración 11.- Distribución porcentual de a EHP	181
Ilustración 12.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	186
Ilustración 13.-Distribución porcentual de a EHP	197
Ilustración 14.-Diagrama de Flujo de la Ecuación USLE.	210
Ilustración 15.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	229
Ilustración 16.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	248
Ilustración 17.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	266
Ilustración 18.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	283
Ilustración 19.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG	300
Ilustración 20.-Flujograma de procesos para la obtención del raster de la EHP con los SIG	316
.Ilustración 24 Inversión del GADPM entre el 2023 y el 2025 en la provincia de Manabí por cuenca hidrográfica.....	339
Ilustración 25 Intervención del GADPM entre el 2023 y el 2025 en la provincia de Manabí por cuenca hidrográfica.....	340

Abreviaturas

AME	Asociación de Municipalidades del Ecuador APM
APMC	Áreas de Protección Marino Costeras
BHC	Balance Hídrico Climático
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y El Caribe
CNC	Concejo Nacional de competencias
CNLI	Comisión Nacional de Límites Internos
CONGOPE	Consortio de Gobiernos Provinciales del Ecuador
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
DH	Demarcación Hidrográfica
ENEMDU	Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo
EPS	Economía Popular y Solidaria
ESPAM	Escuela Politécnica Superior Agropecuaria "Manuel Félix López"
GADPM	Gobierno autónomo Descentralizado Provincial de Manabí
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INPC	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
INOCAR	Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador o Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador
MAATE	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición ecológica

MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINTUR	Ministerio de Turismo
MPCEIP	Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional de Turismo
ONU	Organización de Naciones Unidas
PDOT	Plan de desarrollo y ordenamiento territorial
PIB	Producto Interno Bruto
PLANACC	Plan Nacional de Adaptación del Ecuador
PUCESM	Pontificia Universidad Católica del Ecuador
RVE	Red Vial Estatal
RVP	Red Vial Provincial
SEAES	Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales,
SENPLA	Secretaría Nacional de Planificación
SEPS	Superintendencia de la Economía Popular y Solidaria
SIPA	Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador
SOT	Superintendencia de Ordenamiento Territorial
SNGRE	Sistema Nacional de Gestión de Riesgos
SACPM	Sistema de Áreas de Conservación y Protección de la Provincia Manabí
SRI	Sistema Nacional de Rentas Internas
SRP	Subsecretaría de Recursos Pesqueros
TI	Terminal Internacional
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TPM	Terminal Portuario de Manta
TPC	Terminal Pesquero y de Cabotaje
ULEAM	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNDRR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo y Desastre
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNESUM	Universidad del Sur de Manabí
UMEVA	Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos
USGP	Universidad San Gregorio de Portoviejo
UTM	Universidad Técnica de Manabí
VAB	Valor Agregado Bruto



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

Dirección de
**Riego y Recursos
Hídricos**



1 CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

1.1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Manabí se distingue como un territorio privilegiado por su riqueza natural, cultural y productiva, consolidándose como una de las regiones con mayor potencial de desarrollo del país. Su amplia diversidad de ecosistemas alberga una valiosa flora y fauna, extensos recursos forestales y una geografía singular que integra montañas, valles fértiles, cuencas hidrográficas, estuarios, islas y desembocaduras de ríos hacia el océano Pacífico, configurando paisajes únicos a lo largo de su franja costera y su interior rural. Esta diversidad constituye la base de su vocación agrícola, pesquera, turística y comunitaria.

No obstante, su localización en la región Litoral expone a Manabí a diversos fenómenos climáticos extremos, tales como períodos prolongados de sequía, precipitaciones intensas, inundaciones, altas temperaturas, elevados niveles de humedad y mareas de sicigia, entre otros. Estos eventos representan una amenaza significativa para los ecosistemas, la producción agropecuaria, la disponibilidad del recurso hídrico, la seguridad alimentaria y la infraestructura pública y privada.

En torno a los escenarios planteados, se vuelve necesario la formulación de un documento metodológico estándar, que permita la implementación de estrategias de desarrollo sostenible, resiliente e inclusivas, de adaptación y mitigación frente al cambio climático, desde la planificación interinstitucional entre los Gobiernos Seccionales, la Autoridad Única Ambiental, demás actores del Gobierno Central y la sociedad civil, que sirva para la toma de decisiones a los diferentes niveles de Gobierno, respecto a su viabilidad, ejecución y seguimiento.

En tal sentido El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí, en el marco de las competencias y atribuciones conferidas por la ley, desde la Dirección de Riego y Recursos Hídricos se elaboró el Plan de Dragado Provincial de Manabí-PDPM, un documento integral, técnico y operativo, que establece los lineamientos, objetivos y metas para la elaboración de proyectos de inversión pública, que permitirán ejecutar de manera institucional y articulada actividades de dragado hidráulico y mecánico, la limpieza de ríos y esteros, en toda la provincia, reduciendo la vulnerabilidad y previniendo riesgos de inundaciones ocasionadas por eventos de lluvias intensas, y durante los periodos de sequía

interviniendo mediante la remoción de sedimentos acumulados en los cauces, incrementando la profundidad y el ancho de los ríos, presentando mejoras en las secciones hidráulicas para las circulaciones de las avenidas máximas extraordinarias. Estas acciones fortalecen su capacidad hidráulica, garantizando un manejo responsable del recurso hídrico y contribuyendo a un suministro constante, seguro y sostenible de agua para las comunidades y los sectores productivos de la provincia.

1.2. **NORMATIVA LEGAL**

El marco legal y normativo del dragado en Ecuador está claramente delineado por diversas leyes y resoluciones que asignan competencias específicas a los diferentes niveles de Gobierno; de conformidad al detalle adjunto:

La Constitución de la República del Ecuador, establece en los artículos 260, 261, 263, 313 y 314 lo que sigue:

Art. 260.- El ejercicio de las competencias exclusivas no excluirá el ejercicio concurrente de la gestión en la prestación de servicios públicos y actividades de colaboración y complementariedad entre los distintos niveles de gobierno”.

Art. 261.- “El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: (...)

8. El manejo de desastres naturales...”.

“Art. 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley:

(...)

3. Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y micro cuencas”

(...)”.

Art. 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por

su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.

El **Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)**, Título I, Principios generales, **Art. 2.-** Objetivos. - Son objetivos del presente Código: h) La definición de mecanismos de articulación, coordinación y corresponsabilidad entre los distintos niveles de gobierno para una adecuada planificación y gestión pública;

Por su parte, el **Art. 41** determina las funciones del gobierno autónomo descentralizado provincial, siendo entre otras las siguientes:

“(…)

e) Ejecutar las competencias exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y, en dicho marco prestar los servicios públicos, construir la obra pública provincial, fomentar las actividades provinciales productivas, así como las de vialidad, gestión ambiental, riego, desarrollo agropecuario y otras que le sean expresamente delegadas o descentralizadas, con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad;

(…)

m) Las demás establecidas en la Ley”.

A su vez, entre las Atribuciones del prefecto o prefecta provincial conferidas en el **artículo 50**, se determina que: “Le corresponde al prefecto o prefecta provincial:

(…)

m) Dictar, en caso de emergencia grave, bajo su responsabilidad y en la sesión

subsiguiente, medidas de carácter urgente y transitorio y dar cuenta de ellas al consejo en la sesión subsiguiente, si a éste hubiere correspondido adoptarlas, para su ratificación (...)"

Art. 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.- La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca.

El Consejo Nacional de Competencias (CNC) dispone mediante:

Resolución N° 0008-CNC-2011 emitida por el Consejo Nacional de Competencias relativa a las Transferidas: Rectoría, planificación, regulación, control y gestión de los sistemas públicos de riego y drenaje; de fecha 14 de julio del 2011, publicado en el Registro Oficial N° 509, del 9 de agosto de 2011.

Artículo 1.- Transferencia. - Transferir la competencia de planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego y drenaje a favor de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales del país, en los términos previstos en la presente resolución.

CAPÍTULO PRIMERO: ÁMBITO Y MODELOS DE GESTIÓN:

Artículo 2.- Ámbito de la transferencia.- Sin perjuicio de la facultad de los Gobiernos Autónomos Provinciales para construir la nueva infraestructura de riego y drenaje en función de la planificación nacional y provincial; la implementación y asunción efectiva de la competencia de planificar, construir, operar y mantener los sistemas de riego y drenaje, que de acuerdo con la Constitución de la República corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, tendrá lugar sobre los siguientes sistemas, observando el modelo de gestión que corresponda según las estipulaciones de la presente resolución:

7.- En los sistemas públicos de drenaje existentes o que se construyeren, en cuyo caso se

transfiere a los gobiernos provinciales la totalidad de las facultades para el ejercicio de la competencia.

SECCIÓN II: GOBIERNO PROVINCIAL

Artículo 11.- Gestión. - Corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales el ejercicio de actividades de gestión en los diferentes sistemas de riego y drenaje, en función de los modelos de gestión según el tipo de sistema, detallados en esta resolución.

Es importante indicar que la referida resolución fue reformada posteriormente por la Resolución 00012-CNC-2011 emitida el 8 de diciembre de 2011 y publicada en el RO N° 606 del 28 de diciembre de 2011, para aclarar conflictos y facultades competenciales entre niveles de gobierno en materia de riego y drenaje.

Resolución N° 005-CNC-2012, emitida por el Consejo Nacional de Competencias relativa a la “Competencia del Dragado Hidráulico y Limpieza de Ríos”, publicada en el Registro Oficial Nro. 709, de 23 de mayo de 2012, Considerando:

Que la Constitución de la República y el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización-COOTAD-, crearon el sistema nacional de competencias con el objeto organizar las instituciones, planes, programas, políticas y actividades, relacionadas con el ejercicio de las competencias que corresponden a cada nivel de gobierno guardando los principios autonomía, coordinación, complementariedad y subsidiariedad.

Que la Constitución de la República en su artículo 269, número 3, establece que el sistema nacional de competencias contará con un organismo técnico que tendrá la función de regular las competencias concurrentes entre los niveles de gobierno, de acuerdo al principio de subsidiaridad y sin incurrir en la superposición de competencias.

Que el artículo 260 de la Constitución dispone que el ejercicio de las competencias exclusivas, excluirá el ejercicio concurrente de la gestión en la prestación de servicios públicos y actividades de colaboración y complementariedad entre los distintos niveles de gobierno.

Que el artículo 318 de la Constitución de la República, dispone que le corresponde a la autoridad única del agua la planificación y la gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas.

Que de conformidad con el Decreto Ejecutivo 871, publicado en el suplemento del Registro Oficial No. 177, de 25 de septiembre de 2003, el dragado fluvial en cuencas hidrográficas se encomendó al Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Que de conformidad con el Decreto Ejecutivo 1088, publicado en Registro Oficial 346, de 27 de mayo de 2008, se creó la Secretaría Nacional del Agua, que absorbió las competencias del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, entre ellas las de dragado fluvial en cuencas hidrográficas.

Que de acuerdo con el artículo 263 numeral 3, de la Constitución de la República, corresponde al gobierno provincial, en coordinación con el gobierno regional, la ejecución de obras en cuencas y micro cuencas.

Que de acuerdo con la disposición transitoria décimo octava del COOTAD, hasta que se constituyan los gobiernos regionales autónomos, sus competencias continuarán bajo responsabilidad del gobierno central, el que podrá delegar a otros niveles de gobierno, de acuerdo con la Constitución y la Ley.

En uso de sus facultades constantes en los artículos 269 numeral 3 de la Constitución de República y 119 literal o) del COOTAD;

Resuelve:

Artículo 1.- Objeto.- La presente resolución tiene por objeto regular el ejercicio concurrente de la competencia de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros, entre el gobierno central y los gobiernos provinciales.

Artículo 2.- Ámbito.- La presente resolución se refiere al servicio de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros, en el marco de la gestión integral

de cuencas hidrográficas.

El dragado y limpieza de ríos, cuyo objeto consista en aumentar su calado, para efectos de facilitar el transporte fluvial y marítimo, así como para facilitar el acceso a puertos nacionales, se regulará por parte del Ministerio rector del transporte marítimo.

Artículo 3.- Titular de la Competencia.- El Gobierno Central es el titular exclusivo de competencia para el dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, y esteros, en el marco de la gestión integral de cuencas hidrográficas, a través de la autoridad única del agua, entidad que es la responsable última de la adecuada prestación del servicio.

Artículo 4.- Cogestor.- Los gobiernos provinciales gestionarán concurrentemente con el gobierno central el dragado, el relleno hidráulico y la limpieza de ríos, presas, embalses y esteros, en respectiva circunscripción territorial, en el marco de la gestión integral de cuencas, en los términos establecidos en la presente resolución.

Sección I

Facultades del Gobierno Central

Artículo 5.- Facultades.- En el marco de la gestión concurrente de la competencia para el dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros; corresponde al gobierno central, a través de sus distintas entidades la rectoría, la planificación, la regulación, el control y la gestión en los términos establecidos en la presente resolución.

Artículo 6.- Rectoría.- Corresponde al gobierno central, a través de la autoridad única del agua, definir los lineamientos y directrices nacionales, en materia de dragado, rellenos hidráulicos limpieza de ríos, presas, embalses y esteros; en cuanto estas actividades estén vinculadas a la gestión integral de las cuencas hidrográficas.

Artículo 7.- Planificación.- Corresponde al gobierno central, a través de la autoridad única del agua, elaborar el Plan Nacional de Dragado, rellenos hidráulicos y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros, en el marco de la gestión integral de cuencas, el mismo que deberá considerar los planes operativos de los gobiernos provinciales.

Artículo 8.- Regulación.- Corresponde al Gobierno Central, a través de la autoridad única del agua:

1. Establecer estándares para la prestación del servicio de dragado, rellenos hidráulicos, limpieza de ríos, presas, embalses y esteros; especialmente para la definición del tipo de dragas y equipos de acuerdo a las características hidrológicas y el tipo de servicio, el manejo de sedimentos, la construcción de muros de contención para depósito de sedimentos y el diseño canales de desagüe de agua dragada.
2. Establecer los requisitos para el inicio de las operaciones de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, embalses y esteros; especialmente la forma, plazos, contenido y procedimiento para la presentación de los estudios de factibilidad, batimetría, sedimentos y topografía.
3. Establecer requisitos para la adquisición de dragas.
4. Regular los mecanismos de control para los casos de omisión e ineficacia en la prestación del servicio de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros.

Artículo 9.- Control.- Corresponde al Gobierno Central, a través de sus distintas entidades:

1. Velar por el cumplimiento de los objetivos y metas de los planes de dragado marítimo y fluvial, de las normas y procedimientos establecidos, así como los estándares de calidad y eficiencia en el ejercicio de la competencia y en la prestación de los servicios de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros, atendiendo el interés general y el ordenamiento jurídico.
2. Autorizar la realización de actividades de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos presas, embalses y esteros, en función de las especificidades técnicas requeridas, de acuerdo a los estudios de factibilidad, de sedimentos, de batimetría, de topografía.
3. Autorizar la operación de dragas en función de los estándares.
4. Establecer políticas tarifarias para la prestación del servicio dragado y relleno hidráulico.
5. Definir indicadores de evaluación del ejercicio de la competencia por parte de los gobiernos provinciales.
6. Otorgar la matrícula para las dragas.

Artículo 10.- Gestión.- Corresponde al Gobierno Central, a través de la autoridad única del agua, las siguientes actividades de gestión:

1. Prestar asistencia técnica a los gobiernos provinciales
2. Prestar asistencia técnica a las entidades públicas de financiamiento
3. Mantener los embalses y presas a cargo de la SENAGUA

Sección II

Facultades de los Gobiernos Provinciales

Artículo 11.- Facultades.- En el marco de la gestión concurrente de la competencia para dragado, el relleno hidráulico y la limpieza de ríos, presas, embalses y esteros, corresponden a los gobiernos provinciales las facultades de planificación y gestión, en los términos establecidos en la presente resolución.

Artículo 12.- Planificación.- Corresponde a los Gobiernos Provinciales, elaborar planes operativos de dragado, relleno hidráulico, limpieza de ríos, presas y embalses.

Artículo 13.- Gestión.- Corresponde a los Gobiernos Provinciales las siguientes actividades de gestión:

1. Ejecutar obras de dragado, relleno hidráulico, limpieza de ríos, y esteros de acuerdo con los estándares y procedimientos establecidos por la autoridad única del agua.
2. Aplicar tarifas por la prestación del servicio de dragado y relleno hidráulico, de acuerdo con la política tarifaria definida por la entidad rectora.
3. Operar y mantener el equipo de dragado.
4. Levantar información y suministrar información para la construcción y aplicación de los indicadores de evaluación y seguimiento del ejercicio de la competencia.
5. Establecer mecanismos de coordinación con los gobiernos municipales, que permitan definir y atender oportunamente los requerimientos de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, y esteros.

Artículo 14.- Emergencia. - En casos de emergencia declarada, los gobiernos provinciales podrán ejecutar operaciones de dragado, relleno hidráulico o limpieza de ríos, y esteros, sin necesidad de obtener la respectiva autorización de operación por parte de la entidad rectora, pero con la obligación de notificarle inmediatamente.

Disposiciones Transitorias

Primera. - En el plazo de 30 días el Gobierno Central entregará al Gobierno Provincial de Manabí la Draga "La Esperanza", de conformidad con los mecanismos establecidos en la normativa jurídica vigente:

Segunda.- Operaciones en ejecución.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo anterior, los Gobiernos Autónomos Provinciales que reciban dragas que al momento de la entrega encuentren realizando operaciones de dragado y relleno hidráulico, deberán seguir con dichos trabajos, hasta culminar con los proyectos originales, que consten en los compromisos asumidos por la Secretaría Nacional del Agua, la que para tal efecto deberá dejar constancia de este hecho en la respectiva acta de entrega recepción.

Una vez concluidos estos trabajos, los Gobiernos Provinciales beneficiarios, podrán disponer de dichas dragas, de acuerdo a sus necesidades, cumplidos los requisitos y en virtud de la autorización de la autoridad única del agua, en los términos establecidos en la presente resolución.

Disposición general.- El Gobierno Central abrirá líneas de financiamiento, a través de la banca pública, para la adquisición de dragas y equipos, por parte de los gobiernos provinciales, para la prestación del servicio de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses esteros, conforme la gestión concurrente regulada en la presente resolución.

Disposición Final.- La presente resolución entrará en vigencia a partir de su publicación en Registro Oficial.

Comuníquese y publíquese,

Dado en la Ciudad de Cuenca, el 26 de abril de 2012

ACUERDO N° 2016-1266 Edición Especial N° 639 Registro Oficial, de fecha 19 de julio de 2016.- Manual de procedimiento para otorgar la autorización para proyectos de dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, y esteros.

1.3. CONSTRUCCIÓN DEL PLAN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí, a través de la Dirección de Riego y Recursos Hídricos / Subdirección de Gestión de Recursos Hídricos, y en el marco de las competencias establecidas por la normativa legal vigente, elaboró el Plan de Dragado Provincial de Manabí (PDPM).

Esta iniciativa se desarrolló con el soporte metodológico de la Dirección de Planificación para el Desarrollo, con el propósito de contar con un instrumento técnico y operativo estandarizado que facilite la toma de decisiones oportunas, acertadas y articuladas respecto a la viabilidad, ejecución, seguimiento y evaluación de las intervenciones de dragado, en coordinación con los diferentes niveles de gobierno.

Este importante instrumento de planificación, elaborado por primera vez en la provincia de Manabí, sustenta su enfoque conceptual en la metodología de Marco Lógico, derivada de los procedimientos e instrumentos oficiales de planificación y orientada al cumplimiento de objetivos y metas estratégicas.

Su implementación permitirá estructurar y ejecutar de manera ordenada proyectos de Inversión Pública, fortalecer la gestión de recursos vinculados a la competencia de dragado y facilitar el apalancamiento de financiamiento para la ejecución de actividades de dragado hidráulico y mecánico, limpieza y protección de márgenes de ríos, presas derivadoras, albarradas y esteros, contribuyendo así a la reducción de la vulnerabilidad y de riesgos y al desarrollo sostenible del territorio provincial.

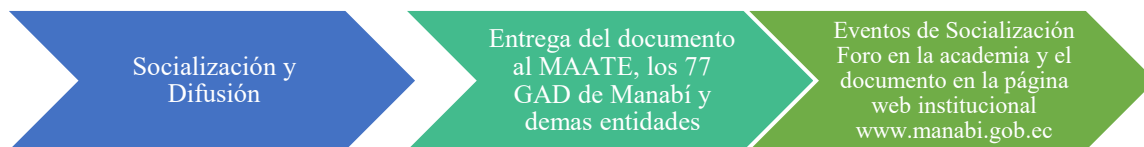
El Plan de Dragado Provincial de Manabí cuenta con 4 fases:

- Preparatoria,
- Formulación del PDPM
- Aprobación del PDPM
- Socialización y difusión del PDPM

De conformidad al gráfico siguiente:

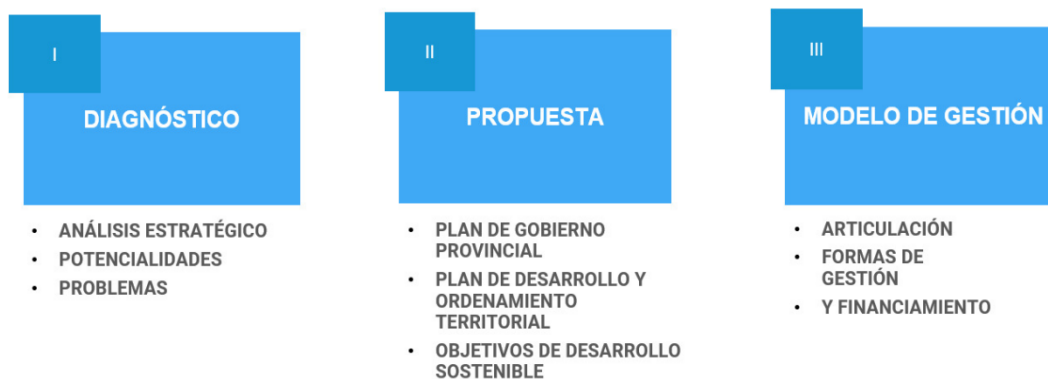
Ilustración 1. - Pasos para el proceso de formulación y aprobación del PDPM





Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2030)

Ilustración 2.- Fases de formulación del Plan de Dragado Provincial de Manabí



Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2030)

1.3.1. Metodología del PDPM

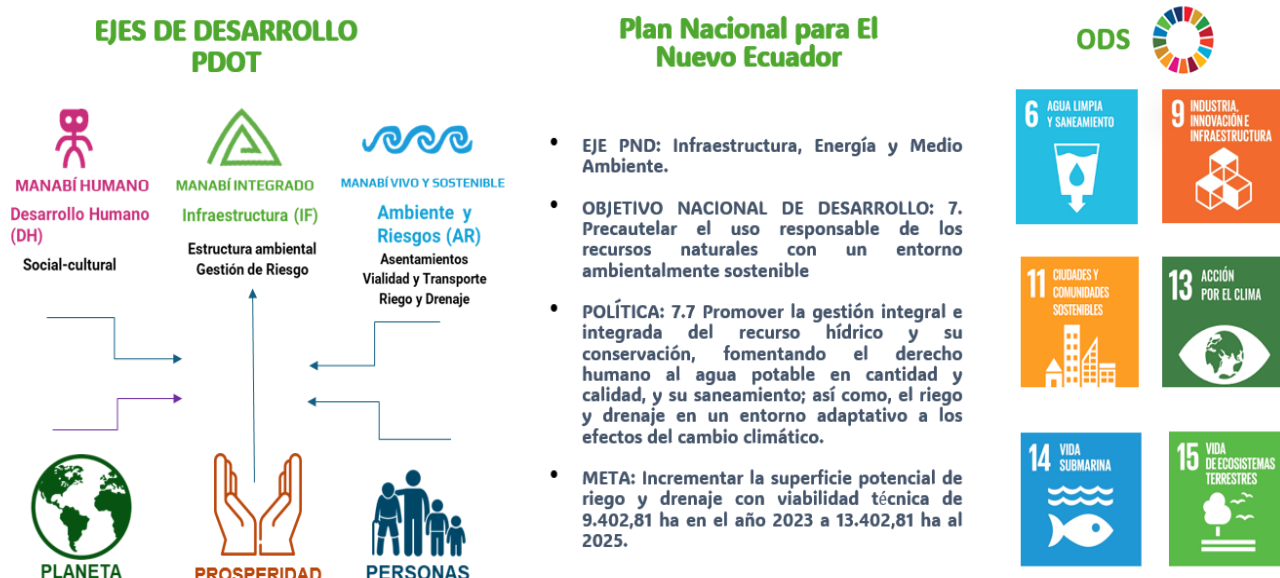
La sistemática implementada tiene dos enfoques, el primero cuya estructura es consecuente con la actualización del PDOT 2023-2027 se ha utilizado la metodología de planificación prospectiva territorial propuesta por ONU-Hábitat (ONU-Hábitat Países Andinos, 2021), basada en un enfoque participativo y de análisis de escenarios, enfocados en los siguientes aspectos:

- Análisis del presente para proyectar el futuro: A través de un diagnóstico exhaustivo del territorio, se identifican las problemáticas, los desafíos y las potencialidades existentes, considerando las tendencias actuales y los posibles escenarios futuros.
- Construcción de una visión compartida: Se fomenta la participación de los actores del territorio (GAD, sociedad civil, respecto al Manabí Integrado, Humano, Vivo y Sostenible, relacionado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de Manabí territorio 5P.
- Definición de objetivos estratégicos: Se definen a partir de la visión y las líneas estratégicas establecidas por la máxima autoridad en su plan de Gobierno, y de conformidad a los parámetros identificados, respecto al dragado de la provincia de Manabí.
- Desarrollo de estrategias, políticas, programas y proyectos que permitan alcanzar los objetivos de desarrollo relacionados con la gestión de riego y recursos hídricos, alineados con los lineamientos del GADP Manabí.

- El siguiente enfoque de aprender haciendo por el cúmulo de experiencias suscitadas en la implementación de actividades para el dragado ha permitido identificar los problemas y las posibles soluciones, las mismas que son abordadas en el presente documento.

1.3.2. Alineación Multinivel del PDM

Ilustración 3.- Alineación Multinivel del PDPM



Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2030)

1.3.3. Equipo Técnico

El equipo técnico para formulación del Plan de Dragado Provincial de Manabí PDPM estuvo conformado por especialistas y personal de carrera de las direcciones de Riego y Recursos Hídricos, Planificación para el Desarrollo y Dirección de Ambiente y Riesgo.

1.3.4. Ejes de Intervención

El Dragado es una actividad que contribuye para prevenir, mitigar y controlar el flujo hídrico para lo cual se hace necesario visualizar los siguientes aspectos:

Organización multinivel y multisectorial con el propósito de articular la planificación multinivel para evidenciar la participación interinstitucional e intersectorial para gestión e implementación y coordinación de las acciones para dragado y conservación de suelos.

Identificar acciones emergentes para contrarrestar situaciones como inundaciones y sequías y conocer si se cuenta con la cantidad suficiente de maquinaria para atender la demanda del territorio.

Generación de espacios de concertación para priorizar o decidir la intervención territorial.

- Se promueve la intervención preventiva en áreas de conservación ecosistémica, con el fin de mitigar procesos de erosión y reducir el azolvamiento de los cuerpos hídricos. Estas acciones deberán ser coordinadas interinstitucionalmente con los Gobiernos Municipales en relación con el uso y ordenamiento del suelo, así como con la ciudadanía, respecto a la regulación y control de la expansión de la frontera agrícola.
- Identificación y evaluación de infraestructura hidráulica estratégica, orientada al control y regulación del flujo hídrico, la mitigación de inundaciones y la garantía de la provisión sostenible de agua para consumo humano, riego y otros usos prioritarios, en concordancia con la planificación territorial y la gestión integral del recurso hídrico.

1.3.5. Memoria metodológica para elaboración de mapa

En concordancia con la línea gráfica establecida en el PDOT Provincial 2023–2027, los mapas que integran el presente documento fueron desarrollados bajo el criterio de accesibilidad y comprensión ciudadana. En este sentido, se optó por presentar la información mediante esquemas gráficos e ilustraciones, en lugar de cartografía técnica convencional, con el propósito de generar contenidos más claros, livianos y fácilmente interpretables. Este enfoque busca fortalecer la apropiación social del instrumento y promover la participación informada de la ciudadanía en las estrategias de planificación territorial propuestas.

2 CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DE MANABÍ

2.1 CARACTERIZACIÓN GENERAL

2.1.1. Escenario provincial

Manabí es una provincia fascinante y diversa, ubicada en la región litoral del Ecuador, cuya configuración geográfica y administrativa le otorga una identidad única. Reconocida por su extraordinaria belleza natural, alberga extensas y atractivas playas, zonas montañosas y valles productivos, así como una rica y vibrante vida cultural expresada en festivales, tradiciones y saberes ancestrales. A ello se suma su reconocida gastronomía, considerada una de las más representativas del país, que fortalece su atractivo turístico y su identidad territorial.

Datos Geográficos y Administrativos:

Desde el punto de vista histórico-administrativo, Manabí fue creada como provincia el 25 de junio de 1824, consolidándose como un territorio estratégico para el desarrollo del país. Su capital es Portoviejo, ciudad que cumple un rol fundamental en la administración pública, la economía y la planificación territorial de la región. Actualmente, la provincia se

encuentra subdividida en 22 cantones, 45 parroquias urbanas y 56 parroquias rurales (Comisión Nacional de Límites Internos, 2023), concentrando la mayor parte de su población en los cantones de Portoviejo, Manta y Chone, que actúan como polos de desarrollo económico, social y productivo.

Ubicación y Extensión:

Ubicación Geográfica: Manabí se sitúa en el centro de la región Litoral, extendiéndose a ambos lados de la línea ecuatorial, lo que le confiere una notable diversidad climática y ecosistémica. Su ubicación estratégica la posiciona de manera equidistante respecto a las dos principales metrópolis del país, Guayaquil y Quito, consideradas por la Estrategia Territorial Nacional como los principales polos de desarrollo del Ecuador. Esta condición fortalece el potencial de Manabí como un territorio clave para la articulación productiva, logística y turística a escala nacional.

Su ubicación geográfica lo posiciona equidistante a las dos ciudades con mayores indicadores de desarrollo en el Ecuador, como son Guayaquil y Quito, los cuales, de acuerdo con la Estrategia Territorial Nacional, se consideran las únicas metrópolis en territorio nacional.

Límites de la provincia de Manabí

La provincia de Manabí limita al norte con la provincia de Esmeraldas; al sur con la provincia de Santa Elena y el océano Pacífico; al este con las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos; y al oeste con el océano Pacífico, lo que le otorga una amplia franja costera estratégica para el desarrollo productivo, pesquero, turístico y portuario.

Superficie: Con una extensión de 19,516.6 km², Manabí representa aproximadamente el 7.36% de la superficie total del Ecuador, siendo la cuarta provincia más grande del país en términos de territorio.

Población: con un total de 1.592.840 habitantes se convierte en la tercera provincia más poblada del país, después de las provincias Guayas y Pichincha, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (*Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2022*)

Características Biofísicas de la Provincia de Manabí:

Relieve: El relieve de la provincia de Manabí es variado y heterogéneo, lo que contribuye a su riqueza paisajista y productiva. Predominan colinas, cordilleras costeras, valles fluviales y extensas llanuras, configurando un territorio con importantes contrastes geomorfológicos.

En la zona central y oriental de la provincia se destacan sistemas montañosos de baja y mediana altitud, pertenecientes a la Cordillera Costera, como las elevaciones de Chongón-Colonche, que presentan relieves ondulados y pendientes moderadas. Estas áreas cumplen un rol clave en la regulación hídrica y la conservación de ecosistemas.

Hacia las zonas bajas y occidentales, especialmente cerca del litoral, predominan planicies y terrazas aluviales, formadas por la acción de los ríos que desembocan en el océano Pacífico. Estos terrenos son altamente fértiles y han favorecido el desarrollo de la agricultura y los asentamientos humanos.

Los valles fluviales, asociados a ríos como el Portoviejo, Chone, Jama y Coaque, estructuran el paisaje manabita, generando áreas aptas para la producción agropecuaria, aunque también susceptibles a procesos de inundación en épocas de lluvias intensas.

En conjunto, el relieve de Manabí condiciona el uso del suelo, la disponibilidad de recursos hídricos, la conectividad territorial y la planificación del desarrollo, siendo un factor determinante en la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

Clima:

La provincia de Manabí presenta un clima predominantemente tropical, con variaciones determinadas por la altitud, la cercanía al océano Pacífico y la influencia de corrientes marinas y fenómenos climáticos regionales. En general, se caracteriza por temperaturas cálidas durante todo el año, con valores promedio que oscilan entre 23 °C y 27 °C.

El régimen climático se divide en dos estaciones bien marcadas:

- Época lluviosa, que se extiende generalmente de enero a abril, caracterizada por precipitaciones intensas, alta humedad y un incremento significativo en los caudales de ríos y esteros.
- Época seca, de mayo a diciembre, con lluvias escasas o moderadas, temperaturas estables y mayor incidencia de sequías, especialmente en las zonas centrales y sur de la provincia.
- En las áreas costeras predomina un clima tropical seco a semihúmedo, mientras que en las zonas de mayor elevación, como la cordillera Chongón-Colonche y los relieves internos, se presentan condiciones más templadas y húmedas, con mayores precipitaciones.

Manabí es una provincia altamente influenciada por eventos climáticos extremos, como el Fenómeno de El Niño, que puede intensificar las lluvias, provocar inundaciones y deslizamientos, así como afectar la infraestructura, la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Por el contrario, en años de ausencia de lluvias, se evidencian períodos prolongados de sequía, que impactan la disponibilidad de agua y la actividad productiva.

Estas características climáticas hacen indispensable una planificación territorial y gestión hídrica integral, orientada a fortalecer la resiliencia de la provincia frente al cambio climático y a garantizar un desarrollo sostenible para sus habitantes.

Economía de la provincia de Manabí: sectores productivos

La economía de la provincia de Manabí se sustenta principalmente en sus sectores productivos primarios y secundarios, aprovechando su diversidad geográfica, climática y su estratégica ubicación en la región Litoral del Ecuador. La actividad económica manabita tiene un fuerte arraigo rural, pero también se dinamiza a través del comercio, la industria y los servicios.

Sector agrícola

Es uno de los pilares fundamentales de la economía provincial. Manabí destaca por la producción de maíz, arroz, café, cacao, plátano, yuca, maní, cítricos y otros cultivos de ciclo corto y perenne, muchos de ellos desarrollados bajo sistemas de agricultura familiar

campesina. Este sector genera empleo rural y contribuye de manera significativa a la seguridad alimentaria local y nacional.

Sector pecuario

La ganadería bovina es una actividad relevante, especialmente en los cantones del centro y norte de la provincia, orientada tanto a la producción de carne como de leche. También se desarrollan actividades de avicultura y porcicultura, principalmente a pequeña y mediana escala.

Sector pesquero y acuícola

Manabí es una de las provincias más importantes del país en este sector, gracias a su extensa franja costera. La pesca artesanal e industrial, así como la acuicultura (especialmente el cultivo de camarón), representan una fuente clave de ingresos, empleo y exportaciones, con alta concentración en cantones como Manta, Jaramijó y Pedernales.

Sector industrial y agroindustrial

La industria está estrechamente ligada a la transformación de materias primas agrícolas y pesqueras. Destacan la industria atunera, procesadoras de alimentos, lácteos, café, cacao, así como la producción de aceites, balanceados y otros derivados agroindustriales, especialmente en Manta, Portoviejo y Montecristi.

Sector comercial y de servicios

El comercio y los servicios constituyen un eje dinamizador de la economía urbana y rural. Incluyen actividades de transporte, logística, turismo, gastronomía, servicios financieros y administrativos, con un crecimiento sostenido en las principales cabeceras cantonales y zonas turísticas.

Turismo

El turismo se posiciona como un sector estratégico en crecimiento, impulsado por las playas, áreas naturales, gastronomía, cultura y tradiciones manabitas. Este sector genera oportunidades de empleo local y promueve el desarrollo de emprendimientos comunitarios.

Aspectos culturales

Diversidad cultural:

La provincia de Manabí se caracteriza por una rica y diversa herencia cultural, resultado de la interacción histórica entre pueblos originarios, influencias coloniales y aportes afroecuatorianos. Esta diversidad se manifiesta en su gastronomía emblemática, expresiones artísticas, festividades tradicionales y prácticas sociales que fortalecen la identidad manabita.

Patrimonio histórico y cultural:

Manabí alberga importantes sitios arqueológicos, históricos y culturales que dan cuenta de la presencia de antiguas civilizaciones prehispánicas y de los procesos sociales que han marcado su desarrollo a lo largo del tiempo. Estos espacios constituyen un valioso patrimonio material e inmaterial que contribuye a la memoria colectiva y al potencial turístico-cultural de la provincia.

La convergencia de estos elementos posiciona a Manabí como una provincia dinámica y esencial en el contexto nacional, con un rol relevante en la economía, la cultura y la vida social del Ecuador.

Tabla 1.-Caracterización general de la provincia de Manabí.

UBICACIÓN	PUNTO DE REFERENCIA	COORDENADAS	FUENTE
Centroide	Dentro del cantón Chone 1,5 Km al sureste del punto donde se unen los límites de las parroquias San Antonio, Chone y Canuto	X=596106,2 Y= 9916986,6	Comisión Nacional de Límites Internos, 2019
EXTREMOS	PUNTO DE REFERENCIA	COORDENADAS	
Norte	Playa de Cojimíes y la provincia de Esmeraldas	X= 607937,48 Y= 10041331,52	Comisión Nacional de Límites Internos, 2019
Sur	Provincias de Santa Elena y el Guayas	X= 521963,23 Y= 9810818,57	
Este	Provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas	X= 676.856,32 Y= 9.954.591,56	
Oeste	Franja costera del océano pacífico, Isla de la Plata	X= 490634,35 Y= 9859244,60	
SUPERFICIE	19.516,60 Km ²	4ta a nivel nacional 7,36%	
PERÍMETRO	1.016 kilómetros	de la superficie	Comisión Nacional de Límites Internos, 2019
LÍMITES		LONGITUD	FUENTE
Guayas	Sur y Este	295 km de frontera	Comisión Nacional de Límites Internos, 2023
Los Ríos	Este	79 km de frontera	

Esmeraldas	Norte	159 km de frontera	
Santa Elena	Sur	94 km de frontera	
Santo Domingo	Este	82 km de frontera	
Océano Pacífico	Oeste	307 km de costa	
SUBDIVISIONES	CANTONES	PARROQUIAS	FUENTE
Provincia	22	(56 rurales y 22 cabeceras cantonales)	Comisión Nacional de Límites Internos, 2023
GENTILICIO	Manabita		
ALTIMETRÍA	m.s.n.m.	OBSERVACIONES	FUENTE
Altitud Media	430 m.s.n.m.		Prefectura de Manabí, 2023
Altitud Máxima	860 m.s.n.m.		Prefectura de Manabí, 2023
Altitud Mínima	0 m.s.n.m.		Prefectura de Manabí, 2023
HIDROGRAFÍA	UNIDADES	OBSERVACIONES	FUENTE
Longitud de cursos de agua	10.086 km		Instituto Geográfico Militar, 2013
Demarcación hidrográfica de Manabí	11.502 Km ²	Se encuentra en 2 demarcaciones: Demarcación hidrográfica de Manabí y Demarcación Hidrográfica del Guayas	Secretaría Nacional del Agua, 2016
Reservas de agua dulce (subterránea)	8.200 millones de m ³	Correspondiente al 65% de la disponibilidad de aguas superficiales	Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la provincia de Manabí, 1990

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Tabla 2. - Caracterización por cantones de la provincia de Manabí.

Pedernales	Superficie (Km ²)	1.969,46	Jama	Superficie (Km ²)	568,10
	Población 2022 (habitantes)	70.408		Población 2022 (habitantes)	16.588
	Población cantón 2022 (%)	4,42		Población cantón 2022 (%)	1,04
	Pobreza NBI 2022 (%)	79,30		Pobreza NBI 2022 (%)	67,30
	Analfabetismo 2022 (%)	10,00		Analfabetismo 2022 (%)	9,70
	Escolaridad 2022 (%)	8,00		Escolaridad 2022 (%)	8,50
	Energía eléctrica 2022 (%)	83,30		Energía eléctrica 2022 (%)	91,60
	Dotación de agua 2022 (%)	45,50		Dotación de agua 2022 (%)	61,70
	Dotación alcantarillado 2022 (%)	15,10		Dotación alcantarillado 2022(%)	28,20
Portoviejo	Superficie (Km ²)	956,62	Bolívar	Superficie (Km ²)	523,58
	Población 2022 (habitantes)	322.925		Población 2022 (habitantes)	41.827
	Población cantón 2022 (%)	20,27		Población cantón 2022 (%)	2,63
	Pobreza NBI 2022 (%)	43,20		Pobreza NBI 2022 (%)	77,40
	Analfabetismo 2022 (%)	3,80		Analfabetismo 2022 (%)	6,20
	Escolaridad 2022 (%)	11,90		Escolaridad 2022 (%)	9,70
	Energía eléctrica 2022 (%)	98,30		Energía eléctrica 2022 (%)	96,10
	Dotación de agua 2022 (%)	77,10		Dotación de agua 2022 (%)	34,30
	Dotación alcantarillado 2022 (%)	61,60		Dotación alcantarillado 2022(%)	42,50
	Superficie (Km ²)	3.061,89		Superficie (Km ²)	1.740,75

	Población 2022 (habitantes)	128.166		Población 2022 (habitantes)	120.936
	Población cantón 2022 (%)	8,05		Población cantón 2022 (%)	7,60
	Pobreza NBI 2022 (%)	68,90		Pobreza NBI 2022 (%)	70,60
	Analfabetismo 2022 (%)	7,20		Analfabetismo 2022 (%)	6,70
	Escolaridad 2022 (%)	10,00		Escolaridad 2022 (%)	9,10
	Energía eléctrica 2022 (%)	94,50		Energía eléctrica 2022 (%)	96,30
	Dotación de agua 2022 (%)	45,10		Dotación de agua 2022 (%)	52,20
	Dotación alcantarillado 2022 (%)	32,10		Dotación alcantarillado 2022(%)	16,20
Flavio Alfaro	Superficie (Km²)	1.346,55	Jipijapa	Superficie (Km²)	1.475,62
	Población 2022 (habitantes)	26.415		Población 2022 (habitantes)	78.117
	Población cantón 2022 (%)	1,66		Población cantón 2022 (%)	4,90
	Pobreza NBI 2022 (%)	85,20		Pobreza NBI 2022 (%)	72,80
	Analfabetismo 2022 (%)	8,20		Analfabetismo 2022 (%)	6,90
	Escolaridad 2022 (%)	8,40		Escolaridad 2022 (%)	10,50
	Energía eléctrica 2022 (%)	92,20		Energía eléctrica 2022 (%)	96,30
	Dotación de agua 2022 (%)	27,90		Dotación de agua 2022 (%)	59,70
Junín	Dotación alcantarillado 2022 (%)	10,60	Manta	Dotación alcantarillado 2022(%)	47,00
	Superficie (km²)	266,96		Superficie (km²)	290,09
	Población 2022 (habitantes)	22.324		Población 2022 (habitantes)	271.145
	Población Cantón* (%)	1,40		Población Cantón* (%)	17,02
	Pobreza NBI 2022 (%)	75,40		Pobreza NBI 2022 (%)	32,40
	Analfabetismo 2022 (%)	7,10		Analfabetismo 2022 (%)	3,00
	Escolaridad 2022 (%)	9,20		Escolaridad 2022 (%)	11,80
	Energía Eléctrica** (%)	97,00		Energía Eléctrica** (%)	98,80
Montecristi	Dotación agua** (%)	44,50	Paján	Dotación agua** (%)	91,20
	Dotación alcantarillado** (%)	24,80		Dotación alcantarillado** (%)	83,70
	Superficie (km²)	705,03		Superficie (km²)	1.099,76
	Población 2022 (habitantes)	99.937		Población 2022 (habitantes)	41.879
	Población Cantón* (%)	6,27		Población Cantón* (%)	2,63
	Pobreza NBI 2022 (%)	78,80		Pobreza NBI 2022 (%)	89,00
	Analfabetismo 2022 (%)	4,30		Analfabetismo 2022 (%)	13,40
	Escolaridad 2022 (%)	10,40		Escolaridad 2022 (%)	7,40
Pichincha	Energía Eléctrica** (%)	97,80	Rocafrute	Energía Eléctrica** (%)	93,00
	Dotación agua** (%)	34,90		Dotación agua** (%)	22,30
	Dotación alcantarillado** (%)	43,50		Dotación alcantarillado** (%)	17,90
	Superficie (km²)	1.074,57		Superficie (km²)	278,50
	Población 2022 (habitantes)	30.380		Población 2022 (habitantes)	42.688
	Población Cantón* (%)	1,91		Población Cantón* (%)	2,68
	Pobreza NBI 2022 (%)	86,10		Pobreza NBI 2022 (%)	51,80
	Analfabetismo 2022 (%)	13,10		Analfabetismo 2022 (%)	4,90
	Escolaridad 2022 (%)	7,00		Escolaridad 2022 (%)	10,00
	Energía Eléctrica** (%)	91,20		Energía Eléctrica** (%)	98,20
	Dotación agua** (%)	28,70		Dotación agua** (%)	80,40

Santa Ana	Dotación alcantarillado** (%)	7,80	Sucre	Dotación alcantarillado** (%)	23,10
	Superficie (km²)	1.019,09		Superficie (km²)	692,98
	Población 2022 (habitantes)	51.462		Población 2022 (habitantes)	62.841
	Población Cantón* (%)	3,23		Población cantón* (%)	3,95
	Pobreza NBI 2022 (%)	72,80		Pobreza NBI 2022 (%)	66,00
	Analfabetismo 2022 (%)	10,50		Analfabetismo 2022(%)	6,20
	Escolaridad 2022 (%)	8,10		Escolaridad 2022 (%)	9,70
	Energía Eléctrica** (%)	98,00		Energía eléctrica** (%)	95,10
	Dotación agua** (%)	43,60		Dotación de agua** (%)	56,30
	Dotación alcantarillado** (%)	18,60		Dotación alcantarillado** (%)	40,90
Tosagua	Superficie (km²)	381,30	D De Mayo	Superficie (km²)	546,17
	Población 2022 (habitantes)	42.853		Población 2022 (habitantes)	31.473
	Población cantón* (%)	2,70		Población cantón* (%)	1,98
	Pobreza NBI 2022 (%)	62,70		Pobreza NBI 2022 (%)	85,40
	Analfabetismo 2022(%)	7,20		Analfabetismo 2022(%)	11,90
	Escolaridad 2022 (%)	9,10		Escolaridad 2022 (%)	7,90
	Energía eléctrica** (%)	96,70		Energía eléctrica** (%)	96,80
	Dotación de agua** (%)	70,90		Dotación de agua** (%)	31,20
	Dotación alcantarillado** (%)	10,00		Dotación alcantarillado** (%)	15,10
Olmedo	Superficie (km²)	256,89	Puerto López	Superficie (km²)	429,32
	Población 2022 (habitantes)	10.090		Población 2022 (habitantes)	25.630
	Población cantón* (%)	0,63		Población cantón* (%)	1,61
	Pobreza NBI 2022 (%)	93,60		Pobreza NBI 2022 (%)	73,00
	Analfabetismo 2022(%)	11,30		Analfabetismo 2022(%)	7,00
	Escolaridad 2022 (%)	7,10		Escolaridad 2022 (%)	9,40
	Energía eléctrica** (%)	95,60		Energía eléctrica** (%)	96,10
	Dotación de agua** (%)	19,40		Dotación de agua** (%)	73,50
	Dotación alcantarillado** (%)	15,70		Dotación alcantarillado** (%)	4,90
Jaramijó	Superficie (km²)	96,54	San Vicente	Superficie (km²)	736,79
	Población 2022 (habitantes)	29.759		Población 2022 (habitantes)	24.997
	Población cantón* (%)	1,87		Población cantón* (%)	1,57
	Pobreza NBI 2022 (%)	56,00		Pobreza NBI 2022 (%)	74,80
	Analfabetismo 2022(%)	4,80		Analfabetismo 2022(%)	8,20
	Escolaridad 2022 (%)	9,60		Escolaridad 2022 (%)	8,90
	Energía eléctrica** (%)	97,90		Energía eléctrica** (%)	94,70
	Dotación de agua** (%)	68,00		Dotación de agua** (%)	53,80
	Dotación alcantarillado** (%)	55,50		Dotación alcantarillado** (%)	27,30

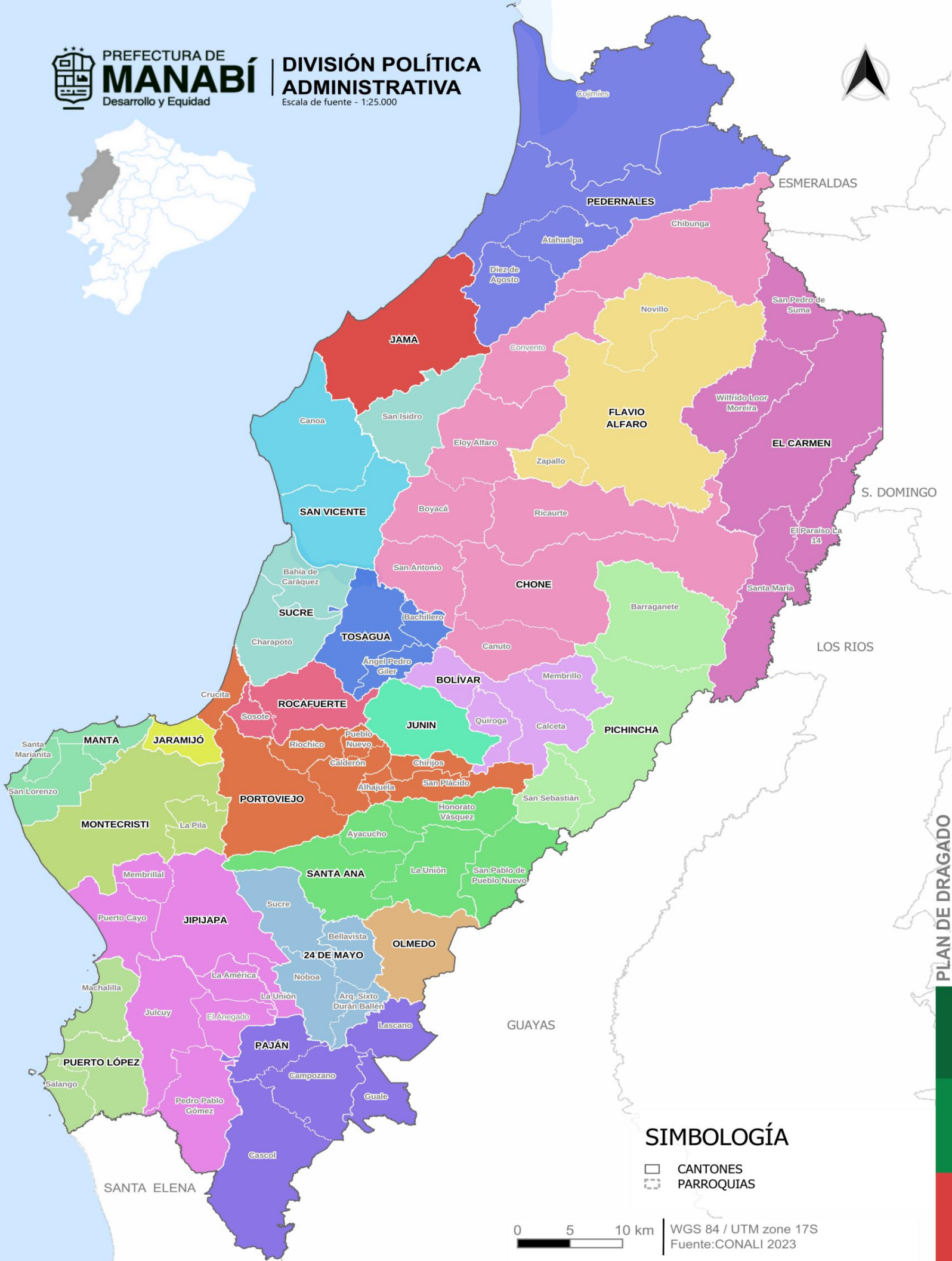
Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

DIVISIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- CANTONES
- PARROQUIAS

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: CONALI 2023

2.1.2. Escenario por Microrregiones

De conformidad a la Ordenanza para el Presupuesto y la Participación Ciudadana del Gobierno Provincial de Manabí, de fecha 4 de Noviembre del 2010, la conceptualización de microrregiones es esencial para identificar áreas con características similares. Este análisis permite a la Prefectura de Manabí adaptar sus políticas e inversiones de manera eficiente, abordando las necesidades y oportunidades específicas de cada microrregión.

Al identificar estas zonas homogéneas, basadas en factores geográficos, socioeconómicos y culturales, se establece una base sólida para la planificación y ejecución de obras públicas relevantes y efectivas. Este enfoque estratégico no solo optimiza la inversión de recursos, sino que también promueve un desarrollo más equilibrado y equitativo en toda la provincia.

Para llevar a cabo este análisis, se realizó una cuantificación de datos relevantes que ayudan a comprender las realidades de cada microrregión, facilitando así una toma de decisiones más informada y orientada a las realidades locales.

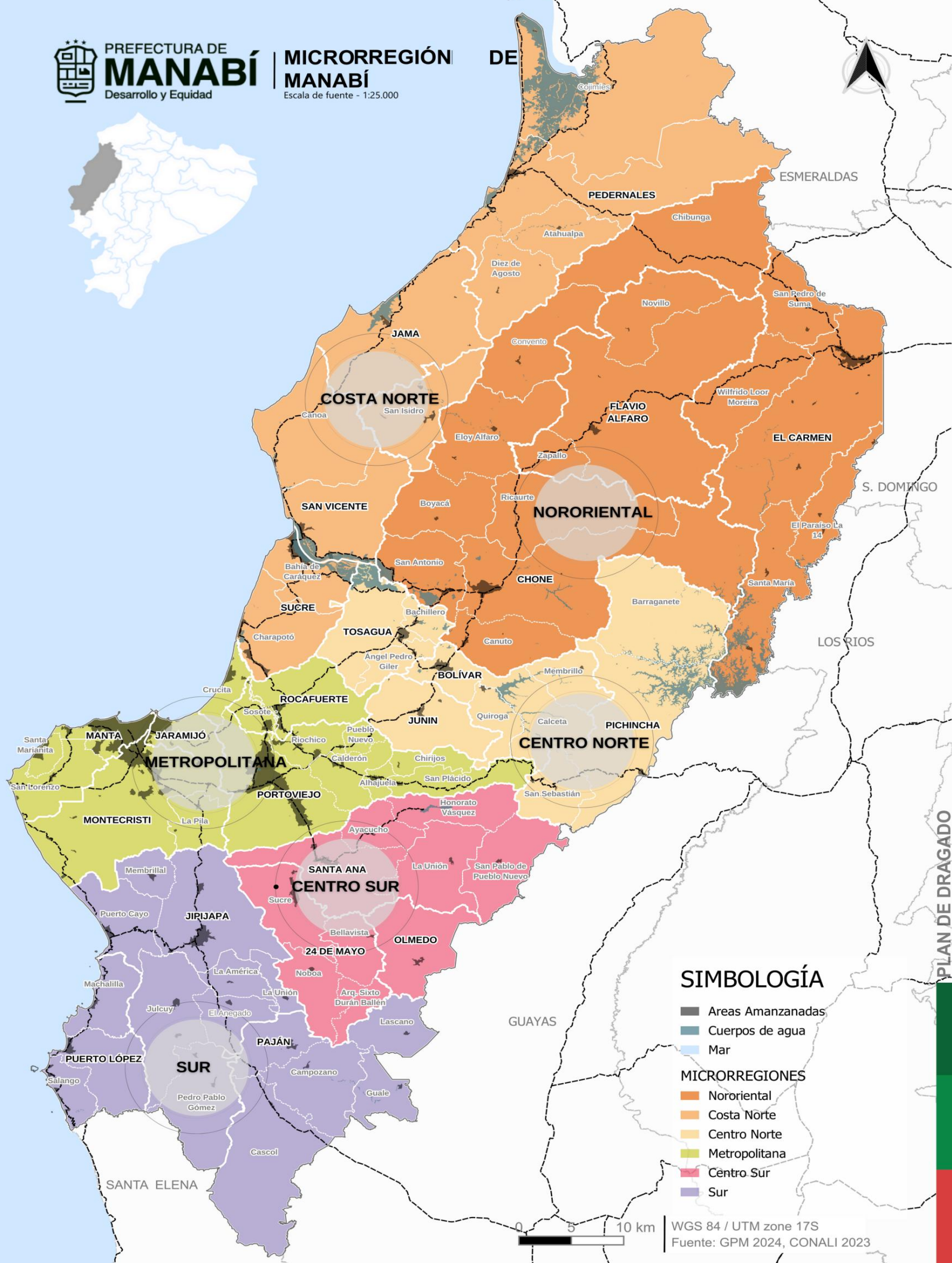
Manabí posee 6 microrregiones de planificación:

- ***Nororiental:***
Chone, El Carmen, Flavio Alfaro,
- ***Costa Norte:***
Pedernales, Sucre, San Vicente, Jama
- ***Centro Norte:***
Tosagua, Bolívar, Pichincha, Junín
- ***Metropolitana:***
Portoviejo, Manta, Montecristi, Rocafuerte, Jaramijó
- ***Centro Sur:***
Santa Ana, 24 de Mayo, Olmedo
- ***Sur:***
Jipijapa, Paján, Puerto López



DE

Escala de fuente - 1:25.000



PLAN DE DRAGADO

SIMBOLOGÍA

- Áreas Amanzanas
■ Cuerpos de agua
■ Mar

MICRORREGIONES

- Nororiental
■ Costa Norte
■ Centro Norte
■ Metropolitana
■ Centro Sur
■ Sur

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: GPM 2024, CONALI 2023

A continuación, se presentan los datos de la caracterización junto con la determinación de cual microrregión es la que mayor o menor representación tiene respecto a la respectiva variable; por ejemplo, respecto a la población urbana, el dato mayor es que la microrregión metropolitana es la que mayor población urbana posee y la microrregión centro sur la que menos población urbana contiene.

Tabla 3.-Caracterización por microrregión.

Variable	Dato mayor	Dato menor
Población urbana	Metropolitana	Centro Sur
Población rural	Nororiental	Centro Sur
% de Población masculina	Sur	Nororiental
% de Población femenina	Metropolitana	Sur
Tamaño de Hogar	Metropolitana	Costa Norte
Promedio de Hijos	Centro	Metropolitana
Población con dificultades funcionales permanentes (%)	Centro Sur	Metropolitana
Pobreza por NBI (Rural)	Centro Sur	Metropolitana
Pobreza por NBI (Urbana)	Sur	Centro y metropolitana
% de Hacinamiento	Sur	Nororiental
Déficit habitacional cuantitativo	Centro Sur	Nororiental
Déficit habitacional cualitativo	Nororiental	Centro Sur
Tasa de Analfabetismo	Centro Sur	Metropolitana
Analfabetismo Digital (%)	Costa Norte	Metropolitana
% de personas que usan internet	Metropolitana	Costa Norte
% de personas que usan celular	Metropolitana	Costa Norte
% de personas que usan Tablet	Costa Norte	Centro Sur
% de personas que usan computadora	Metropolitana	Centro Sur
Cobertura de electricidad	Metropolitana	Costa Norte
Cobertura de agua potable	Metropolitana	Centro Sur
Cobertura de alcantarillado	Metropolitana	Centro Sur
Cobertura de recolección de basura	Metropolitana	Centro Sur
% de Población ocupada en: Servicios	Metropolitana	Centro Sur
% de Población ocupada en: Agricultura	Nororiental	Metropolitana
% de Población ocupada en: Manufactura	Metropolitana	Centro
% de Población ocupada en: Comercio	Metropolitana	Centro Sur
% de Población ocupada en: Construcción	Metropolitana	Centro Sur

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Exactamente, el enfoque detallado permite visualizar las disparidades y particularidades de cada microrregión dentro de la provincia. Al desglosar y analizar las variables relevantes, se pueden identificar claramente las áreas de oportunidad y los desafíos específicos que enfrenta cada región. Esta información es crucial para la toma de decisiones informadas y el diseño de estrategias de desarrollo territorial que sean más efectivas y adaptadas a las necesidades locales.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MICRORREGIÓN NORORIENTAL

Escala de fuente - 1:25.000



CARACTERIZACIÓN

• 275.553 Habitantes



49,30%



50,70%

RURAL
58,1%



URBANA
41,9%



HOGAR PROMEDIO
(HABITANTES)

3,18

HIJOS

2,4



DISCAPACIDAD
PERMANENTE

29%



POBREZA
POR NBI

92%

URBANA
49%



HACINAMIENTO

29%



DÉFICIT
CUANTITATIVO

29,80%

DÉFICIT
CUALITATIVO

46,67%



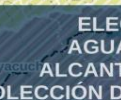
ANALFABETISMO
DIGITAL

14,50%



ANALFABETISMO

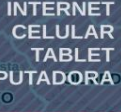
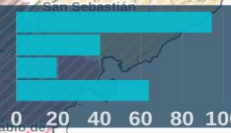
7,37%



ELECTRICIDAD
AGUA POTABLE

ALCANTARILLADO

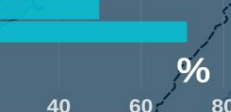
RECOLECCIÓN DE BASURA



INTERNET
CELULAR

TABLET

COMPUTADORAS



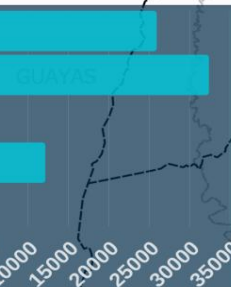
SERVICIOS

AGRICULTURA

MANUFACTURA

COMERCIO

CONSTRUCCION



SIMBOLOGÍA

RED VIAL ESTATAL

VIAS PROVINCIALES

Areas Amanzanas

Cuerpos de agua

MAR

BOSQUES MANABÍ

PATRIMONIO MANABÍ

PARQUE NACIONAL

REFUGIO DE VIDA SILVESTRE

RESERVA ECOLOGICA

RESERVA MARINA

MICRORREGIONES

Nororiental

Costa Norte

Centro Norte

Metropolitana

Centro Sur

Sur

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: INEC 2022

PLAN DE DRAGADO



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MICRORREGIÓN COSTA NORTE

Escala de fuente - 1:25.000



CARACTERIZACIÓN

• 174.834 Habitantes



50,00%



50,00%

URBANA
37,1%

RURAL
62,9%



HOGAR PROMEDIO
(HABITANTES)

3,15

HIJOS

2,54



DISCAPACIDAD
PERMANENTE

8,68%



POBREZA
POR NBI

RURAL 86%
URBANA 46%



HACINAMIENTO

12%



DEFICIT
CUANTITATIVO

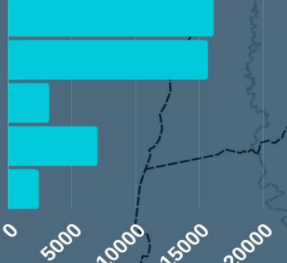
35,23%

DEFICIT
CUALITATIVO

42,98%

POBLACION OCUPADA

SERVICIOS
AGRICULTURA
MANUFACTURA
COMERCIO
CONSTRUCCION



ANALFABETISMO 8,53%

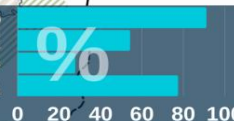


ANALFABETISMO
DIGITAL 20,88%

INTERNET
CELULAR
TABLET
COMPUTADORA



ELECTRICIDAD
AGUA POTABLE
ALCANTARILLADO
RECOLECCIÓN DE BASURA



SIMBOLOGÍA

- RED VIAL ESTATAL
- VIAS PROVINCIALES
- Areas Amanzanas
- Cuerpos de agua
- MAR
- BOSQUES MANABÍ

PATRIMONIO MANABÍ

- PARQUE NACIONAL
- REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
- RESERVA ECOLOGICA
- RESERVA MARINA

MICRORREGIONES

- Nororiental
- Costa Norte
- Centro Norte
- Metropolitana
- Centro Sur
- Sur

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: INEC 2022

PLAN DE DRAGADO



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MICRORREGIÓN CENTRO NORTE

Escala de fuente - 1:25.000

CARACTERIZACIÓN

- 137.384 Habitantes



50,15%



49,73%

URBANA

31,3%

RURAL

68,7%



HOGAR PROMEDIO
(HABITANTES)

3,24

HIJOS

2,6



DISCAPACIDAD
PERMANENTE

10%



POBREZA
POR NBI

RURAL

88%

URBANA

43%



HACINAMIENTO

10%



DÉFICIT
CUANTITATIVO

40,73%

DÉFICIT
CUALITATIVO

38,28%



INTERNET
CELULAR

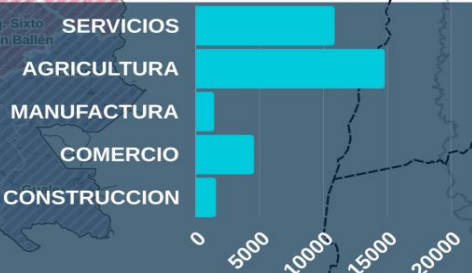
TABLET

COMPUTADORA

%

0 10 20 30 40 50 60 70

POBLACION OCUPADA



ANALFABETISMO
DIGITAL

16,85%



ANALFABETISMO

8,40%

ELECTRICIDAD
AGUA POTABLE
ALCANTARILLADO
RECOLECCIÓN DE BASURA

%

0 20 40 60 80 100

SIMBOLOGÍA

- RED VIAL ESTATAL
- VIAS PROVINCIALES
- Areas Amanzanas
- Cuerpos de agua
- MAR
- BOSQUES MANABÍ

PATRIMONIO MANABÍ

- PARQUE NACIONAL
- REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
- RESERVA ECOLOGICA
- RESERVA MARINA

MICRORREGIONES

- Nororiental
- Costa Norte
- Centro Norte
- Metropolitana
- Centro Sur
- Sur

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: INEC 2022

PLAN DE DRAGADO



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MICRORREGIÓN METROPOLITANA

Escala de fuente - 1:25.000



CARACTERIZACIÓN

- 766.454 Habitantes



49,26%



50,74%

RURAL
19,6%



URBANA
80,4%



HOGAR PROMEDIO
(HABITANTES)

3,34

HIJOS 2,29



DISCAPACIDAD
PERMANENTE

7,56%



POBREZA
POR NBI

RURAL 77%
URBANA 43%

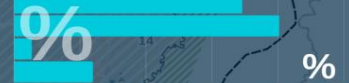


ANALFABETISMO 4,16%



ANALFABETISMO
DIGITAL 7,20%

INTERNET
CELULAR
TABLET
COMPUTADORA



ELECTRICIDAD
AGUA POTABLE
ALCANTARILLADO
RECOLECCIÓN DE BASURA



SIMBOLOGÍA

- RED VIAL ESTATAL
- VIAS PROVINCIALES
- Areas Amanzanas
- Cuerpos de agua
- MAR
- BOSQUES MANABÍ

PATRIMONIO MANABÍ

- PARQUE NACIONAL
- REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
- RESERVA ECOLOGICA
- RESERVA MARINA

MICRORREGIONES

- Nororiental
- Costa Norte
- Centro Norte
- Metropolitana
- Centro Sur
- Sur

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: INEC 2022



HACINAMIENTO 10%



DÉFICIT
CUANTITATIVO 22,16%

DÉFICIT
CUALITATIVO 37,00%

POBLACIÓN OCUPADA



PLAN DE DRAGADO



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MICRORREGIÓN CENTRO SUR

Escala de fuente - 1:25.000



CARACTERIZACIÓN

- 90.025 Habitantes



50,70%



49,30%

URBANA
22,8%

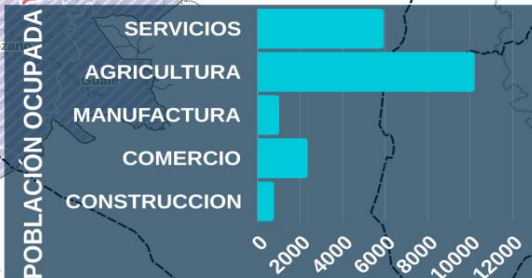
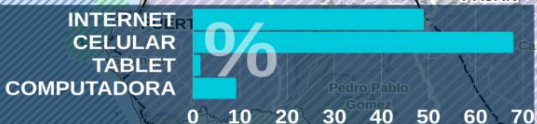


RURAL
77,2%



SIMBOLOGÍA

- RED VIAL ESTATAL
- VIAS PROVINCIALES
- Areas Amanzanas
- Cuerpos de agua
- MAR
- BOSQUES MANABÍ
- PATRIMONIO MANABÍ
 - PARQUE NACIONAL
 - REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
 - RESERVA ECOLOGICA
 - RESERVA MARINA
- MICRORREGIONES
 - Nororiental
 - Costa Norte
 - Centro Norte
 - Metropolitana
 - Centro Sur
 - Sur



GUAYAS

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: INEC 2022



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MICRORREGIÓN SUR

Escala de fuente - 1:25.000



CARACTERIZACIÓN

- 145.626 Habitantes



50,80%



49,20%

RURAL
54,9%



URBANA
45,1%



HOGAR PROMEDIO
(HABITANTES)

3,28

HIJOS 2,46



DISCAPACIDAD
PERMANENTE

9,07%



POBREZA
POR NBI

RURAL 88%
URBANA 61%

POBLACIÓN OCUPADA



ANALFABETISMO 9,10%



ANALFABETISMO
DIGITAL 13,53%



DÉFICIT
CUANTITATIVO 43,17%
DÉFICIT
CUALITATIVO 38,77%



HACINAMIENTO 16%



INTERNET
CELULAR 75%
TABLET 65%
COMPUTADORA 55%

SIMBOLOGÍA

- RED VIAL ESTATAL
- VIAS PROVINCIALES
- Areas Amanzanas
- Cuerpos de agua
- MAR
- BOSQUES MANABÍ
- PATRIMONIO MANABÍ
 - PARQUE NACIONAL
 - REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
 - RESERVA ECOLOGICA
 - RESERVA MARINA
- MICRORREGIONES
 - Nororiental
 - Costa Norte
 - Centro Norte
 - Metropolitana
 - Centro Sur
 - Sur

ELECTRICIDAD
AGUA POTABLE
ALCANTARILLADO
RECOLECCIÓN DE BASURA



WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: INEC 2022

2.2 DEMOGRAFÍA, POBLACIÓN Y USO DE SUELO

1.2.1. Crecimiento poblacional

La provincia de Manabí, ubicada en la costa occidental del Ecuador, se caracteriza por su amplia diversidad de paisajes y una población en constante crecimiento. Cuenta con una extensión territorial aproximada de 19.516,60 km² y alberga a 1.529.840 habitantes, de acuerdo con los datos más recientes publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022).

La población de la provincia de Manabí se incrementó de 1.369.780 habitantes en 2010 a 1.592.840 en 2022, correspondiente al período intercensal de doce años, lo que evidencia un aumento absoluto de 223.060 personas, lo que representa una tasa de crecimiento anual promedio del 1,27 %. En relación con su extensión territorial, la provincia registra una densidad poblacional de 81,61 habitantes por km², cifra superior al promedio nacional, estimado en 66 habitantes por km².

Asimismo, el 58 % de la población manabita reside en zonas urbanas, equivalente a 924.325 personas, mientras que el 42 % habita en áreas rurales, correspondiente a 668.515 personas, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022).

Durante este período, la población rural pasó de 597.425 a 668.515 habitantes, mientras que la población urbana se incrementó de 772.355 a 924.325 habitantes (INEC, 2022).

En términos porcentuales, estos cambios reflejan una ligera reducción de la participación rural en la estructura poblacional provincial, pasando del 44 % en 2010 al 42 % en 2022, consolidándose una tendencia sostenida hacia la urbanización.

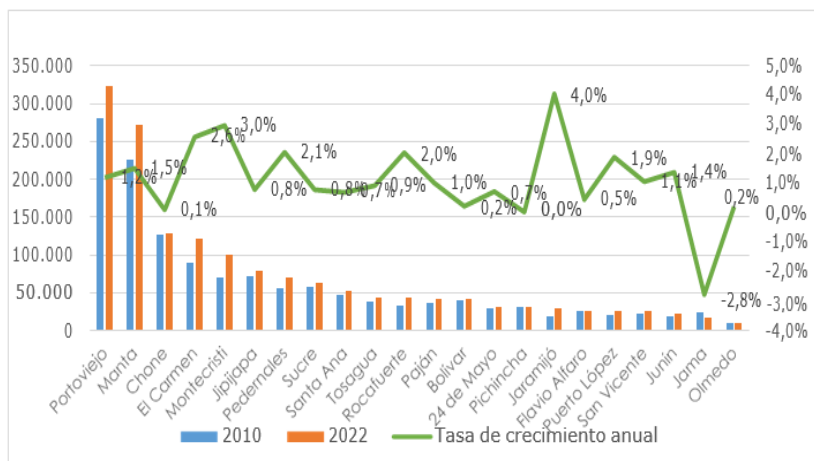
Portoviejo, en su calidad de capital provincial, desempeña un rol estratégico en la dinámica económica, administrativa y social de Manabí. Su crecimiento sostenido refleja el dinamismo y la centralidad que ejerce en la región. De igual manera, los cantones Manta, Jaramijó y Montecristi resultan fundamentales por su capacidad industrial, logística y de infraestructura. En particular, Manta se consolida como un eje clave gracias a su puerto de aguas profundas y su aeropuerto internacional, factores que potencian el comercio, la conectividad y la inversión.

Manta, reconocida como la Capital Mundial del Atún, se consolida como uno de los principales motores económicos de la provincia gracias a su puerto marítimo, su dinamismo comercial y su fuerte vinculación con la actividad pesquera e industrial, factores que impulsan de manera significativa su crecimiento poblacional y económico.

Por su parte, Chone, conocida como la Ciudad de los Naranjos en Flor, desempeña un rol estratégico en el desarrollo regional debido a su vocación agrícola y comercial, constituyéndose en un polo de atracción para población vinculada a actividades agroproductivas y agroindustriales, que fortalecen la economía local y provincial.

Este fortalecimiento de la infraestructura y la ampliación de los servicios públicos y productivos han contribuido de manera significativa al crecimiento de la población urbana, promoviendo un proceso de desarrollo más equilibrado, articulado y sostenible en la provincia.

Gráfico 1.-Población por cantón 2010 - 2022 y tasa de crecimiento anual.



Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

1.2.2. Edad y género

De acuerdo con los resultados del Censo de Población 2022, el Ecuador registró un crecimiento poblacional aproximado del 40 % durante el período intercensal iniciado en el año 2001. En el caso de la provincia de Manabí, este crecimiento fue del 32 % en el mismo período, lo que evidencia una dinámica demográfica significativa, aunque inferior al promedio nacional.

Tabla 4.-Población Nacional y Manabí 2001 – 2010 – 2022

Población Nacional y Manabí 2001 - 2010 - 2022					
2001	2001	2010	2010	2022	2022
Nacional	Manabí	Nacional	Manabí	Nacional	Manabí
12.142.429	1.208.982	14.459.077	1.391.561	16.938.986	1.592.840

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Los datos adjuntos de la siguiente tabla muestran que el peso poblacional por sexo no ha cambiado de manera substancial ni para el total Nacional ni para Manabí durante el periodo analizado.

Tabla 5.-Población por sexo Nacional y Manabí. 2001 – 2010 -2022.

Población por sexo: Nacional y Manabí 2001 - 2010 - 2022						
	2001	2001	2010	2010	2022	2022
Valores absolutos						
	Nacional	Manabí	Nacional	Manabí	Nacional	Manabí
Hombres	6.010.246	608.540	7.165.170	700.435	8.252.523	787.046
Mujeres	6.132.183	600.442	7.293.907	691.126	8.686.463	805.794
Porcentajes						
Hombres	49,5%	50,3%	49,6%	50,3%	48,7%	49,4%
Mujeres	50,5%	49,7%	50,4%	49,7%	51,3%	50,6%

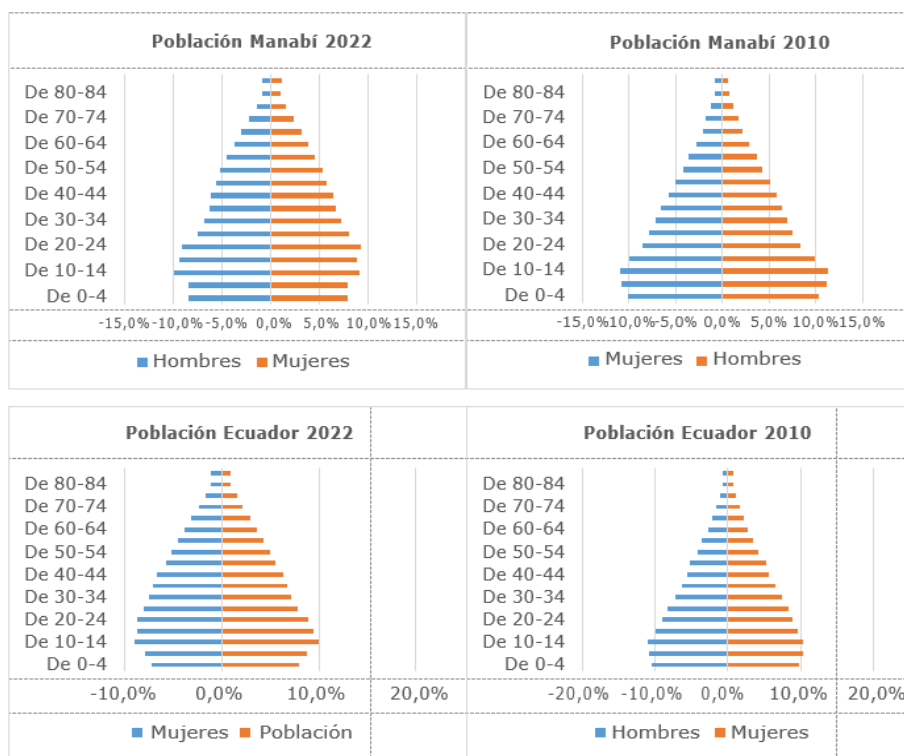
Fuente: (Censos de Población y vivienda 2001 – 2010 - 2022. INEC 2022.

Elaboración: ET PDPM GADPM, 2023-2030)

La evolución demográfica de la provincia de Manabí evidencia una transición hacia una población progresivamente más envejecida y una reducción en el tamaño promedio de los hogares. La disminución relativa de los grupos etarios más jóvenes, junto con el incremento de la población en edades adultas y adultas mayores, refleja una baja en la tasa de natalidad y un aumento en la esperanza de vida.

Esta dinámica demográfica plantea importantes desafíos y oportunidades para la planificación territorial, particularmente en la provisión de servicios de salud, protección social, empleo y políticas públicas orientadas a garantizar un desarrollo sostenible e inclusivo en la provincia.

Gráfico 2.-Pirámides poblacionales de Manabí y Nacional 2010 y 2020.



Fuente: (Censos de Población y vivienda 2010 - 2022. INEC 2022.
Elaboración: ET PDPM GADPM , 2023-2030)

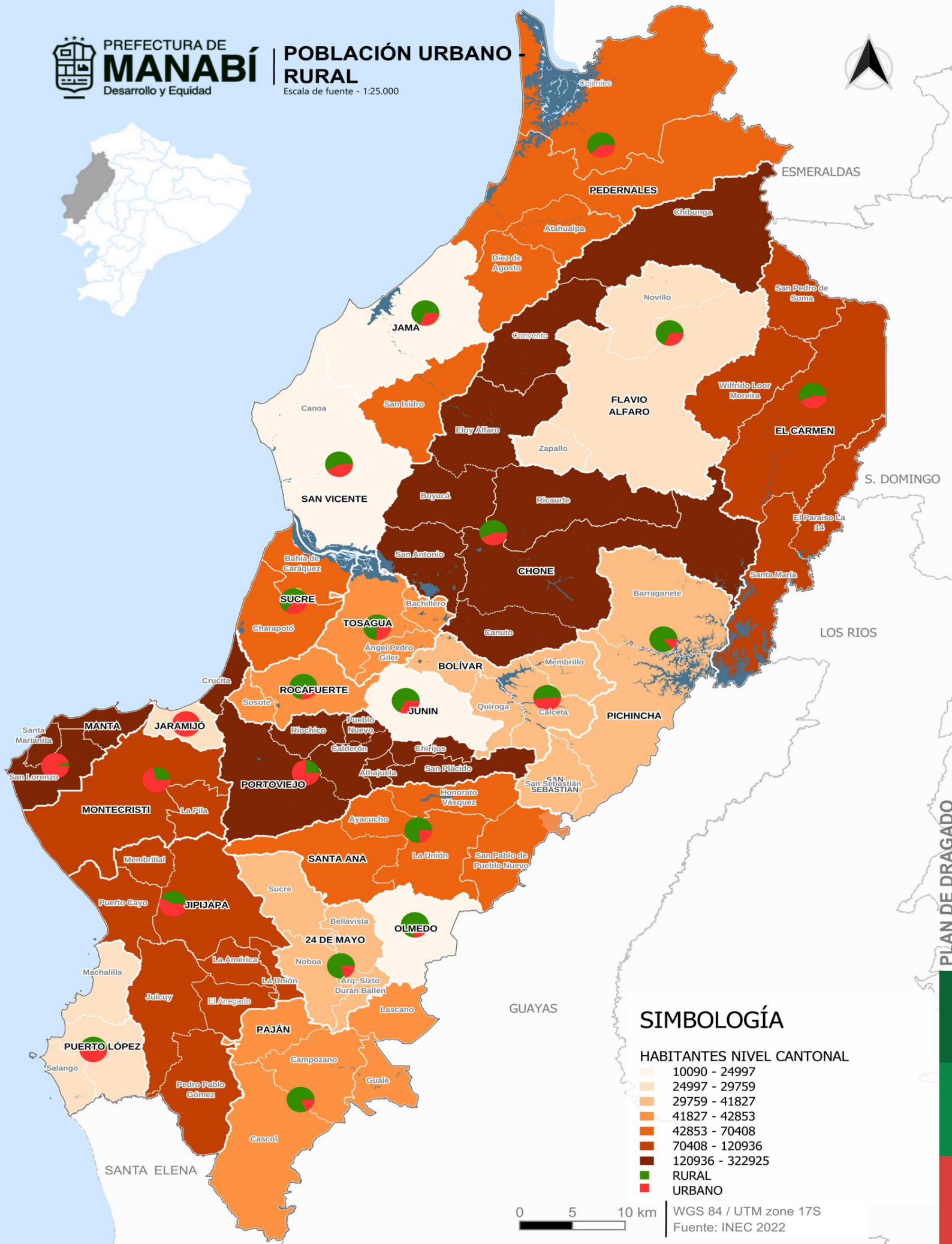
La pirámide poblacional de Manabí muestra una transición demográfica en curso. Se observa una reducción progresiva en los grupos de edad más jóvenes y un aumento en la población adulta y adulta mayor, lo que refleja una disminución de la tasa de natalidad y un incremento en la esperanza de vida. Esta tendencia evidencia una población que envejece gradualmente y plantea desafíos para la planificación de servicios sociales, salud, empleo y desarrollo territorial en la provincia.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

POBLACIÓN URBANO - RURAL

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

HABITANTES NIVEL CANTONAL

- 10090 - 24997
- 24997 - 29759
- 29759 - 41827
- 41827 - 42853
- 42853 - 70408
- 70408 - 120936
- 120936 - 322925
- RURAL
- URBANO

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: INEC 2022

PLAN DE DRAGADO

1.2.3. Áreas urbano–rurales (amanzanadas y dispersas)

La delimitación de las áreas urbanas y rurales en la provincia de Manabí responde a los procesos de planificación cantonal, definidos a través del componente estructurante de los respectivos Planes de Uso y Gestión del Suelo (PUGS), en concordancia con las disposiciones establecidas por la Superintendencia de Ordenamiento Territorial (SOT).

De acuerdo con la cartografía oficial del INEC (2021), la provincia de Manabí presenta una marcada predominancia del suelo rural, registrando aproximadamente el 97,91 % del territorio como suelo rural no amanzanado, mientras que menos del 3 % corresponde a áreas urbanas y/o amanzanadas. Esta configuración territorial evidencia el carácter eminentemente rural de la provincia y plantea importantes retos en términos de provisión de servicios, conectividad, ordenamiento territorial y planificación del desarrollo.

Tabla 6.-Áreas amanzanadas, tipología y proporción espacial.

Tipo de unidad	Km ²	Porcentaje
Cabecera cantonal	208,65	1,07%
Cabecera parroquial	68,53	0,35%
Capital provincial	67,89	0,35%
Localidad amanzanada	61,86	0,32%
Ruralidad	19.092,20	97,91%
Total general	19.499,13	100,00%

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

1.2.4. Centros poblados

La definición y categorización de los centros poblados puede variar de acuerdo con las políticas públicas y los criterios técnicos adoptados por cada país o territorio, los cuales se sustentan en variables demográficas, económicas y sociales. En este contexto, los centros poblados adquieren una relevancia estratégica en la formulación de políticas y acciones orientadas al desarrollo territorial sostenible, al contribuir a una distribución más equilibrada de la población y a un uso eficiente y racional de los recursos disponibles.

La delimitación precisa de estos espacios constituye un elemento clave dentro de la planificación territorial, ya que incide directamente en la asignación de recursos, el diseño y provisión de infraestructura, y la cobertura de servicios públicos.

Asimismo, cumple un rol fundamental en la organización funcional del territorio y en el

impulso del desarrollo ordenado de las áreas urbanas y rurales que los circundan.

Tabla 7.-Cantidad de centros poblados por cantón en Manabí.

Cantón	Cabecera Cantonal	Cabecera Parroquial	Localidad Aman.	Comunidades
24 de Mayo	1	3	1	390
Bolívar	1	2		290
Chone	1	7	12	1162
El Carmen	1	4	12	741
Flavio Alfaro	1	2	1	440
Jama	1		7	165
Jaramijó	4		3	6
Jipijapa	1	7	5	581
Junín	1		2	202
Manta	6	3	5	45
Montecristi	3	1	13	95
Olmedo	1			171
Paján	1	5	1	596
Pedernales	2	3	10	545
Pichincha	2	2	3	412
Portoviejo		8	11	543
Puerto López	2	4	9	58
Rocafuerte	1	1	8	190
San Vicente	2	2	5	198
Santa Ana	1	4		542
Sucre	1	2	10	273
Tosagua	1	2	4	326
Total general	35	62	122	7971

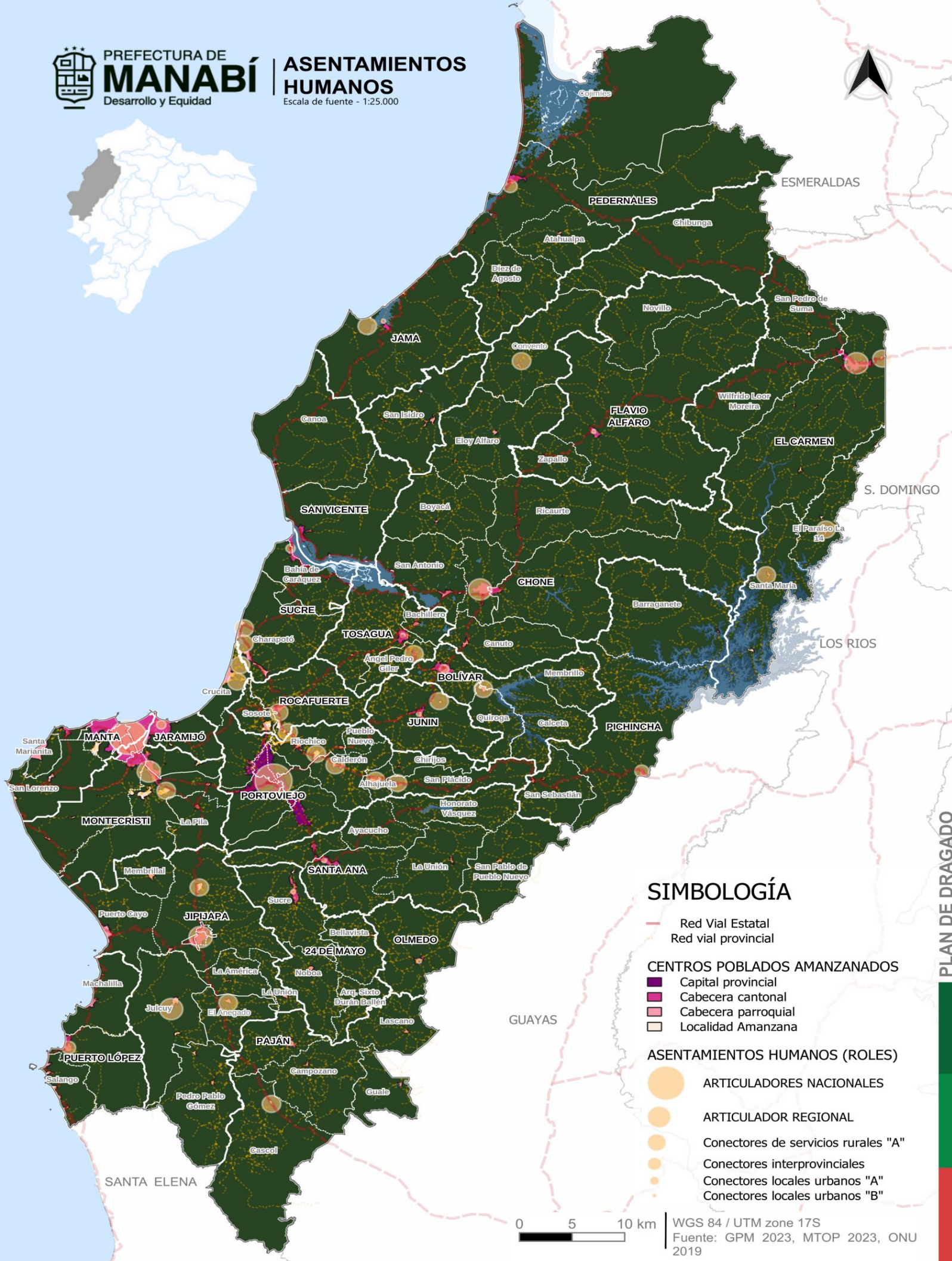
Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

ASENTAMIENTOS HUMANOS

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Red Vial Estatal
Red vial provincial

CENTROS POBLADOS AMANZANADOS

Capital provincial
Cabecera cantonal
Cabecera parroquial
Localidad Amanzana

ASENTAMIENTOS HUMANOS (ROLES)

ARTICULADORES NACIONALES
ARTICULADOR REGIONAL
Conectores de servicios rurales "A"
Conectores interprovinciales
Conectores locales urbanos "A"
Conectores locales urbanos "B"

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2023, MTOP 2023, ONU 2019

1.2.5. Uso y ocupación del suelo

De acuerdo con la información publicada por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), con corte al año 2020 y disponible en su geoportal institucional, la cobertura del suelo en la provincia de Manabí se caracteriza principalmente por tres categorías representativas. Estas corresponden a tierras agropecuarias, que abarcan el 47,29 % del territorio provincial, seguidas por los pastizales, con un 23,06 %, y el bosque nativo, que representa el 21,86 % de la superficie total.

Esta distribución refleja la vocación productiva agropecuaria de la provincia, así como la importancia de los ecosistemas naturales que aún se conservan y que cumplen un rol fundamental en la regulación ambiental y la sostenibilidad territorial.

Tabla 8.-Cobertura de uso de suelo de Manabí.

Cobertura	Hectáreas	%
Área Poblada	30.464,69	1,56%
Área Sin Cobertura Vegetal	3.202,48	0,16%
Bosque Nativo	426.254,26	21,86%
Infraestructura	21.917,60	1,12%
Manglar	2.459,95	0,13%
Natural	26.175,95	1,34%
Pastizal	449.640,26	23,06%
Plantación Forestal	4.111,70	0,21%
Tierra Agropecuaria	922.015,86	47,29%
Vegetación Arbustiva y Herbácea	63.523,18	3,26%
Total Provincial	1.949.765,93	100%

Fuente: (PDOTManabí,2023 - 2027)

2.2. RECURSOS NATURALES DE LA PROVINCIA DE MANABI

La provincia de Manabí posee una amplia y valiosa diversidad de recursos naturales que sustentan su desarrollo económico, social y ambiental, y constituyen la base de sus actividades productivas y de conservación.

2.2.1. Recursos Renovables

Manabí cuenta con una importante dotación de recursos naturales renovables, los cuales constituyen la base de su desarrollo productivo, social y ambiental. Estos recursos, si son gestionados de manera sostenible, permiten garantizar el bienestar de la población y la conservación de los ecosistemas.

Su aprovechamiento racional, articulado con políticas públicas, planificación territorial y participación comunitaria, es clave para fortalecer la resiliencia climática, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de la población manabita.

1. Recursos Hídricos

La Provincia dispone de una extensa red hidrográfica conformada por ríos, esteros, quebradas, acuíferos subterráneos y embalses artificiales. Entre los principales sistemas hídricos destacan las cuencas de los ríos Portoviejo, Chone, Jama, Coaque y Briceño, así como grandes infraestructuras hidráulicas como Poza Honda, La Esperanza, Río Grande y Daule–Peripa.

Estos recursos son fundamentales para el consumo humano, riego agrícola, producción agropecuaria, generación de energía y mantenimiento de ecosistemas, aunque su disponibilidad está fuertemente condicionada por la variabilidad climática.

2. Suelos y Recursos Agroproductivos

Los suelos de Manabí presentan una alta vocación agropecuaria, especialmente en los valles y zonas bajas. Se destinan principalmente a la agricultura familiar campesina, cultivos comerciales y ganadería.

Entre los cultivos más representativos se encuentran el maíz, arroz, cacao, café, plátano, maní, cítricos y pastos, los cuales dependen en gran medida de prácticas sostenibles de manejo del suelo y del acceso al agua para riego.

3. Recursos Forestales

La provincia alberga bosques secos tropicales, bosques húmedos y remanentes de vegetación nativa, especialmente en las zonas montañosas y áreas de conservación. Estos ecosistemas proporcionan madera, productos forestales no maderables, regulación climática, protección de suelos y captura de carbono.

No obstante, enfrentan presiones por la expansión agrícola y el cambio de uso del suelo, lo que hace necesaria una gestión forestal sostenible y la restauración ecológica.

4. Biodiversidad

Manabí posee una rica biodiversidad de flora y fauna, tanto terrestre como marina. Sus

ecosistemas incluyen bosques, manglares, estuarios, zonas costeras y marinas, que sostienen actividades como la pesca artesanal, el turismo ecológico y la provisión de servicios ecosistémicos.

Esta biodiversidad constituye un recurso renovable estratégico que requiere protección frente a la degradación ambiental y la sobre explotación.

5. Recursos Pesqueros

Los recursos pesqueros marinos y continentales son una fuente clave de sustento para las comunidades costeras y rurales. La pesca artesanal y la actividad atunera posicionan a Manabí como un eje productivo nacional. Su sostenibilidad depende de la regulación, el control y el manejo responsable de las especies.

6. Energías Renovables

La provincia presenta potencial para el aprovechamiento de energías renovables, principalmente solar y eólica, debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas. Estos recursos representan una oportunidad para diversificar la matriz energética local y reducir la dependencia de fuentes no renovables.

2.2.2. Recursos No Renovables

La provincia de Manabí dispone de una variedad limitada pero estratégica de recursos naturales no renovables, los cuales han sido aprovechados históricamente como base para actividades productivas, principalmente en los sectores de la construcción, la industria y la artesanía. Estos recursos se concentran en yacimientos minerales no metálicos y, en menor medida, en materiales de origen geológico utilizados como materias primas.

Entre los principales recursos no renovables destacan los materiales de construcción, tales como arena, grava, piedra, arcilla y caliza, extraídos principalmente de riberas de ríos, terrazas aluviales y formaciones geológicas sedimentarias.

Estos insumos son fundamentales para el desarrollo de infraestructura vial, obras civiles y edificaciones urbanas y rurales en la provincia.

Asimismo, Manabí cuenta con yacimientos de arcilla de buena calidad, utilizados en la fabricación de ladrillos, tejas, cerámica y productos artesanales, actividad que posee un

importante valor cultural y económico en cantones como Montecristi, Portoviejo y Chone. La caliza, por su parte, se emplea en la producción de cemento, cal y otros derivados industriales.

En cuanto a recursos minerales metálicos, la provincia presenta una presencia limitada, sin explotaciones a gran escala, lo que ha permitido mantener amplias áreas libres de impactos severos asociados a la minería industrial. No obstante, existen zonas con potencial geológico que requieren estudios técnicos detallados y una gestión ambiental rigurosa.

El aprovechamiento de estos recursos no renovables implica retos significativos relacionados con la sostenibilidad ambiental, el control de la explotación, la rehabilitación de áreas intervenidas y la regulación del uso del suelo. En este sentido, la planificación territorial y la articulación interinstitucional resultan clave para garantizar que su utilización contribuya al desarrollo económico local sin comprometer los ecosistemas ni la calidad de vida de la población.

2.2.3. Patrimonio Hídrico

Manabí posee un importante patrimonio hídrico que constituye un eje estratégico para el desarrollo productivo, ambiental y social del territorio. Su red hidrográfica está conformada por ríos de régimen predominantemente pluvial, esteros, quebradas, acuíferos subterráneos y sistemas de almacenamiento artificial, los cuales cumplen funciones clave en el abastecimiento de agua para consumo humano, riego agrícola, actividades productivas y la conservación de ecosistemas.

La provincia se caracteriza por cuencas hidrográficas que drenan directamente hacia el océano Pacífico, entre las que destacan las cuencas de los ríos Portoviejo, Chone, Jama, Coaque, Briceño y Jipijapa.

Estas cuencas no reciben aportes de deshielos, por lo que dependen principalmente de las precipitaciones, lo que hace al territorio especialmente vulnerable a fenómenos de sequía y a eventos extremos de lluvias intensas.

Como parte del patrimonio hídrico provincial, se cuenta con importantes infraestructuras de regulación y almacenamiento, tales como los embalses Poza Honda, La Esperanza, Río Grande y Daule-Peripa, que permiten garantizar la disponibilidad del recurso hídrico,

regular caudales, reducir riesgos de inundación y sostener la producción agrícola en épocas de estiaje. A ello se suman albarradas, pozos, presas derivadoras y sistemas de riego que fortalecen la seguridad hídrica, especialmente en zonas rurales y de agricultura familiar campesina.

Este patrimonio hídrico no solo cumple una función económica, sino también ambiental, al sostener ecosistemas acuáticos y terrestres, favorecer la recarga de acuíferos y proveer servicios ecosistémicos esenciales. En este contexto, su gestión integral, sostenible y articulada entre los distintos niveles de gobierno y las comunidades resulta fundamental para enfrentar los efectos del cambio climático, garantizar el derecho humano al agua y promover un desarrollo territorial equilibrado en la provincia de Manabí.

1. Cuencas y ríos principales

Manabí posee una extensa red hidrográfica, caracterizada por ríos de régimen estacional que desembocan directamente en el océano Pacífico. Entre los principales ríos se destacan:

- Río Portoviejo
- Río Chone
- Río Jama
- Río Coaque
- Río Briceño
- Río Jipijapa
- Río Carrizal
- Río Tosagua

Estos ríos cumplen un rol clave en el abastecimiento de agua para riego, consumo humano, recarga de acuíferos y sostenimiento de ecosistemas.

2. Embalses y presas

El patrimonio hídrico provincial se fortalece con importantes obras de almacenamiento y regulación hídrica, entre las que destacan:

- Embalse Poza Honda (cuenca del río Portoviejo)
- Embalse La Esperanza (cuenca del río Carrizal–Chone)
- Represa Río Grande (cuenca del río Chone)
- Presa Daule–Peripa (aprovechamiento parcial para Manabí)

Estas infraestructuras permiten el control de inundaciones, la provisión de agua para riego y consumo humano, y la regulación hídrica en periodos de sequía.

3. Estuarios, esteros y humedales

La franja costera de Manabí alberga estuarios y esteros de alto valor ecológico, productivo y social, asociados a manglares y humedales, los cuales:

- Protegen frente a inundaciones y marejadas
- Sostienen la biodiversidad
- Apoyan actividades pesqueras y acuícolas

4. Acuíferos y aguas subterráneas

Las aguas subterráneas constituyen un patrimonio estratégico, especialmente en zonas rurales y de sequía recurrente. Son aprovechadas mediante:

- Pozos someros y profundos
- Sistemas comunitarios de abastecimiento
- Uso agrícola y pecuario

5. Albarradas y sistemas ancestrales

Manabí conserva un valioso patrimonio hídrico ancestral representado por albarradas, sistemas tradicionales de captación y almacenamiento de agua lluvia, fundamentales para la resiliencia climática y la agricultura familiar campesina.

Importancia estratégica

- La adaptación y mitigación frente al cambio climático.
- La reducción del riesgo de inundaciones y sequías.
- El desarrollo agrícola y rural.
- La sostenibilidad ambiental y territorial.

Su adecuada gestión, conservación y aprovechamiento responsable son pilares para garantizar un futuro resiliente, equitativo y sostenible para la provincia.

El patrimonio hídrico incluye:

Recursos Naturales de Agua: Ríos, lagos, , acuíferos y humedales. Estos son los cuerpos de agua que constituyen la base de los recursos hídricos de una región.

Infraestructura Hidráulica: Presas, canales, sistemas de riego, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de agua. Estas construcciones son esenciales para la gestión, distribución y uso del agua.

Cultura y Tradiciones Relacionadas con el Agua: Prácticas culturales, tradiciones y conocimientos ancestrales asociados al uso del agua, como técnicas tradicionales de riego, festividades relacionadas con el agua y el papel del agua en la vida comunitaria y espiritual.

Biodiversidad Acuática: Ecosistemas acuáticos y las especies de flora y fauna que dependen de los cuerpos de agua. La preservación de estos ecosistemas es crucial para mantener la salud ambiental y la biodiversidad.

Patrimonio Histórico y Arqueológico: Sitios históricos y arqueológicos relacionados con el agua, como antiguos sistemas de riego, acueductos y estructuras hidráulicas de civilizaciones pasadas.

El patrimonio hídrico es valioso no solo por su función práctica en la provisión de agua, sino también por su papel en la identidad cultural e histórica de las comunidades. La protección y gestión adecuada del patrimonio hídrico es esencial para garantizar el acceso a agua limpia, conservar los ecosistemas acuáticos y mantener las tradiciones y el conocimiento relacionados con el agua. Para estudiar el recurso hídrico en un contexto de gestión integrada, es útil entender varias definiciones clave relacionadas con las demarcaciones hídricas y la planificación de los recursos hídricos. para entender este concepto es preciso puntualizar algunas definiciones, tales como Demarcaciones Hídricas.

Demarcaciones Hídricas.-

Son áreas o regiones que se definen en función de las características del agua, como los cuerpos de agua (ríos, lagos, acuíferos) y las cuencas hidrográficas. En esencia, una demarcación hídrica es una unidad de gestión del agua que agrupa una serie de recursos hídricos y sus zonas relacionadas. Estas demarcaciones ayudan en la planificación y gestión del agua al dividir el territorio en áreas más manejables y coherentes para abordar temas como la disponibilidad, el uso y la calidad del agua.

Existen dos conceptos clave dentro de las demarcaciones hídricas:

Cuenca hidrográfica: Es el espacio geográfico conformado por un conjunto de terrenos en el cual las aguas provenientes de la precipitación (lluvia, nieve o escorrentía superficial) convergen y drenan hacia un mismo punto de salida, como un río principal, un lago o el mar. Esta unidad natural está delimitada por divisorias de aguas, que corresponden a las líneas topográficas más elevadas y separan

el escurrimiento hacia cuencas vecinas, constituyéndose en la base para el análisis hidrológico y la gestión integral del agua.

Microcuenca: Corresponde a una subunidad territorial de menor escala que forma parte de una cuenca hidrográfica mayor. Se caracteriza por presentar dinámicas hidrológicas propias y una mayor interacción entre los componentes naturales y las actividades humanas. Debido a su tamaño y nivel de detalle, las microcuencas son especialmente relevantes para la planificación local, la conservación de los ecosistemas, el manejo sostenible del suelo y la garantía del abastecimiento de agua para las comunidades.

Distritos de Gestión del Agua: Son divisiones administrativas que pueden incluir una o varias cuencas hidrográficas y que se utilizan para gestionar los recursos hídricos a nivel regional o nacional.

Estas demarcaciones son fundamentales para la gestión sostenible del agua, ya que permiten una administración más eficiente y adecuada a las necesidades locales y regionales.

Las Demarcaciones Hidrográficas son 3: Manabí, Guayas y Esmeraldas. Dentro de la extensión provincial de Manabí; la más extendida conforma el 58% de la superficie total de la provincia, la segunda comprende la cuenca alta del río Guayas, y la tercera, parte de la cuenca del río Esmeraldas.

De estas 3 demarcaciones, la Demarcación Hídrica (DH) de Manabí, comprende la mayor parte del territorio provincial (11.050,2 km²), y está integrada por 6 cuencas superficiales de tipo exorreicas, las cuales sólo reciben aportaciones hídricas de las precipitaciones que tienen lugar en el área de estas, además, de los trasvases que se realizan de otras demarcaciones. Esta condición de origen, propicia dependencia de obras de infraestructura hidráulica (, compuertas, tapes), para que contengan, en la medida de lo posible, la fuga del recurso hídrico.

Tabla 9.-Demarcaciones Hidrográficas dentro de la Provincia de Manabí

Demarcación Hidrográfica	Hectáreas	%
Demarcación hidrográfica Esmeraldas	212.924,19	10,91%
Demarcación hidrográfica Guayas	871.133,53	44,63%
Demarcación hidrográfica Manabí	867.630,00	44,45%
Total general	1.951.704,15	100,00%

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).- Es un enfoque de gestión que busca coordinar el desarrollo y la gestión del agua, la tierra y los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. La GIRH considera todos los aspectos del ciclo del agua y busca equilibrar las necesidades humanas con la conservación ambiental.

Planificación Hidrográfica.-Es el proceso de elaboración de estrategias y planes para la gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos dentro de una cuenca o microcuenca. Implica la identificación de problemas, la evaluación de recursos, la definición de objetivos y la implementación de medidas para mejorar la disponibilidad y calidad del agua.

Evaluación del Estado del Recurso Hídrico.- Consiste en analizar y monitorear la cantidad y calidad del agua en una demarcación hídrica.

Esto incluye la medición de caudales, la evaluación de la contaminación, el análisis de la disponibilidad de agua y la identificación de posibles riesgos o problemas.

Balance Hídrico.- Es una herramienta fundamental del análisis hidrológico que permite evaluar de manera integral el comportamiento del agua dentro de un sistema natural o artificial, como una cuenca o microcuenca hidrográfica, un suelo agrícola, un reservorio, un acuífero o una región determinada, durante un período de tiempo definido. El balance hídrico se basa en el principio de conservación de la masa y establece la relación entre las entradas de agua, principalmente la precipitación y, en ciertos casos, los aportes superficiales o subterráneos, y las salidas, representadas por procesos como la evapotranspiración, la escorrentía superficial, la percolación profunda y las extracciones para usos antrópicos. Asimismo, considera las variaciones en el almacenamiento de agua en el suelo, cuerpos de agua y acuíferos. A través de este análisis es posible determinar la disponibilidad hídrica real, identificar períodos de déficit o excedente, evaluar la sostenibilidad del uso del recurso.

Conservación de Recursos Hídricos.-Es el conjunto de prácticas y estrategias destinadas a proteger y preservar la calidad y cantidad del agua en una demarcación hídrica. La conservación incluye la reducción de la contaminación, la protección de fuentes de agua y la promoción de un uso sostenible del recurso.

Servicios Ecosistémicos Relacionados con el Agua.- Son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas que regulan y proveen agua. Incluyen la regulación del ciclo del agua, la provisión de agua potable, la reducción de riesgos de inundaciones y la sustentación de la biodiversidad.

Entender estas definiciones y conceptos es crucial para la planificación y gestión efectiva de los recursos hídricos, ya que permite un enfoque estructurado para abordar los desafíos relacionados con el agua y asegurar su disponibilidad y calidad para las generaciones futuras. De acuerdo con los datos extraídos del Plan Multiamenazas y Agenda de Reducción de Riesgos, existen 8.011,44 kilómetros de ríos y quebradas principales dentro de la Provincia de Manabí.

Tabla 10.-Kilómetros de Ríos de cada Unidad Hidrográfica.

Demarcación Hidrográfica	Hectáreas	% (Ha)	Kilómetros de Ríos
Demarcación hidrográfica Esmeraldas	212.924,19	10,91%	1.115,68
1521	44,05	0,00%	0,05
1526	212.852,00	10,91%	1.115,63
1537	28,14	0,00%	-
Demarcación hidrográfica Guayas	871.133,53	44,63%	3.501,08
1424	31.384,30	1,61%	141,93
1425	9,23	0,00%	-
1426	100.355,00	5,14%	338,85
1428	115.651,00	5,93%	444,79
1429	358.268,00	18,36%	1.630,05
1513	265.466,00	13,60%	945,46
Demarcación hidrográfica Manabí	867.630,00	44,45%	3.394,68
1514	208.959,00	10,71%	755,35
1515	30.152,30	1,54%	75,16
1516	243.196,00	12,46%	927,97
1517	85.898,70	4,40%	377,11
1518	138.156,00	7,08%	537,54
1519	161.268,00	8,26%	721,55
Total general	1.951.704,15	100,00%	8.011,44

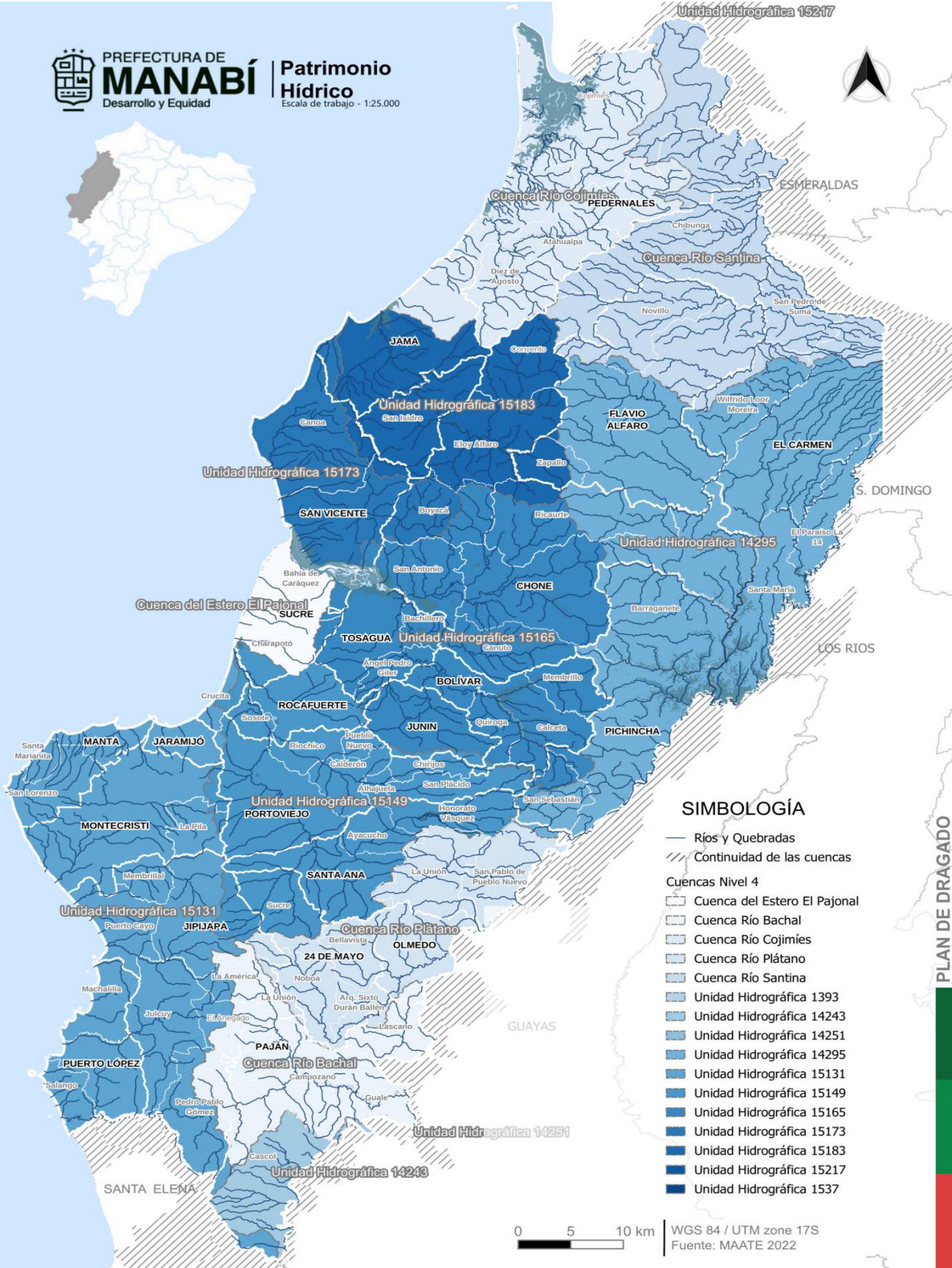
Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

**Patrimonio
Hídrico**
Escala de trabajo - 1:25.000

Unidad Hidrográfica 15217



SIMBOLOGÍA

- Ríos y Quebradas
- /// Continuidad de las cuencas

Cuencas Nivel 4

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimíes
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santa
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2022

La provincia de Manabí, ubicada en la costa central de Ecuador, está expuesta a varias amenazas naturales debido a su ubicación geográfica y a sus características ambientales. Algunas de las principales amenazas naturales en Manabí son:

Sismos y Tsunamis: Manabí se encuentra en una región sísmica activa debido a la interacción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Los terremotos pueden provocar tsunamis, que pueden causar grandes daños en las áreas costeras.

Deslizamientos de Tierra: Las lluvias fuertes y la deforestación pueden desencadenar deslizamientos de tierra en las áreas montañosas de la provincia. Estos deslizamientos pueden dañar carreteras, viviendas y otras infraestructuras.

Huracanes y Tormentas Tropicales: Aunque menos comunes que en otras regiones del Caribe, Manabí puede ser afectada por huracanes o tormentas tropicales que llegan a la región costera, especialmente durante la temporada de huracanes en el Pacífico.

Sequías: En años de sequía prolongada, la provincia atraviesa problemas relacionados con la escasez de agua, lo que afecta la agricultura y el suministro de agua potable.

Erosión Costera: La erosión de las playas y costas debido a la acción de las olas y la subida del nivel del mar puede afectar las comunidades costeras y la infraestructura.

Estas amenazas naturales requieren una planificación y preparación adecuadas para minimizar su impacto en la población y en la infraestructura de la provincia.

Movimiento en masa - deslizamiento

En Ecuador se han investigado diversos tipos de movimientos en masa, como caídas (desprendimiento de rocas), deslizamientos y flujos, entre otros.

En su Propuesta metodológica para el análisis de amenaza ante movimientos en masa en Ecuador Continental, el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos sugiere cinco categorías para evaluar el nivel de amenaza de un territorio, las cuales son las siguientes:

Engloba zonas estables donde es poco probable que ocurran movimientos masivos. Se distinguen por presentar pendientes del terreno suaves a planas, no superiores al 5%.

Bajo riesgo: Estas zonas se distinguen por tener pendientes muy suaves a suaves, es decir, no más del 12%, y superficies de terreno con condiciones geológicas estables, incluso durante fenómenos intensos y extensos.

Sísmicos

En la provincia de Manabí se encuentra en una zona altamente vulnerable a los sismos debido a su ubicación en la costa del Pacífico y su proximidad a la zona de subducción de la placa de Nazca. Los sismos pueden causar daños significativos en las estructuras, licuación de suelos saturados, subsidencia y otros efectos secundarios. Según una reevaluación de la amenaza sísmica para el cantón Portoviejo (Aguilar y otros, 2021), la provincia de Manabí es una de las zonas más vulnerables a los sismos en Ecuador.

Tabla 11.-Eventos sísmicos históricos y sus características generales.

Año evento	Ubicación	Magnitud	Profundidad (km)	Pérdidas (millones USDUSD)	Número de afectados	Periodo de retorno aproximado (años)
04/02/1797	Riobamba	8,3	10	40	-	15
15/02/1868	El Ángel	6,6	10	15	-	2
16/02/1868	Ibarra	7,3	10	40	-	12
31/01/1906	Costas del Norte Ecuador	8,8	20	3	-	> 100
14/05/1906	Manabí	7,8	19	3	-	25
14/05/1942	Pelileo	6,1	10	15	100.000	< 1
05/08/1949	Esmeraldas	7,6	30	3	-	15
19/01/1976	Esmeraldas	6,6	17	4	20.000	2
12/12/1979	Tumbaco, Colombia	8,2	38	3	-	70
18/08/1980	Guayaquil	5,9	56	5	100	< 1
06/03/1987	Napo	7,1	12	1.500	-	8
28/03/1996	Cotopaxi	5,9	14	7	30.000	< 1
04/08/1996	Bahía de Caráquez	7,1	34	15	2.000	8
16/04/2016	Pedernales	7,8	17	3.300	390.000	25

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Los asentamientos humanos articuladores nacionales Manta y Portoviejo, especialmente tienen entre el 100% y 69,98% de su superficie, bajo una amenaza en el grado VII, respectivamente,

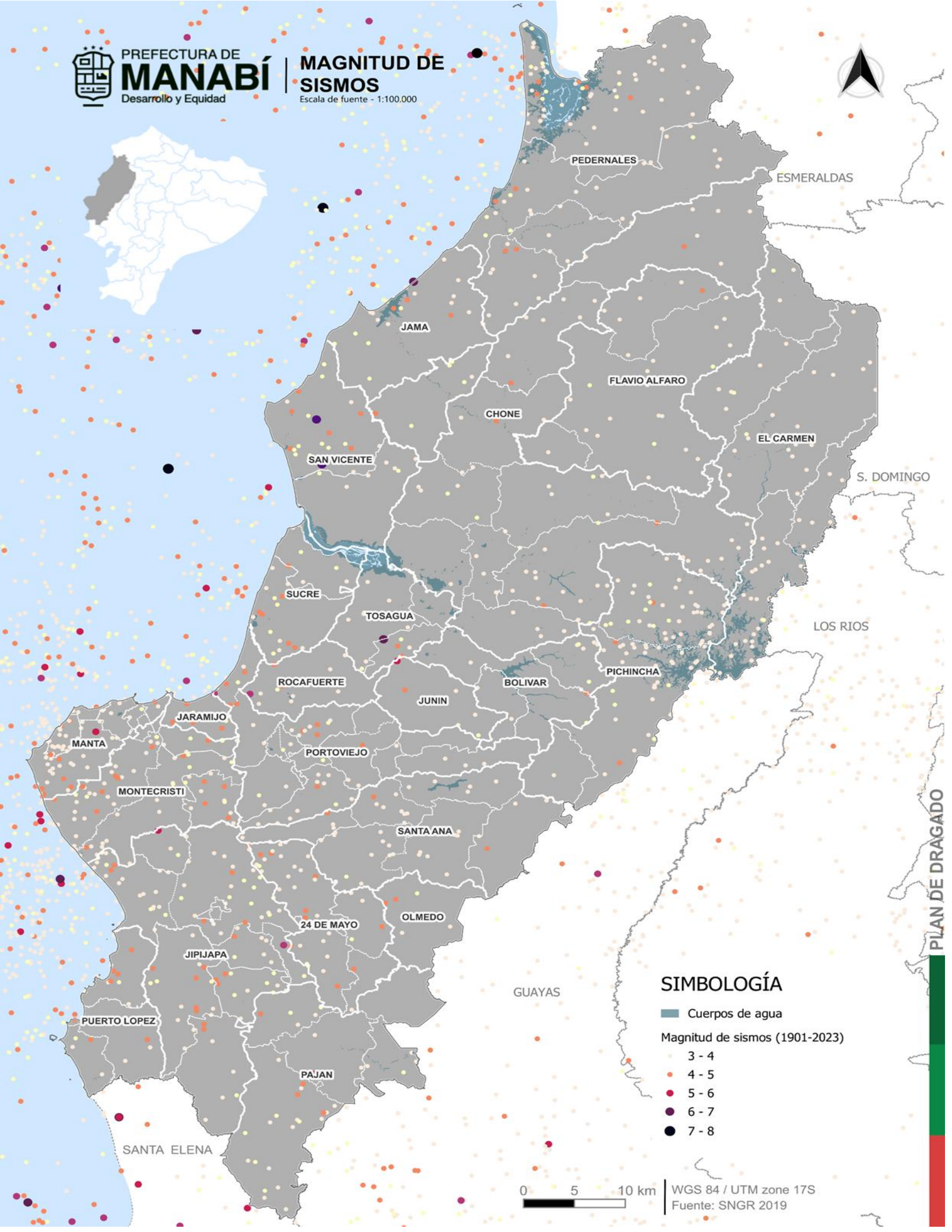
concentrando entre estos, el 37% de la población Manabita. En similar situación, se encuentran los articuladores regionales: Montecristi y Jipijapa y el conector interprovincial: Pedernales, con áreas amenazadas en torno al 100%, 49,56% y 47,29% respectivamente, así como los cantones Jaramijó (100%), Jama (34,54%), Rocafuerte (97,09%) y Sucre (71,35%), con altos porcentajes de sus superficies bajo el mismo grado de intensidad. Por último, los cantones Jama, Pedernales y San Vicente, tienen superficies amenazadas bajo el grado VIII en áreas que están entre el 64,35%, 17,74% y 74,02% respectivamente, mientras que, únicamente Pedernales tiene el 16,87% de su extensión en el grado IX (*Gobierno Provincial de Manabí, 2022*).



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

MAGNITUD DE SISMOS

Escala de fuente - 1:100.000



PEDERNALES

ESMERALDAS

JAMA

FLAVIO ALFARO

CHONE

SAN VICENTE

EL CARMEN

S. DOMINGO

SUCRE

TOSAGUA

LOS RIOS

ROCAFUERTE

BOLIVAR

PICHINCHA

JUNIN

MANTA

JARAMIJO

PORTOVIEJO

MONTECRISTI

SANTA ANA

24 DE MAYO

OLMEDO

JIPIJAPA

GUAYAS

PUERTO LOPEZ

PAJAN

SANTA ELENA

SIMBOLOGÍA

Cuerpos de agua

Magnitud de sismos (1901-2023)

3 - 4

4 - 5

5 - 6

6 - 7

7 - 8

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: SNGR 2019

PLAN DE DRAGADO

Inundaciones

Las lluvias intensas, especialmente durante la temporada de lluvias o eventos climáticos extremos como El Niño, pueden causar inundaciones en las zonas bajas y áreas urbanas. Los ríos que atraviesan la provincia también pueden desbordarse.

La amenaza de inundación en la provincia de Manabí es significativa debido a varias razones que combinan factores naturales y humanos. Aquí están algunos aspectos clave:

Factores que Contribuyen a la Inundación en Manabí:

Lluvias Intensas:

Temporada de Lluvias: Manabí experimenta una temporada de lluvias que generalmente ocurre de diciembre a mayo. Las lluvias intensas durante esta temporada pueden causar desbordamiento de ríos y arroyos.

Eventos Climáticos Extremos: Fenómenos como El Niño pueden traer lluvias excesivas y prolongadas, aumentando el riesgo de inundaciones.

Ríos y Afluentes:

Desbordamiento de Ríos: Los ríos que atraviesan la provincia, como el río Guayas y el río Chone, pueden desbordarse durante lluvias fuertes, afectando áreas cercanas.

Sedimentación: La sedimentación en los cauces de los ríos puede reducir su capacidad para transportar agua, aumentando el riesgo de inundaciones.

Infraestructura y Urbanización:

Construcción en Zonas Vulnerables: El desarrollo urbano en áreas propensas a inundaciones sin una adecuada planificación puede exacerbar el problema. Las construcciones en llanuras aluviales y zonas de baja elevación son particularmente vulnerables.

Drenaje Inadecuado: La falta de sistemas de drenaje eficientes en áreas urbanas y rurales puede agravar las inundaciones, ya que el agua no se canaliza de manera efectiva.

Deforestación:

Pérdida de Cobertura Vegetal: La deforestación en las cuencas de ríos reduce la capacidad del suelo para absorber agua, aumentando el escurrimiento superficial y el riesgo de inundaciones.

Cambio Climático:

Eventos Climáticos Extremos: El cambio climático puede intensificar la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como lluvias intensas y tormentas, lo que a su vez incrementa la probabilidad de inundaciones.

Consecuencias de las Inundaciones:

Daños a Infraestructura: Las inundaciones pueden destruir carreteras, puentes, y otras infraestructuras esenciales, afectando el transporte y el acceso a servicios básicos.

Impacto en Viviendas: Las viviendas pueden verse afectadas, resultando en daños materiales y, en casos extremos, pérdida de hogares.

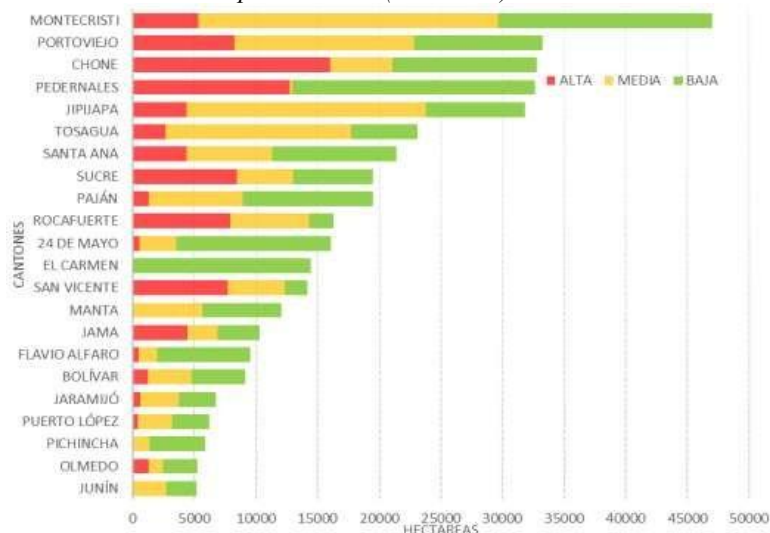
Problemas de Salud Pública: Las inundaciones pueden contaminar fuentes de agua potable y propagar enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera y la leptospirosis.

Impacto Económico: Las inundaciones afectan la agricultura, la pesca, y otros sectores económicos importantes, causando pérdidas económicas significativas para las comunidades.

Desplazamiento de Personas: Las inundaciones severas pueden desplazar a las comunidades, creando necesidades de refugio y asistencia humanitaria.

La gestión adecuada de las inundaciones en Manabí requiere una combinación de medidas preventivas, respuesta rápida y planificación a largo plazo para minimizar los impactos en la población y la infraestructura.

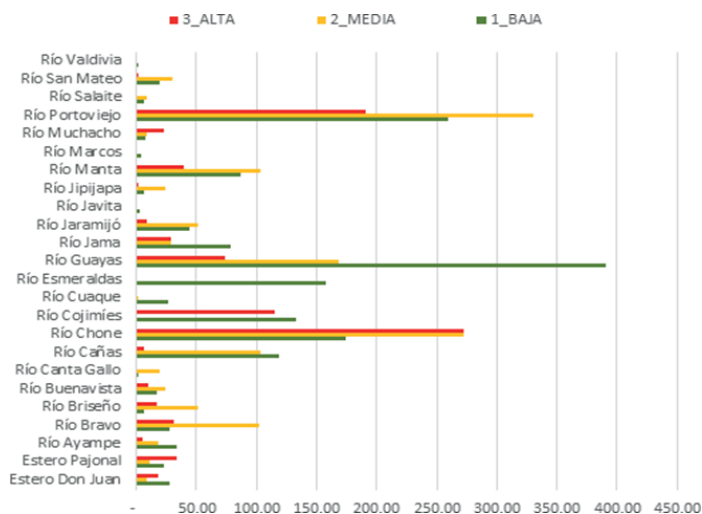
Gráfico 3.-Susceptibilidad de inundación por cantones (Hectáreas).



Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, entre 1970 y 2019 se han registrado 172 muertes por efecto de las inundaciones. La década de 1990-2000 fue la más crítica, con 120 muertos, 46 heridos y 18 desaparecidos. Aunque los registros disponibles no dividen la cantidad de afectados por cantón, se observa que las áreas con las cifras más altas se encontraban en Cojimíes, Tosagua y Portoviejo. Durante ese día, se registró el número más alto de víctimas, con alrededor de 14.000 afectados y alrededor de 29.150 evacuados, todo debido al fenómeno del Niño en el invierno de 1997-1998.

Gráfico 4.-Registro de ríos que sufren mayores Inundaciones



Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Tabla 12.-Susceptibilidad de Cuencas a Inundaciones

CUENCA HIDROGRAFICA	SUSC_ BAJA	SUSC _MEDIA	SUSC _ALTA	TOTAL
Estero Don Juan	27.64	8.35	18.67	54.66
Estero Pajonal	22.41	11.48	34.00	67.89
Río Ayampe	33.00	17.95	4.75	55.70
Río Bravo	27.94	101.55	31.17	160.66
Río Briseño	6.87	51.16	16.66	74.69
Río Buenavista	17.26	23.83	9.94	51.04
Río Canta Gallo	0.62	19.75		20.38
Río Cañas	118.36	102.95	6.21	227.52
Río Chone	174.06	272.26	272.01	718.33
Río Cojimíes	132.56		114.50	247.07
Río Cuaque	25.94	0.12		26.06
Río Esmeraldas	158.00			158.00
Río Guayas	390.44	168.36	73.55	632.35
Río Jama	78.52	28.28	28.29	135.08
Río Jaramijó	44.19	51.62	8.35	104.17
Río Javita	2.87			2.87
Río Jipijapa	6.71	23.51	0.97	31.19
Río Manta	86.78	103.60	39.56	229.93
Río Marcos	3.80			3.80
Río Muchacho	7.76	8.49	22.84	39.09
Río Portoviejo	259.59	330.20	191.13	780.92
Río Salate	5.77	9.23		15.00
Río San Mateo	19.04	30.15	0.19	49.38
Río Valdivia	0.53			0.53
TOTAL	1,650.66	1,362.85	872.79	3,886.30

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

El Río Esmeraldas muestra un riesgo bajo de 350 unidades, pero su gran volumen de agua y extensa cuenca contribuyen a inundaciones significativas en eventos extremos. La problemática principal incluye el desbordamiento fluvial en periodos de alta precipitación, lo que puede afectar vastas áreas de la cuenca.

El Río Salate presenta un riesgo alto de 225 unidades y un riesgo medio de 250 unidades, indicando una susceptibilidad significativa a inundaciones. Las principales problemáticas incluyen la falta de drenajes adecuados y el frecuente desbordamiento fluvial, que afecta tanto áreas rurales como urbanas.

En el Río Chone, el cual se encuentra en la cuenca llamada por el mismo nombre, presenta un riesgo alto de 75 unidades y un riesgo medio de 175 unidades, se evidencian problemas asociados a la erosión y la insuficiencia de medidas de control de inundaciones. La cuenca del Río Chone sufre de frecuentes desbordamientos, exacerbados por la deforestación y el uso inadecuado del suelo.

El Río Portoviejo, el cual se encuentra en la cuenca llamada por el mismo nombre, presenta un riesgo medio de 100 unidades y un riesgo bajo de 125 unidades. Las inundaciones en esta cuenca se deben principalmente a desbordamientos y a la incapacidad del sistema de drenaje urbano para manejar lluvias intensas. Este problema es particularmente grave en áreas urbanas, donde la infraestructura no ha evolucionado para enfrentar la creciente urbanización y las precipitaciones extremas.

El Río Coaque, el cual se encuentra en la cuenca llamada por el mismo nombre, presenta un riesgo medio de 200 unidades y un riesgo bajo de 100 unidades, indicando una alta susceptibilidad a inundaciones por desbordamientos. Estas inundaciones afectan tanto áreas rurales como urbanas, causando daños significativos a la infraestructura y la agricultura local.

En base a lo antes mencionado, se puede considerar que una de las principales problemáticas en estas cuencas es la falta de infraestructura de drenaje y grandes para la retención de agua durante la temporada de lluvias, almacenándola para su uso durante el verano, cuando el agua es más escasa. En las cuencas de Manabí, especialmente en zonas urbanas como Portoviejo, los sistemas de drenaje son insuficientes, lo que agrava las inundaciones durante lluvias intensas. La urbanización rápida sin planificación adecuada ha exacerbado este problema, resultando en inundaciones recurrentes y destructivas.

Tabla 13.-Susceptibilidad

GRADO DE RIESGO	ÁREA (km ²)	POBLACIÓN (mil personas)		PBI (mil USD)		
		Urbana	Rural	Agricultura, Ganadería	Industria	Servicios
Extremadamente alto	200,9	129,3	13,4	\$ 9.552,20	\$ 105.094,90	\$ 405,00
Alto	333,4	94,9	20,2	\$ 19.010,50	\$ 54.459,90	\$ 325,00
Medio	2825,5	452,7	140,5	\$ 156.623,00	\$ 771.565,70	\$ 1.054,00
Bajo	5041,2	0	244,5	\$ 277.401,30	\$ -	0

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

El área de riesgo medio, alto y extremadamente alto de inundaciones en la DH Manabí, cubre el 30% de la demarcación, en estas áreas se ubica el 78% de la población y se genera el 91% del PIB, por lo que, se puede concluir que las áreas más productivas y pobladas de la DH Manabí, se hallan expuestas a estos niveles de inundación, con las ciudades de Portoviejo y Chone en las áreas de alto riesgo de inundación, o incluso en áreas de riesgo extremadamente alto.

Desde la perspectiva de distribución temporal, las inundaciones en la DH Manabí se presentan de manera intensiva durante la época de lluvias, es decir, de diciembre a mayo, especialmente entre febrero y abril, el 90% de todas las inundaciones que se presentan en el año se producen durante la época de lluvias y el 72% de estas se presentan en el periodo de febrero a abril.

Desde la perspectiva de la distribución espacial, la mayoría de los eventos de inundación se producen en las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, 203 veces se han presentado inundaciones en estas dos cuencas hidrográficas, lo que representa el 73,8% del total de inundaciones registradas, 68 384 personas fueron afectadas, que equivale al 85,4% del total de habitantes perjudicados por las inundaciones en la DH Manabí.

El análisis revela que la DH Manabí enfrenta un desafío significativo en términos de gestión de riesgos de inundación. Las áreas con riesgo extremadamente alto y alto requieren intervenciones urgentes y de gran escala, incluyendo la construcción de y la mejora de los sistemas de drenaje para manejar el flujo excesivo de agua durante las lluvias intensas. En las áreas de riesgo medio, es crucial una gestión integral y sostenible que combine infraestructura hidráulica con prácticas de uso del suelo adecuadas para prevenir inundaciones catastróficas.

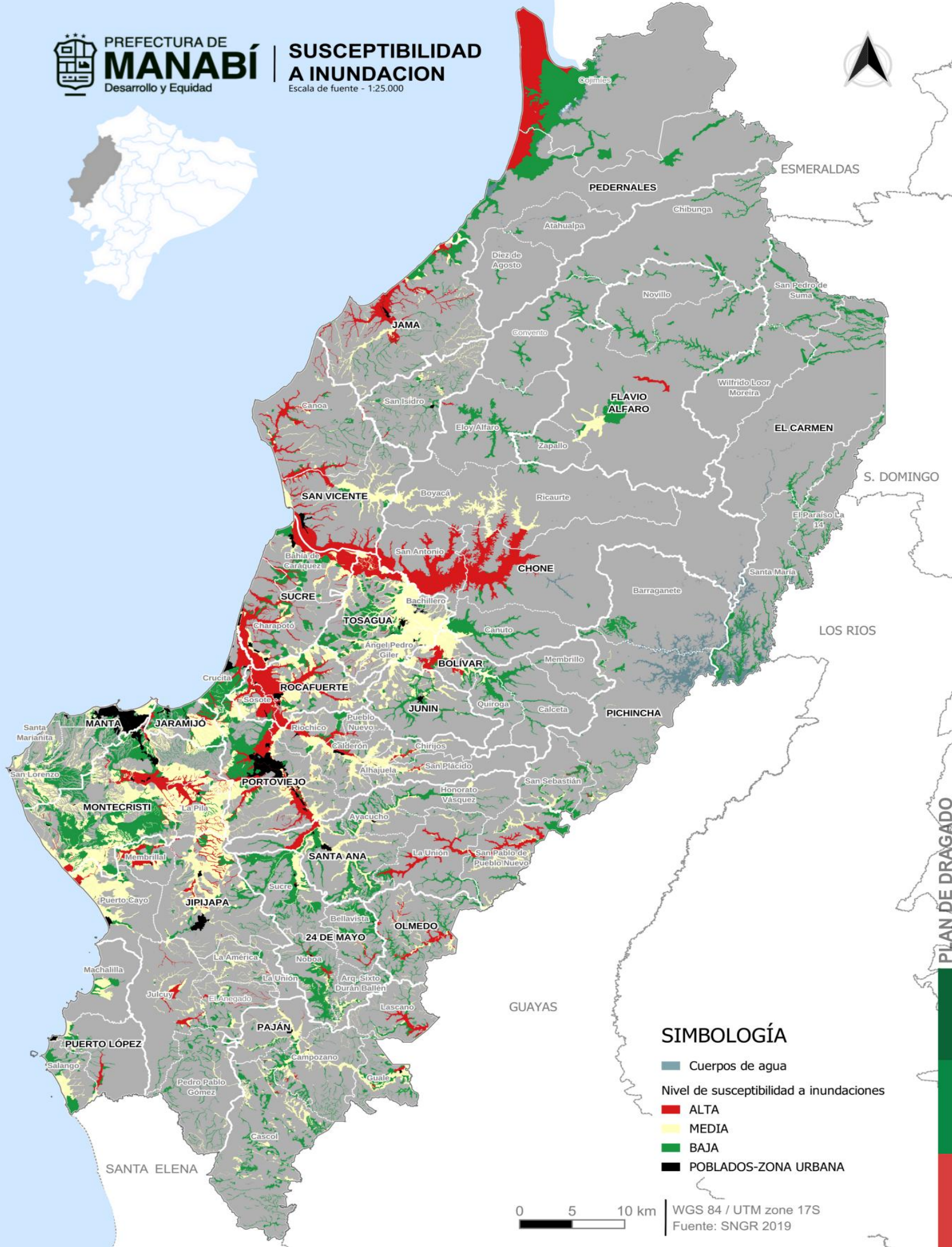
La planificación y ejecución de estas medidas hidráulicas no solo mitigarán el riesgo de inundaciones, sino que también garantizarán un suministro constante de agua, mejorando la resiliencia hídrica de la región. Involucrar a las comunidades locales en estos esfuerzos y asegurar una gestión coordinada y sostenida de las cuencas hidrográficas es esencial para transformar esta problemática en una oportunidad de desarrollo sostenible y seguro para la DH Manabí.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACION

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- Cuerpos de agua
- Nivel de susceptibilidad a inundaciones
 - ALTA
 - MEDIA
 - BAJA
- POBLADOS-ZONA URBANA

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: SNGR 2019

PLAN DE DRAGADO

Exposición de elementos de fomento productivo a amenazas de inundación

En la provincia de Manabí, los elementos de fomento productivo, como la agricultura, la ganadería, la pesca y la industria, se encuentran significativamente expuestos a las amenazas de inundación. La provincia de Manabí, caracterizada por una economía fuertemente dependiente de estos sectores, enfrenta riesgos recurrentes debido a la falta de infraestructura adecuada de drenaje y . Las inundaciones intensas y frecuentes, exacerbadas por la rápida urbanización sin planificación adecuada, causan daños considerables a los cultivos, instalaciones ganaderas, y pesquerías, así como a las instalaciones industriales. Estas pérdidas no solo impactan negativamente la economía local y la seguridad alimentaria, sino que también afectan el bienestar de las comunidades que dependen de estas actividades para su sustento.

Tabla 14.-Infraestructura de fomento productivo a amenaza de inundación

EQUIPAMIENTO	ALTA	BAJA	MEDIA	TOTAL
ALIMENTACION	48	48	53	149
BANCARIOS	2		2	4
BODEGAS	98	82	111	291
CENTRO DE ACOPIO	32	68	44	144
EDUCACIÓN	58	111	108	277
ESTACIÓN DE COMBUSTIBLES	6	4	1	11
HOSPEDAJE	2	7	6	15
POLICIA	4	5	3	12
PÚBLICOS	112	220	232	564
SALUD	5	5	7	17
VIVEROS	5	2	6	13
VULCANIZADORA	2	6	3	11
TOTAL	374	558	576	1508

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

La tabla anterior detallada de la exposición de varios tipos de equipamientos de fomento productivo a las amenazas de inundación en la provincia de Manabí. Con relación a infraestructura de fomento productivo, el Plan Multiamenazas y Agenda Provincial de Reducción de Riesgos (2022) menciona que 144 centros de acopio se encuentran en zonas consideradas inundables, representando un 36% de la totalidad registrados en la provincial. Santa Ana y Chone son los cantones cuya infraestructura productiva, específicamente sus centros de acopio se encuentran en zonas de inundación representando un 26% y 19% del total respectivamente.

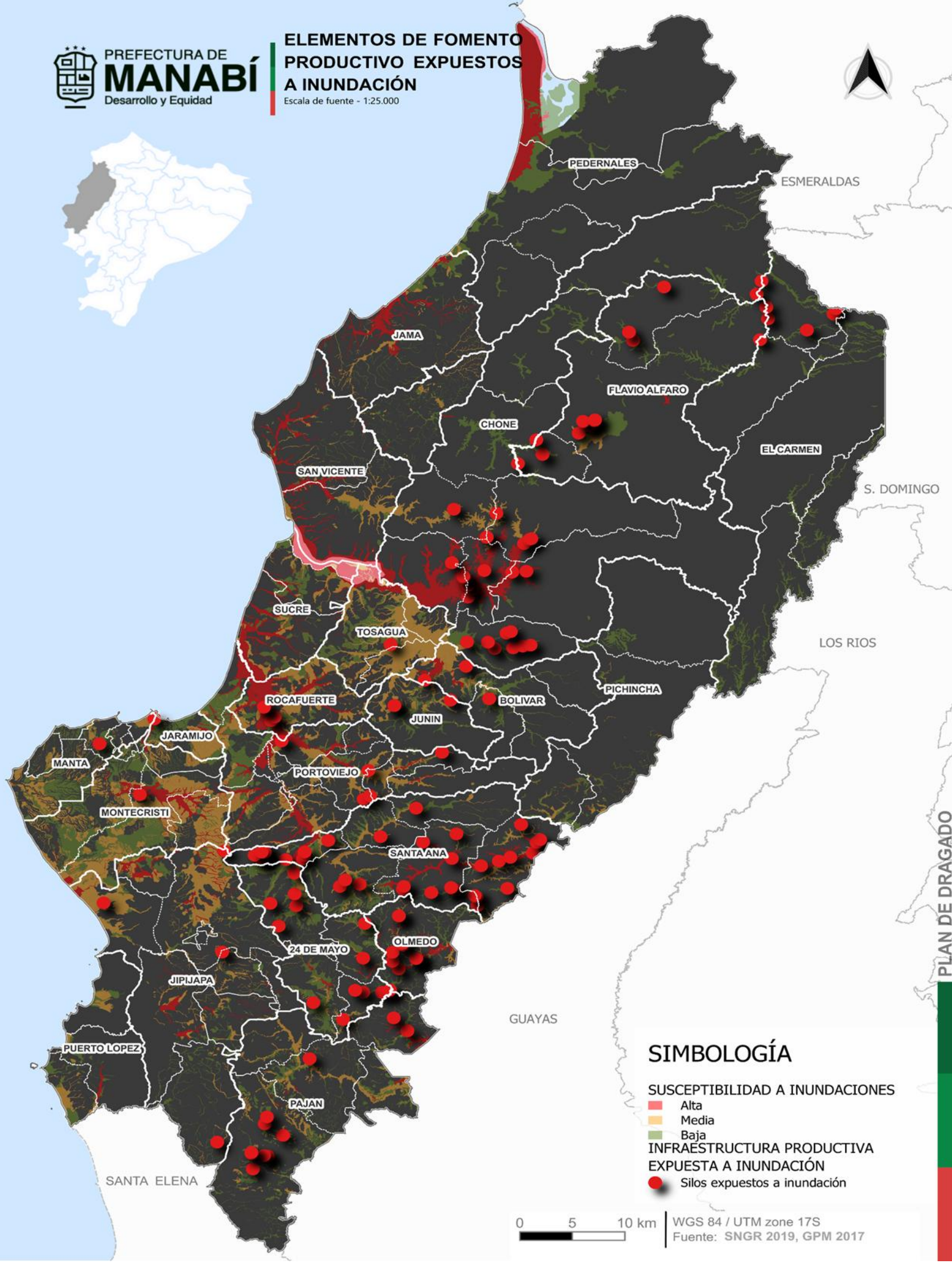
Los puntos de alimentación, cruciales para la seguridad alimentaria, tienen una exposición considerable con 48 en riesgo alto y 53 en riesgo medio. Esta distribución indica una vulnerabilidad significativa que podría impactar la disponibilidad de alimentos durante eventos de inundación.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

ELEMENTOS DE FOMENTO PRODUCTIVO EXPUESTOS A INUNDACIÓN

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

- Alta
- Media
- Baja

INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA EXPUESTA A INUNDACIÓN

- Silos expuestos a inundación

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: SNGR 2019, GPM 2017

Las bodegas, esenciales para el almacenamiento de bienes y productos, presentan una alta exposición con 98 en riesgo alto y 111 en riesgo medio. Esto subraya la necesidad de estrategias de mitigación para proteger estos espacios y los bienes almacenados.

Las instituciones educativas, que son cruciales para el desarrollo socioeconómico a largo plazo, también están expuestas. Con 58 en riesgo alto y 108 en riesgo medio, las inundaciones pueden interrumpir la educación de miles de estudiantes.

Las instalaciones públicas, incluyendo edificios gubernamentales y servicios esenciales, muestran la mayor exposición total con 564 equipamientos, de los cuales 112 están en riesgo alto y 232 en riesgo medio. La funcionalidad de estos servicios durante y después de una inundación es crucial para la gestión de desastres.

Las instalaciones de salud, vitales para la respuesta y recuperación en emergencias, tienen una exposición notable, aunque menor en número absoluto. Sin embargo, con 5 en riesgo alto y 5 en riesgo medio, es crítico asegurar su operatividad durante eventos de inundación.

Otro tipo de equipamiento, este grupo incluye estaciones de combustibles, hospedaje, policía, viveros y vulcanizadoras. Aunque el número total es menor (150), la exposición sigue siendo relevante, particularmente para estaciones de combustible y hospedaje, que son esenciales para la logística y alojamiento durante emergencias.

Tabla 15.- Grado de vulnerabilidad a amenaza por inundación de infraestructura productiva por cantones

CANTÓN	ALTA	BAJA	MEDIA	TOTAL
24 DE MAYO		11	3	14
BOLIVAR	1	1	1	3
CHONE	12	10	6	28
EL CARMEN		6		6
FLAVIO ALFARO		6	7	13
JARAMILLO		1		1
JIPUAPA		1	3	4
JUNIN			3	3
MANTA		1		1
MONTECRISTI	1			1
OLMEDO	2	5	4	11
PAJAN	2	6	4	12
PORTOVIEJO			5	5
ROCAFUERTE	3		1	4
SANTA ANA	11	19	7	37
TOSAGUA		1		1
TOTAL	32	68	44	144

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

La distribución del grado de vulnerabilidad a amenaza por inundación de la infraestructura

productiva en diferentes cantones, clasificada en tres categorías: alta, baja y media. La suma total de infraestructuras productivas vulnerables es de 144.

Se observa que la mayor cantidad de infraestructura vulnerable se encuentra en los niveles de baja y media vulnerabilidad, con 68 y 44 respectivamente, mientras que el nivel de alta vulnerabilidad cuenta con 32 infraestructuras.

Santa Ana presenta la mayor cantidad de infraestructuras vulnerables con un total de 37, distribuidas principalmente en baja (19) y alta (11) vulnerabilidad, indicando una necesidad urgente de medidas de mitigación en esta área. Chone también muestra una alta vulnerabilidad con un total de 28 infraestructuras, repartidas entre los tres niveles de riesgo. La información sugiere que las medidas de gestión de riesgos y planes de emergencia deberían priorizarse en estos cantones debido a su alta exposición a inundaciones, especialmente en los niveles de alta y baja vulnerabilidad que en conjunto suman una cantidad significativa de infraestructuras expuestas.

Tabla 16.-Centros de acopio por cuenca hidrográfica expuestos a amenazas de inundación

CUENCA	ALTA	BAJA	MEDIA	TOTAL
Río Ayampe		1		1
Río Bravo			1	1
Río Briseño			1	1
Río Chone	13	10	9	32
Río Esmeraldas		11		11
Río Guayas	14	27	18	59
Río Jama		3		3
Río Jaramijó		1		1
Río Jipijapa			1	1
Río Manta	1	1		2
Río Portoviejo	4	14	14	32
CUENCA	32	68	44	144

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Un análisis detallado de los centros de acopio por cuenca hidrográfica expuestos a amenazas de inundación, clasificados en tres niveles de vulnerabilidad: alta, baja y media. El total de centros de acopio vulnerables es de 144, distribuidos en 32 con alta vulnerabilidad, 68 con baja vulnerabilidad y 44 con media vulnerabilidad.

La cuenca del Río Guayas destaca con la mayor cantidad de centros de acopio vulnerables, sumando un total de 59, de los cuales 14 están en alta vulnerabilidad, 27 en baja y 18 en media. Esto sugiere que esta cuenca enfrenta un riesgo significativo y requiere medidas urgentes de mitigación y planificación de emergencia para proteger la infraestructura productiva.

La cuenca del Río Chone y la cuenca del Río Portoviejo también presentan una alta vulnerabilidad con 32 centros de acopio cada una, distribuidos en los tres niveles de riesgo. La cuenca del Río Chone tiene 13 centros altamente vulnerables, mientras que la del Río Portoviejo cuenta con 4 en esta categoría.

Es crucial que las autoridades enfoquen sus esfuerzos en estas cuencas prioritarias, implementando estrategias de gestión de riesgos que incluyan infraestructura resistente a inundaciones, sistemas de alerta temprana y programas de capacitación comunitaria.

Además, la identificación y el fortalecimiento de las áreas con vulnerabilidad baja y media ayudarían a reducir el impacto de posibles eventos de inundación en el futuro, protegiendo así los centros de acopio y garantizando la continuidad de las actividades productivas en la región.

Vialidad Rural: Vulnerabilidad a escenarios de inundaciones

La totalidad de vías correspondientes a las competencias del GAD Provincial de Manabí (10.781,53 Km), ubicadas en territorio rural, poseen una exposición del 32% a amenazas de inundación y un 10% a amenazas de movimientos en masa, sin embargo, la exposición per se, no permite una evaluación de las condiciones internas del objeto de estudio para la determinación de cuán susceptible es, por su propia estructura (Plan Multiamenazas, 2022).

Tabla 17.-Vulnerabilidad vía rural a inundaciones

ELEMENTO ESENCIAL	CRITERIOS
• Vialidad Rural	Grado de exposición, Tipo de superficie, Estado de Superficie, Drenajes

El resultado del proceso de ponderación mediante el método SAATI, con un nivel de consistencia de criterios de 0.0489, es el siguiente:

Tabla 18.-Vulnerabilidad a escenarios de inundaciones

	CRITERIO	PESOS
C1	TIPO DE SUPERFICIE	0.60
C2	ESTADO DE SUPERFICIE	0.18
C3	DRENAJES	0.14
C4	GRADO DE EXPOSICION	0.08
	TOTAL	1.00

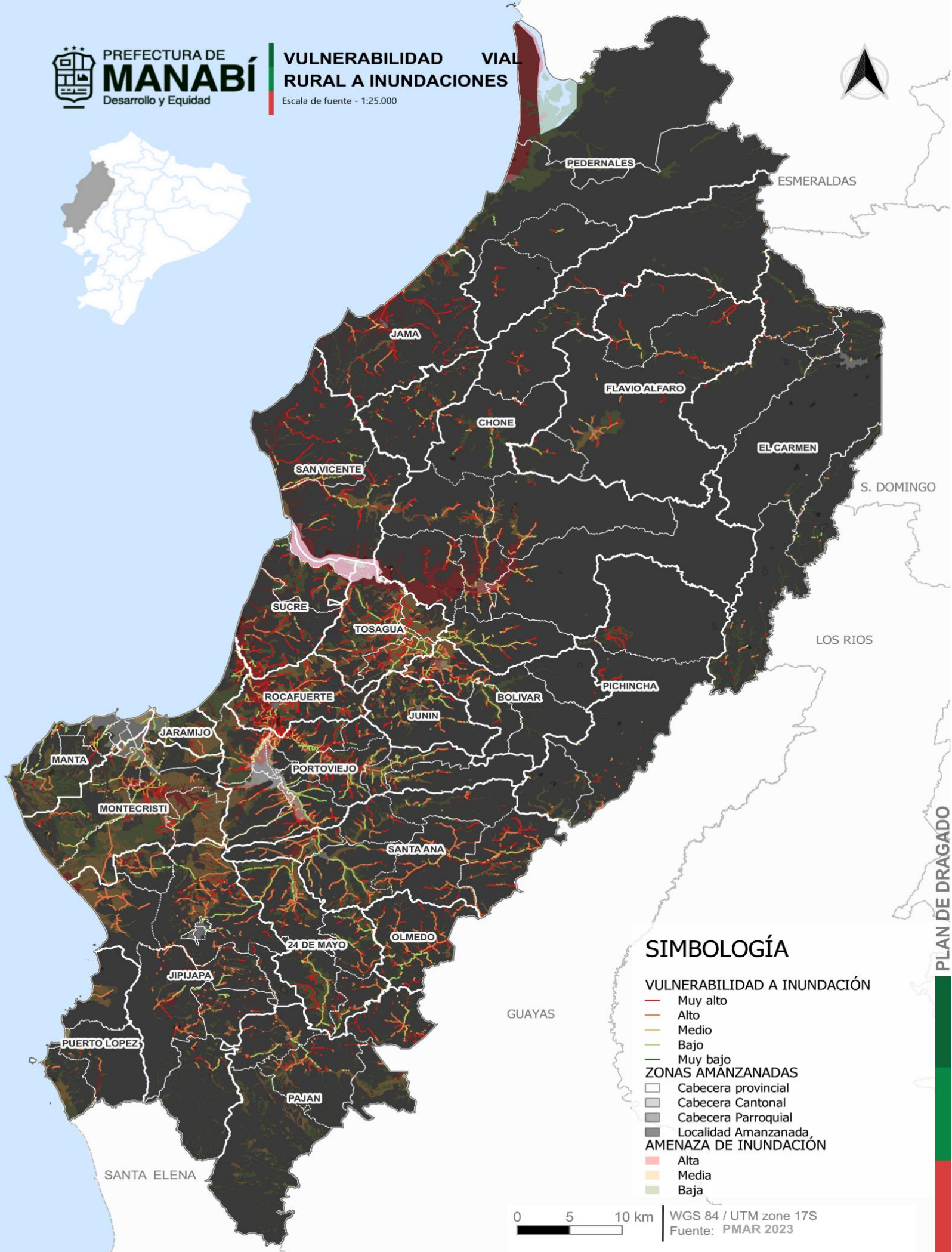
Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

VULNERABILIDAD VIAL RURAL A INUNDACIONES

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

VULNERABILIDAD A INUNDACIÓN

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

ZONAS AMANZANADAS

- Cabecera provincial
- Cabecera Cantonal
- Cabecera Parroquial
- Localidad Amanzanada

AMENAZA DE INUNDACIÓN

- Alta
- Media
- Baja

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: PMAR 2023

PLAN DE DRAGADO

Ilustración 4.-Vulnerabilidad rural a inundación

GRADO	DESCRIPCIÓN
MUY BAJO	Los materiales de la carpeta de rodadura son contruidos con criterios de durabilidad, cuentan con cunetas para un drenaje adecuado y su estado es bueno tal como el estado de la vía, tanto a nivel de carpeta como estructuralmente. Se encuentra en un grado bajo o nulo de exposición.
BAJO	Los materiales de la carpeta de rodadura son contruidos con criterios de durabilidad sin embargo se encuentran en un estado regular, podrían contar o no con drenaje, y se encuentran en un grado bajo o medio de exposición.
MEDIO	Los materiales de construcción de las vías, pueden no ser resistentes en durabilidad para con los efectos de los eventos meteorológicos que se suscitan en la provincia, puede contar o no con drenaje adecuado y se encuentra en un grado medio - alto de exposición a inundaciones.
ALTO	Los materiales de construcción de las vías no son resistentes en durabilidad a los efectos de eventos meteorológicos que se suscitan en la provincia, no cuenta con drenaje adecuado y se encuentra en un grado de exposición medio alto.
MUY ALTO	Los materiales de construcción de las vías no son resistentes en durabilidad a los efectos de eventos meteorológicos, su estado actual es de clasificación mala, no cuenta con drenaje adecuado y se encuentra en un grado de exposición alto a amenazas de inundaciones.

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Un importante 33% de la vialidad rural competencia del GPM, se encuentra vulnerable a amenazas de inundación, bajo los parámetros anteriormente detallados.

Tabla 19.-Viabilidad rural a inundaciones por cantones

CANTÓN	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	TOTAL
24 de Mayo	11.99	33.35	41.68	82.56	63.08	232.65
Bolívar	3.49	13.15	23.94	50.67	20.65	111.90
Chone	16.23	25.84	79.22	83.60	104.34	309.23
El Carmen	3.61	2.90	1.26	32.65	18.02	58.43
Flavio Alfaro	7.22	1.16	10.85	44.45	64.92	128.60
Jama	5.71	1.67	6.32	20.71	80.33	114.73
Jaramijó	0.90	8.04	3.75	5.16	4.53	22.39
Jipijapa	8.42	36.83	13.13	198.59	51.99	308.96
Junín	2.61	13.70	10.40	31.41	17.23	75.35
Manta	2.70	19.00	9.65	17.96	12.95	62.25
Montecristi	8.60	33.63	38.52	77.46	72.63	230.84
Olmedo	5.69	17.44	3.04	44.09	25.71	95.98
Paján	4.45	17.14	6.05	42.37	38.55	108.55
Pedernales	1.29	3.08	0.64	5.11	10.66	20.79
Pichincha	2.59	1.04	0.72	8.38	30.06	42.78
Portoviejo	12.41	119.46	51.74	125.96	139.57	449.14
Puerto López	1.34	0.67		21.29	1.39	24.70
Rocafuerte	10.39	24.07	16.93	64.80	115.45	231.64
San Vicente	4.40	16.13	26.39	10.06	82.12	139.11
Santa Ana	12.32	45.29	26.55	165.12	74.00	323.28
Sucre	8.33	11.88	16.17	38.70	97.68	172.76
Tosagua	3.54	34.73	17.37	91.80	104.77	252.21
TOTAL	138.22	480.21	404.30	1,262.90	1,230.64	3,516.27

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

El cantón Portoviejo, Santa Ana, Jipijapa, y Chone son los territorios que poseen mayor cantidad de kilómetros de vías vulnerables a amenazas de inundaciones representando el 13%, 9%, 9%, 9% del total respectivamente.

Gráfico 5.-Vulnerabilidad rural vial a escenarios de inundaciones



Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

En la provincia de Manabí, la vulnerabilidad rural vial a escenarios de inundaciones se clasifica en cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Portoviejo se destaca por su alto nivel de vulnerabilidad, ya que cuenta con más de 400 kilómetros de vías vulnerables. La infraestructura vial de Portoviejo es altamente vulnerable a las inundaciones, lo que podría obstaculizar el transporte y las comunicaciones en la zona, afectando negativamente la economía local y el acceso a servicios básicos.

Otros cantones como Tosagua, Olmedo y Jipijapa también muestran una notable vulnerabilidad, aunque en menor medida que los mencionados anteriormente. Es esencial que las autoridades locales prioricen estas áreas para implementar estrategias de mitigación, como el mejoramiento de drenajes, la elevación de carreteras y la construcción de infraestructura resistente a inundaciones. Al abordar estas vulnerabilidades, se puede reducir el impacto de las inundaciones y asegurar una mayor continuidad en el acceso y el transporte en estas zonas rurales.

2.2.1.1.1 Establecimiento de frecuencias e impacto

El Plan Multiamenazas y Agenda Provincial de Reducción de Riesgos (2022), considera la frecuencia, como la medida del número de veces que se repite un fenómeno por unidad de tiempo, será medida como la media de la totalidad de eventos suscitados durante periodos de tiempos medidos en años y ponderados de la siguiente manera:

Ilustración 5.-Establecimiento de frecuencias e impacto

DESCRIPCION	VALOR	CALIFICACION
En un periodo de tiempo de 10 años, un promedio de eventos de más de cinco eventos anual	3	ALTA
En un periodo de tiempo de 10 años, un promedio de eventos entre dos a cinco eventos anual	2	MEDIA
En un periodo de tiempo de 10 años, un promedio de menos de dos eventos anuales	1	BAJA

Con un promedio anual muy alto de 59.17 eventos de inundación por año a nivel provincial, Manabí enfrenta un gran desafío en la gestión de desastres naturales. Este alto promedio indica que las inundaciones son una amenaza constante, afectando a la provincia y sus infraestructuras de manera recurrente.

Los cantones de Portoviejo y Chone son los más afectados, lo que indica que estas zonas están en una situación crítica que requiere una atención urgente. Las inundaciones frecuentes en estos cantones afectan negativamente la economía local, la agricultura y la infraestructura vial, aumentando los costos de reparación y mantenimiento.

Tabla 20.-Frecuencia de inundaciones a escala provincial periodo 2013-2021

CANTÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	PROMEDIO ANUAL
24 DE MAYO			1	3	1	1	1		1		8	0.89
BOLIVAR	1	1		2	2		1		4	1	12	1.33
CHONE	5	3	9	15	15	6	12	5	18	2	90	10.00
EL CARMEN	2	3	1	1	3	1	2	1	1		15	1.67
FLAVIO ALFARO	1		1	1	4	2	3	1	2	1	16	1.78
JAMA				1		1	1	2	1		6	0.67
JARAMIJO				2	1		2				5	0.56
JIPIJAPA		2		4	9	1	1	1	1		19	2.11
JUNIN				1	2		1		1		5	0.56
MANTA	1	1	1	4	10	2	4		1	5	29	3.22
MONTECRISTO	2		2	2	10	1	2		1		20	2.22
OLMEDO			1	5	1		1		1		9	1.00
PAJAN					8	2	1		1		12	1.33
PEDERNALES	2	1	5	8	3	2	8	2	2	1	34	3.78
PORTOVIEJO	12	4	7	11	35	5	1		2		77	8.56
PUERTO LOPEZ				2	4	2		18		14	5	45
ROCAFUENTE	3	1	3	3	9			1			20	2.22
SAN VICENTE	1	1		1	7		2		4		16	1.78
SANTA ANA	4	1	1	6	16	1	2		2		33	3.67
SUCRE			2	5	11		6	1	6		31	3.44
TOSAGUA			1	5	8		1	1	3	1	20	2.22
TOTAL	34	18	37	84	157	25	2		5		522	58.00

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Tabla 21.-Población atendida por eventos adversos de inundaciones por el SNGR periodo 2013-2018

CANTÓN	PERSONAS AFECTADAS DIRECTAMENTE	EVENTOS	PERSONAS AFECTADAS POR EVENTO
24 De Mayo	126	8	16
Bolívar	1519	11	138
Chone	9928	87	114
El Carmen	1735	15	116
Flavio Alfaro	2732	15	182
Jama	650	6	108
Jaramijó	612	5	122
Jipijapa	3721	19	196
Junín	482	5	96
Manta	1230	24	51
Montecristi	1353	20	68
Olmedo	202	9	22
Paján	2809	12	234
Pedernales	2459	33	75
Pichincha	5	3	2
Portoviejo	10324	106	97
Puerto López	947	9	105
Rocaforte	14246	25	570
San Vicente	3470	14	248
Santa Ana	17666	42	421
Sucre	2822	23	123
Tosagua	3703	21	176
Total	82741	512	162

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

El año 2017 se destaca como un punto de desviación significativo respecto al promedio general de afectados. Durante este año, la mayoría de los cantones de Manabí sufrieron graves afectaciones debido a inundaciones intensas y generalizadas. Las lluvias excepcionales y los desbordamientos de ríos provocaron daños sustanciales a la infraestructura, viviendas y campos agrícolas, afectando gravemente la economía local y las condiciones de vida de los residentes. Este evento singular subraya la importancia de preparar a las comunidades para enfrentar eventos climáticos extremos, así como de fortalecer las capacidades de respuesta de las instituciones locales y nacionales. La experiencia de 2017 debe servir como un recordatorio para implementar medidas preventivas más robustas y mejorar la resiliencia de la provincia ante futuras inundaciones.

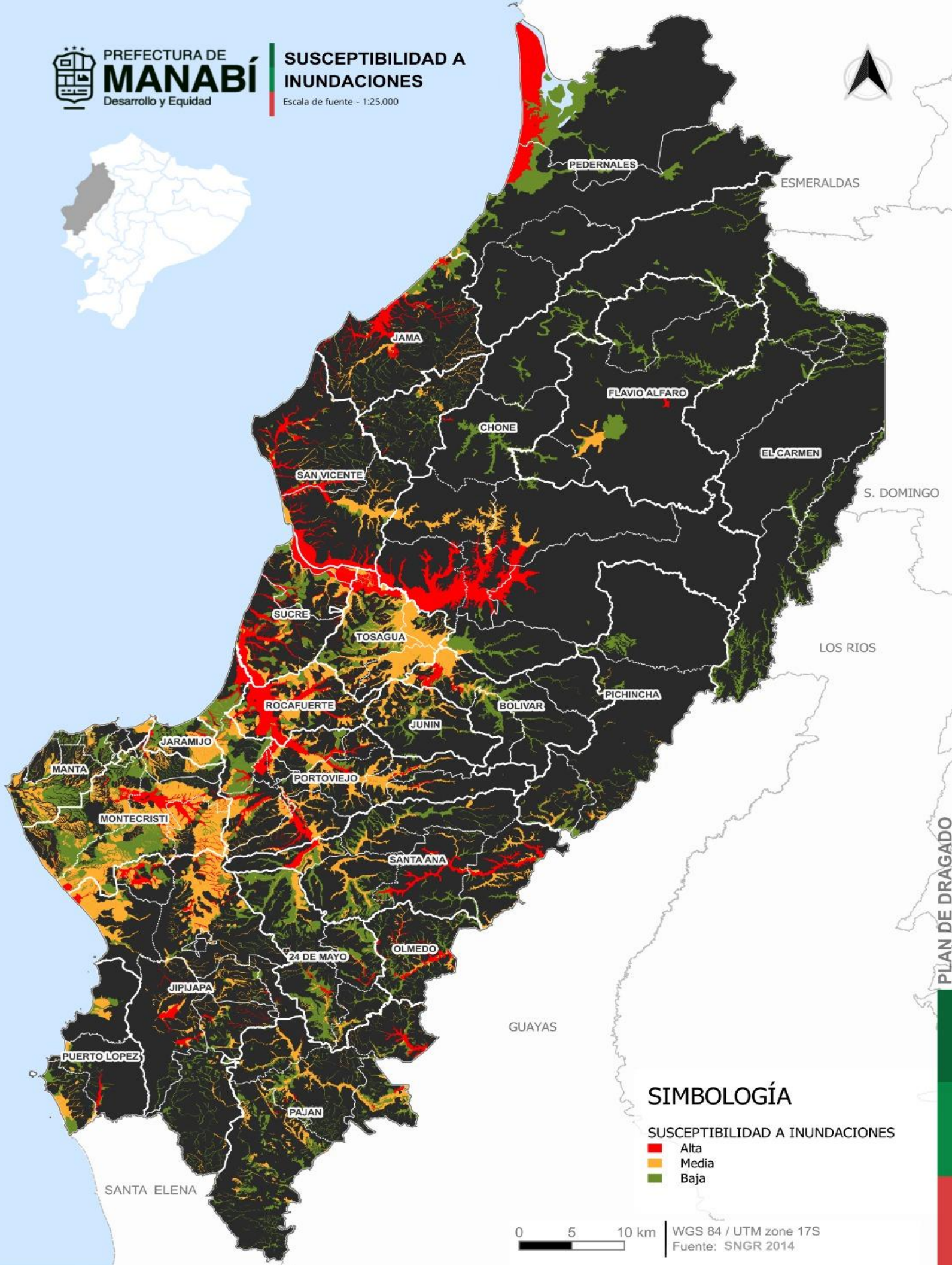
Destaca que, en la provincia de Manabí, cada evento de inundación afecta en promedio a 162 personas. Este promedio subraya la frecuencia y la severidad de los impactos de las inundaciones en la región, indicando que cada evento tiene el potencial de afectar a un número considerable de personas. El dato en mención refleja la necesidad urgente de mejorar la infraestructura de drenaje, implementar sistemas de alerta temprana y promover prácticas sostenibles de uso del suelo y manejo de cuencas hidrográficas. Además, es crucial educar a las comunidades sobre las medidas de prevención y respuesta ante inundaciones para reducir la vulnerabilidad y el impacto de estos desastres.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

- Alta
- Media
- Baja

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: SNGR 2014

Sequías

La sequía en la provincia de Manabí, ubicada en la costa central de Ecuador, puede tener consecuencias significativas para la región debido a su impacto en los recursos hídricos, la agricultura y la vida cotidiana. Aquí se detallan los aspectos clave relacionados con la sequía en Manabí:

Causas de la Sequía

Variabilidad Climática:

La Niña: Este fenómeno climático se caracteriza por el enfriamiento del Pacífico ecuatorial, lo que altera los patrones climáticos habituales. En el caso del Ecuador, y particularmente en la provincia de Manabí, este fenómeno suele provocar una reducción significativa de las precipitaciones, generando condiciones de sequía que afectan tanto a los ecosistemas como a las actividades productivas locales.

Cambios Climáticos: El cambio climático global está alterando los patrones de precipitación y puede aumentar la frecuencia e intensidad de las sequías.

Alteraciones en los Patrones de Lluvias:

Estacionalidad: La variabilidad en la cantidad y distribución de las lluvias durante las estaciones secas y lluviosas puede exacerbar las condiciones de sequía.

Uso Insostenible del Agua:

Sobreexplotación de Recursos Hídricos: La extracción excesiva de agua para riego agrícola, consumo urbano e industrial puede reducir la disponibilidad de agua durante períodos críticos.

Deforestación y Erosión:

Reducción de la Cobertura Vegetal: La deforestación y la erosión del suelo pueden reducir la capacidad del suelo para retener agua y contribuir a la sequía.

Consecuencias de la Sequía

Impacto en la Agricultura:

Reducción de Rendimientos: La falta de agua afecta los cultivos y reduce los rendimientos agrícolas, lo que puede llevar a la escasez de alimentos y a un aumento en los precios de los productos básicos.

Pérdida de Ganado: La sequía también puede afectar el suministro de pasto y agua para el ganado, lo que puede resultar en pérdidas económicas para los ganaderos.

Escasez de Agua:

Agua Potable: La disponibilidad de agua potable puede verse afectada, lo que aumenta el riesgo de problemas de salud y puede obligar a las comunidades a depender de fuentes de agua menos seguras.

Recursos Hídricos: Los ríos, y acuíferos pueden experimentar niveles bajos, afectando el suministro de agua para uso doméstico, agrícola e industrial.

Impacto Económico:

Costos de Adaptación: Los costos asociados con la adaptación a la sequía, como la construcción de infraestructuras de almacenamiento de agua y la implementación de prácticas agrícolas más eficientes, pueden ser elevados.

Pérdidas en Ingresos: La reducción en la producción agrícola y ganadera puede llevar a pérdidas económicas significativas para los productores y para la economía local en general.

Impacto Ambiental:

Degradación del Suelo: La falta de humedad puede llevar a la degradación del suelo y a una mayor erosión, afectando la calidad del suelo y su capacidad para soportar vegetación.

Pérdida de Ecosistemas: Los ecosistemas naturales, como bosques y humedales, pueden verse afectados, lo que puede tener repercusiones en la biodiversidad local.

Impacto Social:

Desigualdades: Las comunidades más vulnerables, a menudo las de menores ingresos, pueden ser las más afectadas por la sequía, exacerbando las desigualdades sociales.

Migración: La falta de recursos puede llevar a la migración de personas desde las áreas afectadas en busca de mejores condiciones de vida.

Medidas para Mitigar y Adaptarse a la Sequía

Gestión del Agua:

Eficiencia en el Uso del Agua: Promover prácticas agrícolas que reduzcan el consumo de agua, como el riego por goteo y el uso de cultivos resistentes a la sequía.

Almacenamiento de Agua: Construir tanques de almacenamiento y sistemas de captación de agua de lluvia para asegurar un suministro de agua durante períodos secos.

Conservación del Suelo y Reforestación:

Técnicas de Conservación: Implementar técnicas de conservación del suelo para reducir la erosión y mejorar la retención de agua.

Reforestación: Fomentar la reforestación y la recuperación de áreas degradadas para mejorar la capacidad del suelo para absorber y retener agua.

Educación y Conciencia:

Sensibilización Comunitaria: Informar a la población sobre la importancia de la conservación del agua y las prácticas sostenibles.

Capacitación: Ofrecer capacitación a los agricultores y comunidades sobre técnicas de adaptación a la sequía y manejo eficiente del agua.

Planificación y Políticas:

Planificación de Emergencias: Desarrollar y mantener planes de emergencia para la gestión de sequías y asegurar una respuesta rápida a las crisis de agua.

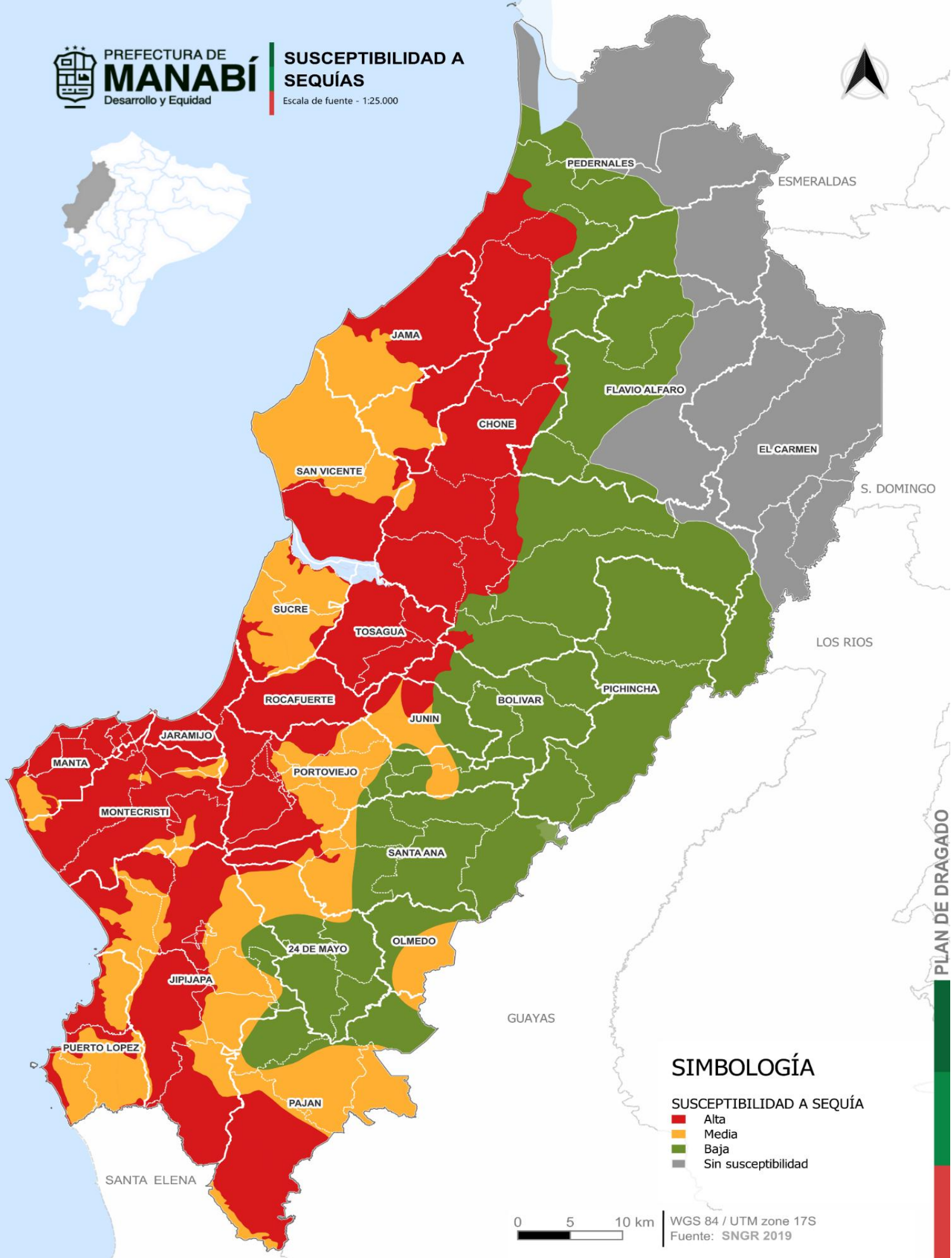
Políticas de Gestión de Recursos: Implementar políticas para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la regulación del uso del agua.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

SUSCEPTIBILIDAD A SEQUÍAS

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

SUSCEPTIBILIDAD A SEQUÍA

- Alta
- Media
- Baja
- Sin susceptibilidad

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: SNGR 2019

Lluvias intensas

Las lluvias intensas en la provincia de Manabí, ubicada en la costa central de Ecuador, pueden tener un impacto significativo en la región debido a sus efectos en la infraestructura, la agricultura y la seguridad de las comunidades. Aquí se detallan los aspectos más importantes relacionados con las lluvias intensas en Manabí:

Fenómenos Climáticos:

Fenómeno de El Niño.- Este fenómeno climático, que se produce cuando las aguas del océano Pacífico ecuatorial se calientan anormalmente, puede causar lluvias intensas y prolongadas en Manabí, aumentando el riesgo de inundaciones.

La Niña: Aunque generalmente se asocia con condiciones más secas, La Niña también puede contribuir a patrones de lluvias intensas en ciertos periodos.

Temporada de Estacionalidad: Manabí tiene una temporada de lluvias que va generalmente de diciembre a mayo, durante la cual las lluvias pueden ser particularmente intensas debido a la influencia de los sistemas de baja presión y tormentas.

Eventos Climáticos Extremos:

Tormentas Tropicales y Huracanes: La llegada de tormentas tropicales o huracanes al Pacífico ecuatorial puede traer lluvias intensas a Manabí, especialmente durante la temporada de huracanes.

Consecuencias de las Lluvias Intensas

Inundaciones:

Desbordamiento de Ríos: Las lluvias intensas pueden provocar el desbordamiento de ríos y arroyos, inundando áreas cercanas y causando daños significativos.

Inundaciones Urbanas: Las áreas urbanas pueden enfrentar inundaciones debido al drenaje inadecuado y al rápido escurrimiento del agua de lluvia.

Deslizamientos de Tierra:

Erosión del Suelo: Las lluvias intensas pueden causar deslizamientos de tierra en áreas montañosas o colinas, afectando carreteras, viviendas y otras infraestructuras.

Pérdida de Suelo: La erosión del suelo puede resultar en la pérdida de tierras agrícolas y la degradación del terreno.

Daños a la Infraestructura:

Carreteras y Puentes: Las lluvias intensas pueden dañar carreteras, puentes y otras infraestructuras, interrumpiendo el transporte y el acceso a servicios básicos.

Viviendas: Las casas y edificios pueden sufrir daños debido a la acumulación de agua y a los desbordamientos.

Impacto en la Agricultura:

Cultivos: Las lluvias intensas pueden dañar los cultivos, causar anegamiento y reducir los rendimientos agrícolas.

Sistemas de Riego: Las infraestructuras de riego pueden verse afectadas por las lluvias excesivas, complicando el manejo del agua para la agricultura.

Problemas de Salud:

Enfermedades Transmitidas por el Agua: Las inundaciones pueden contaminar fuentes de agua potable y propagar enfermedades como el cólera y la leptospirosis.

Acceso a Servicios de Salud: Las lluvias intensas y las inundaciones pueden interrumpir el acceso a servicios de salud y a suministros médicos.

Medidas de Mitigación y Adaptación

Gestión del Agua:

Mejora del Drenaje: Implementar y mantener sistemas de drenaje adecuados para manejar el exceso de agua y reducir el riesgo de inundaciones urbanas.

Construcción de Infraestructuras de Control: Construir, diques y otras infraestructuras para controlar el flujo de agua y proteger áreas vulnerables.

Planificación y Preparación:

Planes de Emergencia: Desarrollar y seguir planes de emergencia para responder a eventos de lluvias intensas e inundaciones.

Educación Comunitaria: Informar a las comunidades sobre los riesgos de lluvias intensas y las medidas de preparación y respuesta.

Reforestación y Conservación del Suelo: mediante políticas públicas.

Protección de Cuencas: Implementar prácticas de conservación del suelo y reforestación para reducir la erosión y mejorar la capacidad del suelo para absorber agua.

Prácticas de Manejo Sostenible: Promover prácticas agrícolas sostenibles que ayuden a prevenir la degradación del suelo y la pérdida de tierras.

Conservación de Infraestructuras:

Mantenimiento rutinario: realizar mantenimiento regular de infraestructuras para garantizar que mantenga su nivel de servicio, y cumplan su función.

Mantenimiento periódico: realizar las actividades previstas en un cronograma para recuperar en el tiempo el nivel de servicio, y cumplan su función.

Mantenimiento emergente : realizar mantenimiento emergente en casos fortuitos o de fuerza mayor, para garantizar que cumplan su función.

Evaluación de Riesgos: Evaluar y reforzar infraestructuras críticas para mejorar su resistencia a eventos climáticos extremos.

Respuesta y Recuperación

Asistencia Humanitaria:

Ayuda de Emergencia: Proporcionar asistencia inmediata a las personas afectadas, incluyendo refugio, alimentos, y atención médica.

Reparación y Reconstrucción: Coordinar esfuerzos de reparación y reconstrucción para ayudar a las comunidades a recuperarse de los daños causados por las lluvias intensas, buscando la resiliencia.

Evaluación de Daños:

Análisis de Impacto: Realizar evaluaciones de daños para entender el impacto total de las lluvias intensas y planificar la recuperación a largo plazo.

La provincia de Manabí ha experimentado impactos significativos durante la temporada de lluvias, caracterizada por precipitaciones intensas y tormentas que han provocado el desbordamiento de ríos. Durante los meses de marzo, abril y mayo, se registraron inundaciones en distintos sectores de varios cantones de la provincia. De acuerdo con datos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2023) se han registrado 276 eventos peligrosos como consecuencias de las lluvias agravadas por la deforestación agresiva debido a la acción antrópica, y el tipo de suelo de nuestras cuencas hidrográficas; siendo los cantones con mayor afectación: Chone, Portoviejo, Puerto López, Paján, Flavio Alfaro, Jaramijó, Sucre, Bolívar, Pichincha, Manta, Pedernales y Santa Ana.

Estos datos pluviométricos son fundamentales para la planificación agrícola, la gestión del agua y la preparación de la sociedad y la infraestructura para enfrentar eventos climáticos extremos como inundaciones y deslizamientos de tierra. Además, el monitoreo continuo de las precipitaciones es esencial para comprender y emprender las acciones para mitigar posibles impactos provocados por el cambio climático en la región.

2.2.5. Clima

El clima en la provincia de Manabí, ubicada en la costa central de Ecuador, se caracteriza por ser tropical y húmedo, con una variabilidad estacional que influye en sus condiciones meteorológicas, teniendo una gran influencia los fenómenos ENSO del Niño y La Niña.

A continuación, se detallan los aspectos principales del clima en Manabí:

Tipo de Clima

Clima Tropical de Sabana: Manabí presenta un clima tropical de sabana en la mayoría de su territorio, con temperaturas cálidas durante todo el año y una marcada estacionalidad en las precipitaciones. Las temperaturas suelen ser bastante estables y elevadas.

En la zona montañosa mantenemos un climas más húmedo con incremento leves de precipitaciones.

Temperaturas

Temperatura Media Anual: Las temperaturas en Manabí suelen oscilar entre los 24°C y los 30°C. Las temperaturas más altas se registran durante la época invernal.

Variación Diurna: Las temperaturas pueden variar ligeramente entre el día y la noche, con diferencias más notables durante la temporada de verano.

Precipitación

Temporada de Lluvias: Manabí tiene una temporada de lluvias que generalmente abarca de diciembre a mayo. Durante este período, las lluvias son más frecuentes y abundantes. La intensidad de las lluvias puede variar considerablemente según la ubicación dentro de la provincia.

Temporada Seca: La temporada seca suele ocurrir de junio a noviembre, con una reducción significativa en las precipitaciones. Sin embargo, algunos años pueden experimentar lluvias esporádicas durante esta temporada.

Humedad

Alta Humedad Relativa: La humedad en Manabí suele ser alta durante todo el año, debido a las lluvias frecuentes y la proximidad al océano Pacífico, cuyos vientos aportan con una masa húmeda. La humedad relativa puede variar entre el 70% y el 90% en diferentes épocas del año.

Eventos Climáticos Extremos

Fenómenos de El Niño: Este fenómeno puede causar lluvias intensas y prolongadas, lo que aumenta el riesgo de inundaciones en la provincia. Las lluvias pueden ser significativamente mayores durante los años de El Niño.

Fenómenos de La Niña: Aunque generalmente se asocia con condiciones más secas, La Niña puede causar variabilidad en las precipitaciones y afectar la intensidad de las lluvias.

Microclimas

Variación Regional: Dentro de Manabí, pueden encontrarse microclimas debido a las diferencias en la altitud y la proximidad al mar.

Las áreas costeras suelen ser más cálidas y húmedas, mientras que las regiones interiores y montañosas pueden experimentar temperaturas ligeramente más frescas y variaciones en las precipitaciones.

2.2.6. Riesgos antrópicos

Los riesgos antrópicos incluyen la contaminación del agua, el aire, el suelo, la deforestación y los incendios, entre otras cosas. Son causados por la actividad del ser humano, así como por su comportamiento social o voluntad intencionada de causar daño.

Deforestación

La deforestación en la provincia de Manabí, como en muchas otras regiones, es un problema significativo de gran magnitud, con múltiples impactos ambientales, sociales y económicos. A continuación se detallan las causas, consecuencias y medidas para abordar la deforestación en esta región:

La deforestación de la superficie del suelo, con finalidad de usos ganaderos o agrícolas empleados en la provincia alteran las condiciones de la cobertura vegetal, elevan los niveles de escorrentía superficial, por reducción del tiempo de concentración de las precipitaciones en los drenajes naturales de las cuencas hidrográficas; además erosionan altamente el suelo, así como los nutrientes del mismo por la falta de cobertura vegetal.

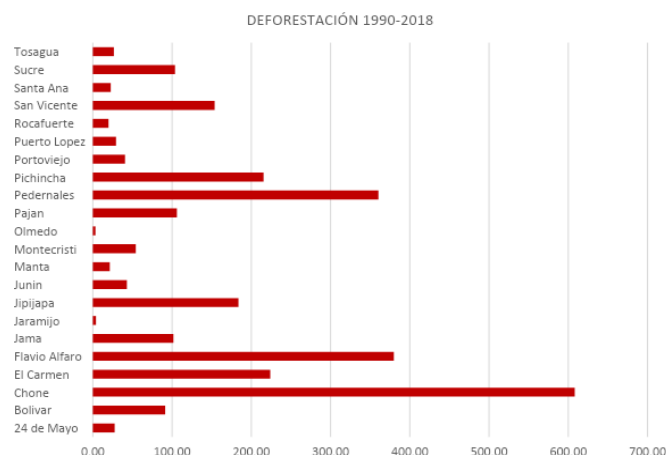
Los cambios hidrológicos de una cuenca tienen un impacto de afectación en la agricultura, el agua para consumo humano, el suelo para sustento de las plantas, el hábitat de los

microorganismos y ecosistemas acuáticos.

Por la deforestación indiscriminada de los bosques protegidos en Manabí, tiene su origen en la falta de cultura de conservación ambiental, la tala indiscriminada de árboles con fines comerciales, los incendios forestales de gran incidencia, expansión de frontera agrícola, el crecimiento urbano no planificado y sin control, entre otros.

Por tanto, en la cartografía temática adjunta se puede constatar los niveles de deforestación a nivel provincial, en donde los cantones Chone, Pedernales, Flavio Alfaro, Pichincha y El Carmen son los cantones con mayor degradación ambiental con altos niveles de erosión de las cuencas hidrográficas.

Gráfico 6.-Deforestación a nivel provincial periodo 1990-2018



Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

Consecuencias de la Deforestación en Manabí

Pérdida de Biodiversidad:

Desaparición de Especies: La destrucción de hábitats forestales puede llevar a la extinción de especies de flora y fauna que dependen de estos ecosistemas afectando la vida silvestre.

Alteración de Ecosistemas: La pérdida de bosques afecta la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, alterando las interacciones entre especies y los ciclos de nutrientes.

Degradación del Suelo:

Erosión: La falta de cobertura vegetal aumenta la erosión del suelo, lo que reduce la fertilidad del suelo y llevar a la pérdida de tierras agrícolas.

Desertificación: La degradación del suelo puede contribuir a procesos de desertificación, especialmente en áreas que ya están vulnerables.

Impacto en los Recursos Hídricos:

Alteración del Ciclo Hidrológico: La deforestación puede alterar el ciclo del agua, reduciendo la capacidad de los bosques para captar y retener agua, lo que puede afectar los caudales de ríos y arroyos.

Reducción de la Disponibilidad de Agua: La pérdida de bosques puede disminuir la disponibilidad de agua para los diferentes usos, y afectar a las comunidades que dependen de estos recursos.

Cambio Climático:

Emisión de Carbono: La deforestación extingue el proceso de producción de oxígeno por parte de las plantas, producto del proceso fotosintético al procesar el dióxido de carbono almacenado en los árboles, contribuyendo al cambio climático y al calentamiento global.

Reducción de Sumideros de Carbono: Los bosques actúan como sumideros de carbono, y su pérdida reduce la capacidad de absorción de gases de efecto invernadero.

Impacto Social y Económico:

Pérdida de Medios de Vida: Las comunidades locales que dependen de los bosques para su subsistencia, como la recolección de productos agrícolas no madereros, pueden verse gravemente afectadas.

Conflictos Sociales: La deforestación puede provocar conflictos entre las comunidades locales y las empresas que explotan los recursos forestales.

Tabla 22.- Tipos de incendios

Tipos	Características
1. Incendios Naturales	Generados de manera espontánea por fuentes naturales
2. Incendios de origen antrópicos	
Accidentales	Incendios no intencionados provocados por negligencia o accidente
Intencionados	Incendios intencionados por malhechores, delincuencia o pirómanos
Quemas controladas	Quemas prescritas realizadas por profesionales y con motivos concretos.

Fuente: (PDOT Manabí, 2023 - 2027)

2.2.1.1.2 Déficit Hídrico

La Demarcación Hidrográfica de Manabí, según el Plan Integral de Desarrollo de Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí PHIMA, esta región es una zona de transición entre el clima de sabana tropical y el climatropical lluvioso. La humedad proviene del Océano Pacífico y la precipitación se distribuye de manera no uniforme a lo largo del año, concentrándose entre diciembre y mayo, cuando ocurre entre el 70% y el 90% del volumen total anual.

Por ejemplo, la precipitación anual promedio durante la época lluviosa, de enero a abril, en el área de Chone es de 952 mm, representando el 78% del total anual, mientras que, en la época seca, de mayo a diciembre, es de 265 mm, es decir, el 22% restante del total anual. (Phima 1992).

Para los mapas de déficit hídrico, se consideran de forma integral factores como el suelo, el tipo de cultivo y el clima, y se observan las cuencas de los ríos Portoviejo, Río Caña, Manta, San Mateo y Estero Pajonal presentan los datos más críticos ante este fenómeno.

Las bajas precipitaciones en temporadas específicas afecta principalmente a cinco cantones de la provincia de Manabí: Paján, Jipijapa, Olmedo, Montecristi y Puerto López. El observable cambio climático es la principal causa de los fenómenos hidrológicos extremos, y el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) tiene una influencia muy significativa en el área costera de la Demarcación Hidrográfica (DH) Manabí. De acuerdo con el quinto informe de evaluación del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), el ENSO será el evento dominante en la

región tropical del Océano Pacífico durante el siglo XXI.

Según el PHIMA -CHINO 2016, en los últimos cinco años, esto no ha implicado grandes períodos de lluvias ni inundaciones significativas; los cambios climáticos han sido notables, pero más relacionados con variaciones constantes sin eventos extremos.

Las investigaciones indican una correlación entre el ENSO y los cambios en la precipitación a escala regional, mostrando un incremento en la frecuencia e intensidad de estos eventos en América del Sur, según estudios recientes.

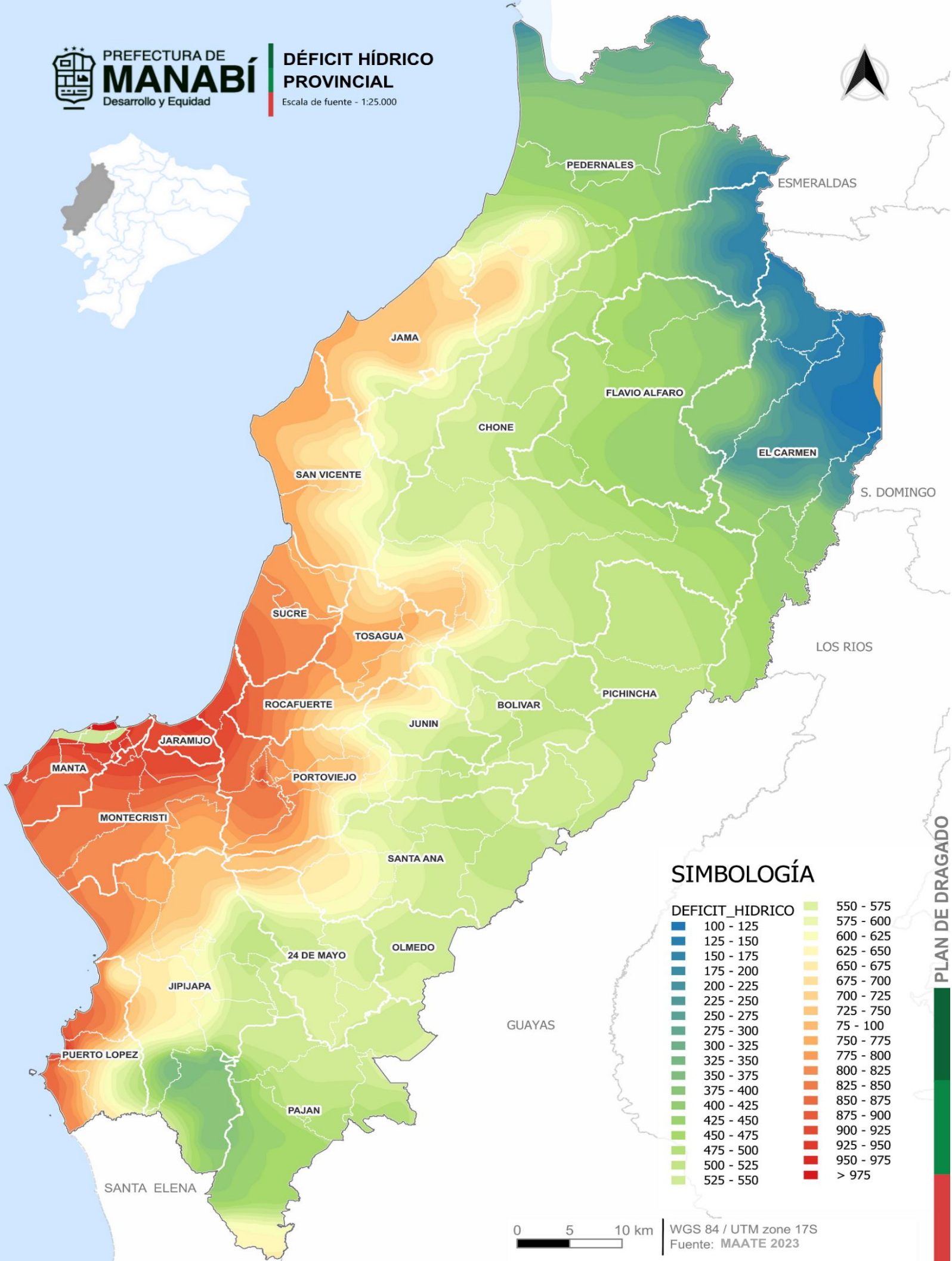
La DH Manabí ha sufrido severas afectaciones debido a las inundaciones ocurridas durante los períodos 1982-1983, 1997-1998 y otros episodios de ENSO. Los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas M005 y M162 indican que el año con mayor precipitación en la estación M005 fue 1983, con 1782 mm, mientras que en la estación M162 fue 1984, alcanzando los 3650 mm. Además, los años 1972-1973, 1991-1992 y otros años con presencia del ENSO también estuvieron acompañados de una precipitación abundante.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

DÉFICIT HÍDRICO PROVINCIAL

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

DEFICIT_HIDRICO		
100 - 125	550 - 575	
125 - 150	575 - 600	
150 - 175	600 - 625	
175 - 200	625 - 650	
200 - 225	650 - 675	
225 - 250	675 - 700	
250 - 275	700 - 725	
275 - 300	725 - 750	
300 - 325	75 - 100	
325 - 350	750 - 775	
350 - 375	775 - 800	
375 - 400	800 - 825	
400 - 425	825 - 850	
425 - 450	850 - 875	
450 - 475	875 - 900	
475 - 500	900 - 925	
500 - 525	925 - 950	
525 - 550	950 - 975	
	> 975	

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2023

terrestres y marino-costeros de la provincia.

Áreas protegidas de protección ecológica

En el Ecuador estas áreas albergan muestras representativas de la alta diversidad biológica de nuestro país. Dentro del subsistema creado para la protección del medio físico, se encuentran las Áreas Protegidas (AP), superficies reguladas por el Ministerio de Ambiente y Agua (MAATE) a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Estas áreas, concorte al mes de junio de 2023, suman un total de 26.208.785,38 ha, lo que corresponde al 19,42% de las inventariadas a nivel nacional; abarcando áreas tanto, terrestres como marinas del Ecuador. En el caso concreto de la provincia de Manabí, la superficie total de las áreas protegidas es de aproximadamente 413.993,80 ha.

Tabla 23.-Áreas protegidas de Manabí

Áreas Protegidas de Manabí	Área
Parque Nacional	58.499,89
Machalilla	58.499,89
Refugio de Vida Silvestre	45.271,55
Islas Corazón y las Islas Frigatas	2.811,67
Manglares Estuario del Río Muisne	5.837,00
Pacocha	36.622,88
Reserva Ecológica	37.528,80
Mache Chindul	37.528,80
Reserva Marina	272.693,55
Cantagallo - Machalilla	142.266,45
Puerto Cabuyal – Punta San Clemente	130.427,10
Total general	413.993,80

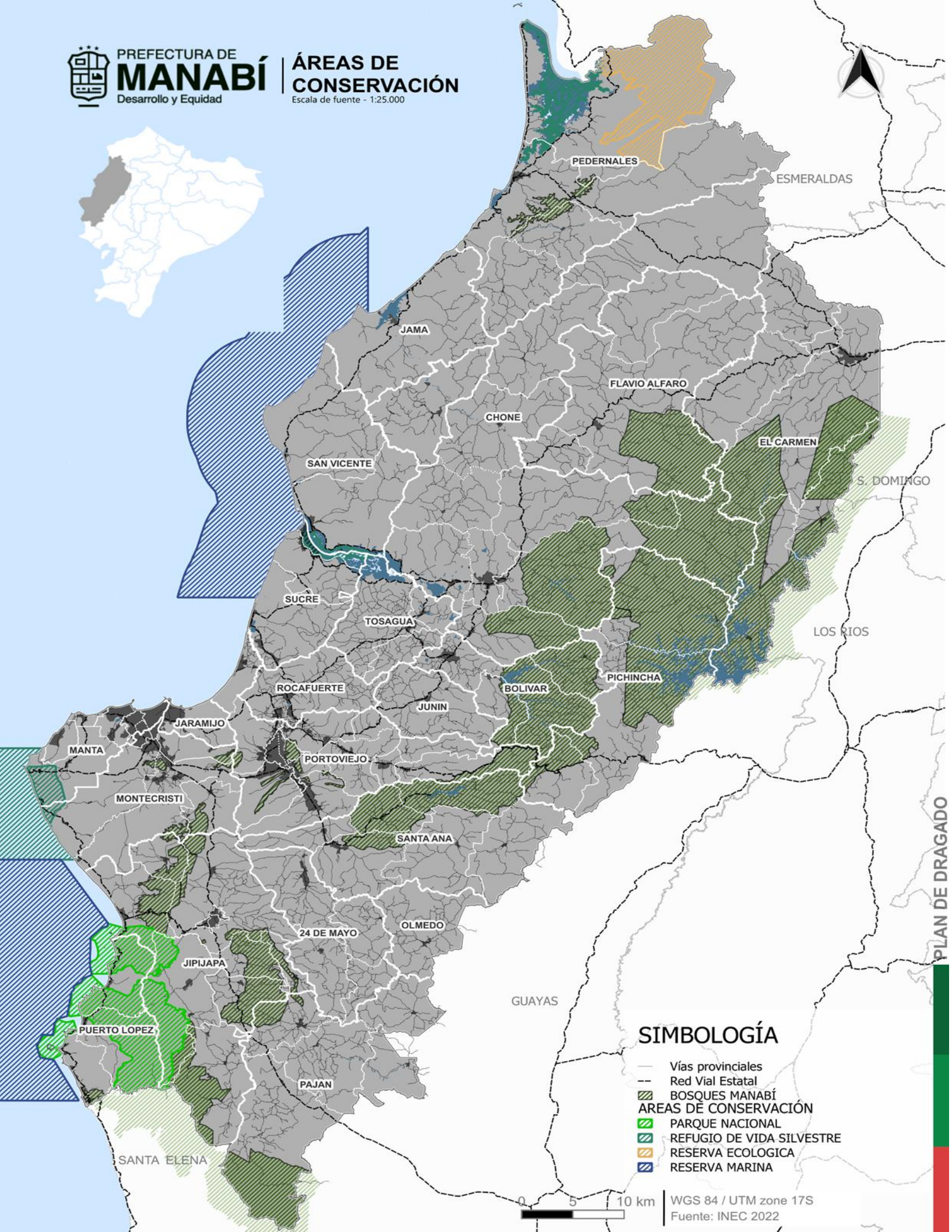
*Fuente: (Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) 2023.
Elaboración: ET PDPM GADPM, 2023-2027)*



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

ÁREAS DE CONSERVACIÓN

Escala de fuente - 1:25,000



SIMBOLOGÍA

- Vías provinciales
- - Red Vial Estatal
- ▨ BOSQUES MANABÍ
- ▨ ÁREAS DE CONSERVACIÓN
- ▨ PARQUE NACIONAL
- ▨ REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
- ▨ RESERVA ECOLÓGICA
- ▨ RESERVA MARINA

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: INEC 2022

Ante la iniciativa nacional, el Gobierno Provincial de Manabí en conjunto con municipios y comunidades han logrado establecer las ACUS (áreas de conservación y uso sustentable) descritos en la siguiente tabla:

Tabla 24.-ACUS Manabí.

Cantón	Nombre de la ACUS	Área (ha)	Año de creación	Actividades productivas predominantes
Jama	Jama Verde	42093,19	2019	Agrícola, pesquera, ganadera y acuicultura
Pedernales	Río Coaque	88114,00	2019	Agricultura, ganadería y actividades conexas con 71,72 %, de pesca y acuicultura 27,56 %
San Vicente	San Vicente	50529,19	2019	Agricultura, pesca, ganadería y acuicultura.
Portoviejo	Estuario del Río Portoviejo	238,09	2022	conservación de bosque (Manglar), agricultura, Turismo sitios arqueológicos, pesca

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023 - 2027)

Bosques y vegetación protectora

En la provincia de Manabí, existen varios bosques y áreas de vegetación que juegan un papel crucial en la protección ambiental. Estos bosques no solo ayudan a conservar la biodiversidad local, sino que también cumplen funciones vitales como la protección del suelo, la regulación del clima y el suministro de agua. Aquí se detallan algunos ejemplos destacados de bosques y vegetación protectora en Manabí:

Tabla 25.-Bosques Protectores en Manabí.

Bosque protector	Estatad	Privado	Total
CARRIZAL – CHONE	83.429,85		83.429,85
COLINAS CIRCUNDANTES A PORTOVIEJO	3.988,30		3.988,30
CORDILLERA CHONGÓN COLONCHE		28.417,83	28.417,83
CUENCA DEL RIO PAJÁN		28.417,83	28.417,83
DAULE – PERIPA	185,862,85		185.862,85
EL ARTESAN ECUADORIAN HANDS		50,00	50,00
PATA DE PÁJARO	4.336,53		4.336,53
POZA HONDA	35.856,40		35.856,40
SANCÁN Y CERRO MONTECRISTI	8.064,45		8.064,45
SUBCUENCAS DE LOS RÍOS CANTAGALLO Y JIPIJAPA		6.541,93	6.541,93
Total General	321.538,38	52.958,87	374.497,26

Fuente: (MAATE (2022). Elaboración: ET PDPM GADPM., 2023-2027)

Tabla 26.- Amenazas de los Bosques Protectores en Manabí.

Bosques Protectores	Principales amenazas
Poza Honda	- Los ecosistemas de herbazal inundable ripario de tierras bajas del Jama-Zapotillo y los bosques semideciduos presentan una afectación aproximada del 5,40% de su superficie, agravada, en principio, por el avance agro productivo y de la deforestación. - No se constatan Planes de Manejo actualizados de los Bosques Protectores a excepción del BVP El Artesan Ecuadorian Hands creado mediante ACUERDO MINISTERIAL Nro. MAATE-2022-136, el 21 de diciembre de 2022.
Daule - Peripa	
Carrizal - Chone	
Subcuencas de los ríos Santa Gallo y Jipijapa	
Colinas circundantes al cantón Portoviejo	
Cordillera Chongón Colonche	
Cuenca del río Paján	
Cerro Pata de Pájaro	
Sancán y Cerro Montecristi	
El Artesan Ecuadorian Hands	

Fuente: (Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) 2023.

Elaboración: ET PDPM GADPM., 2023-2027)

Bosques deforestados en recuperación

La recuperación de bosques deforestados en la provincia de Manabí es una tarea crucial para restaurar los ecosistemas dañados, mejorar la biodiversidad y reforzar la sostenibilidad ambiental.

Tabla 27.- Índices de deforestación y regeneración provincial.

Provincia	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)
Manabí	13.528
TOTAL GENERAL	13.528

Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2020).

Elaboración: ETP PDOT GADPM 2023-2027.

En Manabí, según información del geoportal del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, los cantones Chone y Pedernales cuentan con los índices más altos de la provincia, en función a la deforestación para la implementación de mosaicos agropecuarios, basados en la extensión de la frontera agrícola y ganadera, mientras que, en los cantones de Junín y Tosagua, se encuentran los menores índices de deforestación del total provincial. De acuerdo con estos datos, en nuestra provincia se deforestaron entre el año 2018 al 2020 un aproximado de 29.749,05/ha para la implementación de diferentes usos de tierra.

Tabla 28.- Área deforestada y causas de deforestación por cantones.

Cantón	Causa de la deforestación	Área
Chone	Bosque nativo a tierra/mosaico agropecuario	8.368,83
Pedernales	Bosque nativo a tierra/mosaico agropecuario	6691,86
Junín	Bosque nativo a tierra/mosaico agropecuario	44,64
Tosagua	Bosque nativo a tierra/mosaico agropecuario	11,97

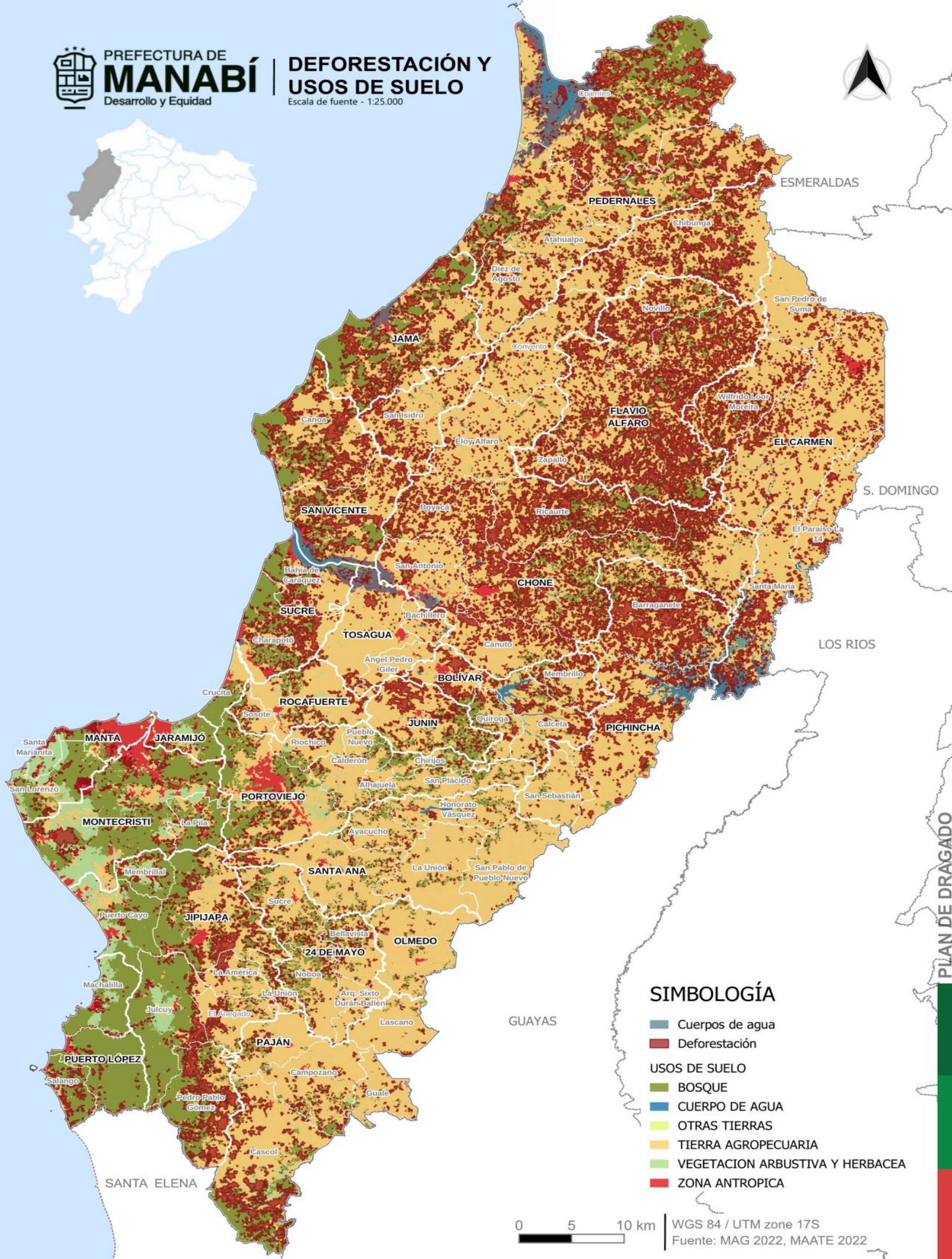
Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2020). Elaboración: ETP PDOT GADPM 2023-2027



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

DEFORESTACIÓN Y USOS DE SUELO

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- Cuerpos de agua
- Deforestación
- USOS DE SUELO
 - BOSQUE
 - CUERPO DE AGUA
 - OTRAS TIERRAS
 - TIERRA AGROPECUARIA
 - VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA
 - ZONA ANTROPICA

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAG 2022, MAATE 2022

PLAN DE DRAGADO

Riesgos

La Prefectura de Manabí en base a sus atribuciones contempla el Plan Multiamenazas que incluye la Agenda Provincial de Riesgos para la provincia, documento técnico que servirá de referente para la aplicación de medidas y acciones de prevención y de alertas tempranas frente a desastres.

Tabla 29.-Riesgo por cantones.

Cantones	Inundación	Movimiento	Tsunami	Sismos	Sequia
Portoviejo	alto	alto	alto	alto	alto
Bolívar	alto	medio	bajo	alto	alto
Chone	alto	medio	bajo	alto	bajo
El Carmen	bajo	medio	bajo	alto	bajo
Flavio Alfaro	bajo	alto	bajo	alto	bajo
Jipijapa	alto	bajo	Bajo	alto	alto
Junín	alto	medio	bajo	alto	alto
Manta	bajo	bajo	medio	alto	bajo
Montecristi	alto	bajo	medio	alto	alto
Paján	bajo	alto	bajo	alto	medio
Pichincha	alto	medio	bajo	alto	alto
Rocafuerte	alto	alto	bajo	alto	alto
Santa Ana	alto	alto	bajo	alto	alto
Sucre	medio	medio	alto	alto	medio
Tosagua	alto	medio	bajo	alto	alto
24 de mayo	bajo	alto	bajo	alto	alto
Pedernales	bajo	bajo	alto	alto	bajo
Olmedo	alto	alto	bajo	alto	alto
Puerto López	bajo	bajo	alto	alto	medio
Jama	bajo	medio	alto	alto	medio
Jaramijó	alto	bajo	bajo	alto	alto
San Vicente	medio	medio	alto	alto	medio

Fuente: (Plan Multiamenazas y Agenda Provincial de Reducción de Riesgos (2022)

Elaboración: ET PDPM GADPM, 2023-2027)

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MANABÍ

El Ecuador cuenta con una elevada disponibilidad de recursos hídricos, la cual resulta ser muy relativa respecto a la oferta hídrica superficial. El volumen total nacional de recursos hídricos superficiales es de 361.747 hm³, que se distribuyen en: Amazonia, 65,9%; Costa, 17,6%, Sierra, 16,5%. La disponibilidad promedio de recursos hídricos subterráneos es de 56.556 hm³, de este total 15.136 hm³ corresponde a la región Litoral, 8.381 hm³ a la región Interandina y 33.037 hm³ a la región Amazonia. (Plan Nacional de Riego y Drenaje 2019-2027)

Para la mejor planificación de los recursos hídricos la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) en el año 2010, dividió al Ecuador en 9 cuencas hidrográficas de grandes dimensiones, que recibieron el nombre de “DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS”: Napo, Pastaza, Santiago, Mira, Esmeraldas, Manabí, Guayas, Jubones y Puyango- Catamayo. En general, una demarcación hidrográfica es una limitación territorial de conformidad con característica.

Es un sistema jerárquico de codificación de cuencas hidrográficas, usado en hidrología y gestión del agua, que permite identificar, dividir y organizar una cuenca desde la más grande hasta las más pequeñas, usando números según la red de drenaje.

Se basa en el río principal y sus afluentes, avanzando desde la desembocadura hacia aguas arriba.

Niveles de cuencas según Pfafstetter

Nivel 1 – Macrocuenca

Es la cuenca principal que drena hacia un gran cuerpo de agua (océano, mar o gran lago).

Ejemplo: Cuenca del Pacífico o Cuenca del Amazonas.

Nivel 2 – Cuenca

Subdivisión de la macrocuenca.

Corresponde a grandes ríos principales dentro de la macrocuenca.

Ejemplo: Cuenca del río Guayas dentro de la macrocuenca del Pacífico.

Nivel 3 – Subcuenca

División de la cuenca principal.

Asociada a ríos tributarios importantes.

Permite un análisis más detallado del recurso hídrico.

Nivel 4 – Microcuenca

Unidad más pequeña y de mayor detalle.

Generalmente se usa para:

- Sistemas de riego
- Proyectos comunitarios
- Reservorios
- Manejo local del agua

La Demarcación Hidrográfica de Manabí está localizada al noroccidente del Ecuador, entre las coordenadas geográficas E 81°4,9' W- 79°44,3'W y 1°49,6'S - 0°26,1'N; colinda con los ríos Muisne y Balzar de la DH Esmeraldas, en el norte; con los ríos Manglar Alto y Valdivia de la DH Guayas, en el sur; con los ríos Daule y Blanco de la DH Guayas, en el este, y con el océano Pacífico, en el oeste² ; toda la demarcación tiene una longitud de 190 km de sur a norte y 80 km de este a oeste, con un área total de 11.502 km², con énfasis en los ríos Chone, Portoviejo y Jama; conformadas por 6 cuencas: Jipijapa (MA-01), Portoviejo (MA-02), Chone (MA-03), Briceño (MA-04), Jama (MA-05) y Coaque (MA-06).

Tabla 30.-Información básica de las principales cuencas de la demarcación hidrográfica de Manabí.

Código	Nombre cuenca	Unidad hidrográfica del Nivel 4 (método Pfafstetter)	Cantones vinculados	Área (Km ²)
MA-01	Jipijapa	1513	Portoviejo, Jipijapa, Manta, Montecristi, Puerto López, Jaramijó, Santa Elena	2.757,53
MA-02	Portoviejo	1514	Portoviejo, Jipijapa, Montecristi, Pichincha, Rocafuerte, Santa Ana, Sucre, 24 de Mayo	2.089,59
MA-03	Chone	1515, 1516	Portoviejo, Chone, Junín, Pichincha, Rocafuerte, Sucre, Tosagua, San Vicente, Bolívar	2.733,71
MA-04	Briceño	1517	Chone, Jama, San Vicente	827,87
MA-05	Jama	1518	Chone, Flavio Alfaro, Sucre, Jama, San Vicente	1.379,10
MA-06	Coaque	1519	Muisne, Pedernales, Jama	1.714,31

Fuente: (CISPDR 2016: Elaboración ET PDM GADPM, 2023-2027)

2.2.8. Características geográficas

La DH Manabí se extiende desde las estribaciones occidentales de la cordillera de Los Andes hasta las planicies costeras del occidente del país, con pendientes de terreno que disminuyen, de este a oeste; dispone de montañas de alrededor de 800 m de altura en promedio que se extienden de norte a sur y sus elevaciones van hasta el nivel del mar, formando una cadena montañosa de baja altitud, al este de la demarcación hidrográfica. La DH Manabí se caracteriza por cambios en el terreno, montañas y colinas alargadas, ríos, cuencas, tierras bajas, terrazas y valles aluviales. La demarcación es mayormente montañosa y solo los ríos Carrizal-Chone y Chico-Portoviejo presentan grandes áreas de valles.

2.2.9. Hidrografía

La DH Manabí se divide en 2, una que sus vertientes drenan al Océano Pacífico, al Oeste y otra que fluye al Río Daule al Este. La que fluye al Océano Pacífico cubre un área de 11.502 km² y abarca alrededor de 70 ríos que desembocan en el mar, de los cuales, 14 ríos cubren más de 100 km² cada uno, de los cuales 3 ríos (Chone, Portoviejo y Jama) cubren más de 1000 km². Otros 6 ríos se ubican del curso medio del río Chone, y en el curso bajo de su afluente el río Canuto.

Tabla 31.-Características de los principales ríos de la demarcación hídrica de Manabí.

S/N	Cuenca	Área (Km ²)	Longitud (km)	Caudal Promedio Multianual (hm ³)	Código
1	Río Chone	2.668,1	63,2	1.932	MA01
	Mayores tributarios: río Carrizal	1.338,0	86,6	1.034	MA01-01
	Río Grande	190,1	27	200	MA01-02
	Estero El Badeal	174,5	19,3	136	MA01-03
	Río Garrapata	147,2	29,4	138	MA01-04
	Río Mosquito	113,8	22,4	116	MA01-05
	Río Canuto	270,4	41,6	276	MA01-06
2	Río Portoviejo	2.083,7	106,0	777	MA02
	Mayores tributarios: río Chico	475,4	55,3	230	MA02-01
	Río Lodana	294,1	8,4	55	MA02-02
	Río Bachillero	183,8	32,1	52	MA02-03
3	Río Jama	1.365,2	93,9	1.102	MA03
	Mayores tributarios: río Yescas	243,9	16	230	MA03-01
	Río Mariano	243,3	43,2	150	MA03-02
	Río Venado	114	17,4	100	MA03-03
4	Río Coaque	644,6	81,3	742	MA04
	Mayores tributarios: río San José	228,3	30,6	220	MA04-01
5	Río Ayampe	568,3	70,7	57	MA05
6	Río Cojimíes	359,6	33,4	446	MA06
7	Río Briceño	349,7	53,7	172	MA07
8	Estero Arrastradero	300,2	19,4	373	MA08
9	Río Callejón	296,8	19	30	MA09
10	Río Manta	286,7	43,1	30	MA10
11	Río Buenavista	280,6	37,1	28	MA11
12	Río Jipijapa	227,5	28,8	23	MA12
13	Río Siete Saivas	211,0	4,2	25	MA13
14	Río Muchacho	206,5	32	79	MA14

Fuente: (Cartografía base del Ecuador IGM: Elaboración: ET PDPM GADPM, 2023-2027)

Uno de los más largos e importantes ríos de la Demarcación Hidrográfica de Manabí es el río Chone, que se origina en las faldas occidentales de la cordillera de Balzar y fluye desde el área

montañosa del este hacia el océano Pacífico, en Bahía de Caráquez. Su curso superior es el río Grande, el cual tiene su travesía a través de la mencionada zona montañosa. Luego, sus principales tributarios, río Garrapata y río Mosquito, se juntan a la altura de la ciudad de Chone, para tomar el nombre de río Chone, hasta su desembocadura. Gradualmente, el río Chone se dispersa en un delta en una vasta llanura aluvial, fluyendo a través del Chone y San Antonio; después confluye con su mayor tributario, el río Carrizal, y forma una amplia zona pantanosa natural en la margen derecha del río, que cubre alrededor de 20 km².

Esta área crece durante la época de lluvias y durante las posibles operaciones de regulación y manejo de reservorios de agua. El área pantanosa se conecta a la corriente principal del río, a la altura del puente Margarita en el Río Carrizal.

El curso principal del río Chone tiene 127 km de longitud, con un área de drenaje de 2.698 km² y un volumen anual de esorrentía de 1.932 hm³.

En las cabeceras hidrológicas del río Carrizal se encuentra ubicada la represa La Esperanza; este río tiene una longitud de 86,6 km con un área de drenaje de alrededor de 1.338 km² y constituye más de la mitad de la del río Chone, con un volumen de esorrentía anual de 1.034 hm³. Pasa a través de los cantones Bolívar y Tosagua, y llega a la parte baja del río Chone. Los mayores tributarios del río Carrizal son los ríos Mosca y Canuto.

El río Portoviejo, se origina en un lugar cercano a San Sebastián y está separado del río Daule por elevaciones de alrededor de 480 m de altura. En el curso superior del río se encuentra la represa de Poza Honda, fluye a través de las zonas montañosas y colinadas del suroeste, luego gira hacia el noroeste cerca de Santa Ana y Vuelta Larga, continua a través de la ciudad de Portoviejo, para reunirse con el río Chico en una estrecha planicie de inundación cerca de Mejía, fluye luego por Rocafuerte, finalmente desemboca, en el balneario de San Jacinto (hacia el sur



Mapa 21. - Ríos principales de la Provincia de Manabí.

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.2.10. Infraestructura hidráulica en la provincia de Manabí

Dentro de la Provincia de Manabí se localizan 4 grandes obras hidráulicas conocidas como , dos de ellos ubicados dentro de la cuenca del Río Chone; Al sur, se ubica El Embalse Poza Honda construido en 1971, diseñado para una capacidad de almacenamiento de 100 hm³ (100 millones de metros cúbicos); en la cuenca del río Chone se sitúan: El embalse La Esperanza construida en 1990, con una capacidad de almacenamiento de 450 hm³ (450 millones de metros cúbicos); y la represa Rio Grande, por su parte retiene 75 hm³. (75 millones de metros cúbicos).

Al noroeste de la provincia, se encuentra la presa Daule Peripa, construida en los 1982, diseñada con capacidad para almacenar 6000 hm³ de agua, de las cuales 500 hm³ son aprovechados por la provincia de Manabí. De aquí nace una serie de tuberías (trasvase) que satisfacen las necesidades de la Presa La Esperanza y esta a su vez, al sistema de dotación que ostenta Poza Honda.

Tabla 32.- de la provincia de Manabí.

Nº	de la provincia	Volumen (hm ³)
1	Embalse Poza Honda	100 hm ³
2	Embalse La Esperanza	450 hm ³
3	Embalse Rio Grande	100 hm ³
4	Aporte del Embalse Daule Peripa	500 hm ³
Total		1105 hm³

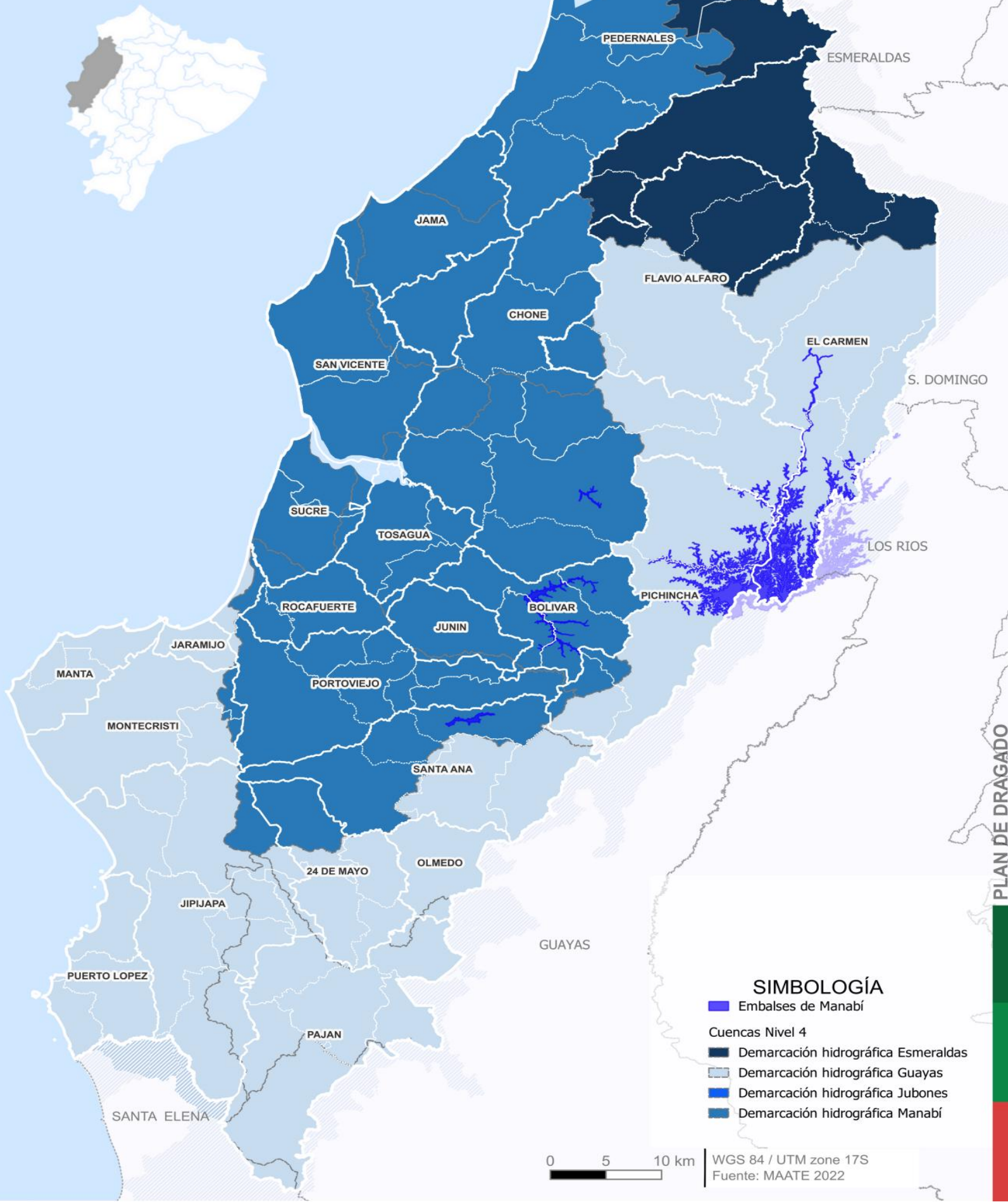
Fuente: (PDOT Manabí, Elaboración : ET PDPM GADPM , 2023-2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

EMBALSES DE MANABÍ

Escala de trabajo - 1:25.000



Embalse Poza Honda

Presas reguladoras del embalse Poza Honda

El embalse Multipropósito Poza Honda consta de 12 obras de regulación a lo largo del cauce del Río Portoviejo. Así mismo, cuenta con un túnel de derivación denominado "Túnel Mancha Grande".

Tabla 33.-Ubicación de las estructuras hidráulicas del sistema Poza Honda.

Obra	Coordenada X	Coordenada Y
Poza Honda	588309	9876922
Túnel Mancha Grande	590491	9878009
Presa Barragán	570828	9866416
Presa Alajuela	579343	9883986
Presa La Ciénega	571478	9887673
Presa El Pechiche	564166	9891048
Presa Mejía	559009	9890597
Presa Pasaje	561136	9893892
Presa El Ceibal	558906	9898072
Presa Las Jaguas	558273	9899587
Presa El Cerrito	557278	9900512
Presa La Guayaba	556232	9903173
Unión Ríos Chico y Grande	560340	9894578
Presa Las Gilces	554042	9909862
Presa Derivadora Leopoldo Cedeño	553598	9912015

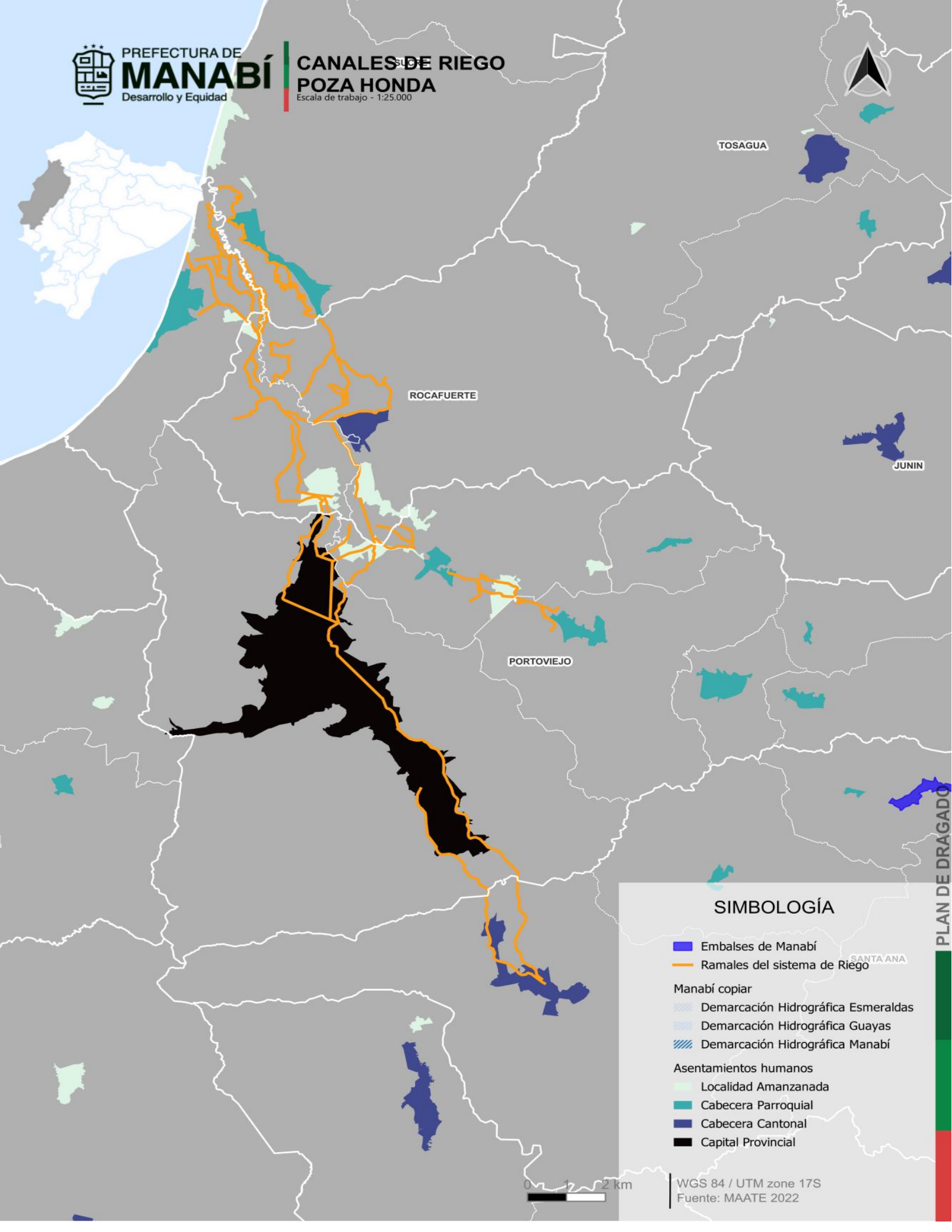
Fuente: (CISPDR 2016. Elaboración ET PDPM GADPM, 2023-2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

CANALES DE RIEGO POZA HONDA

Escala de trabajo - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- Embalses de Manabí
- Ramales del sistema de Riego
- Manabí copiar
 - Demarcación Hidrográfica Esmeraldas
 - Demarcación Hidrográfica Guayas
 - Demarcación Hidrográfica Manabí
- Asentamientos humanos
 - Localidad Amanzanada
 - Cabecera Parroquial
 - Cabecera Cantonal
 - Capital Provincial

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2022

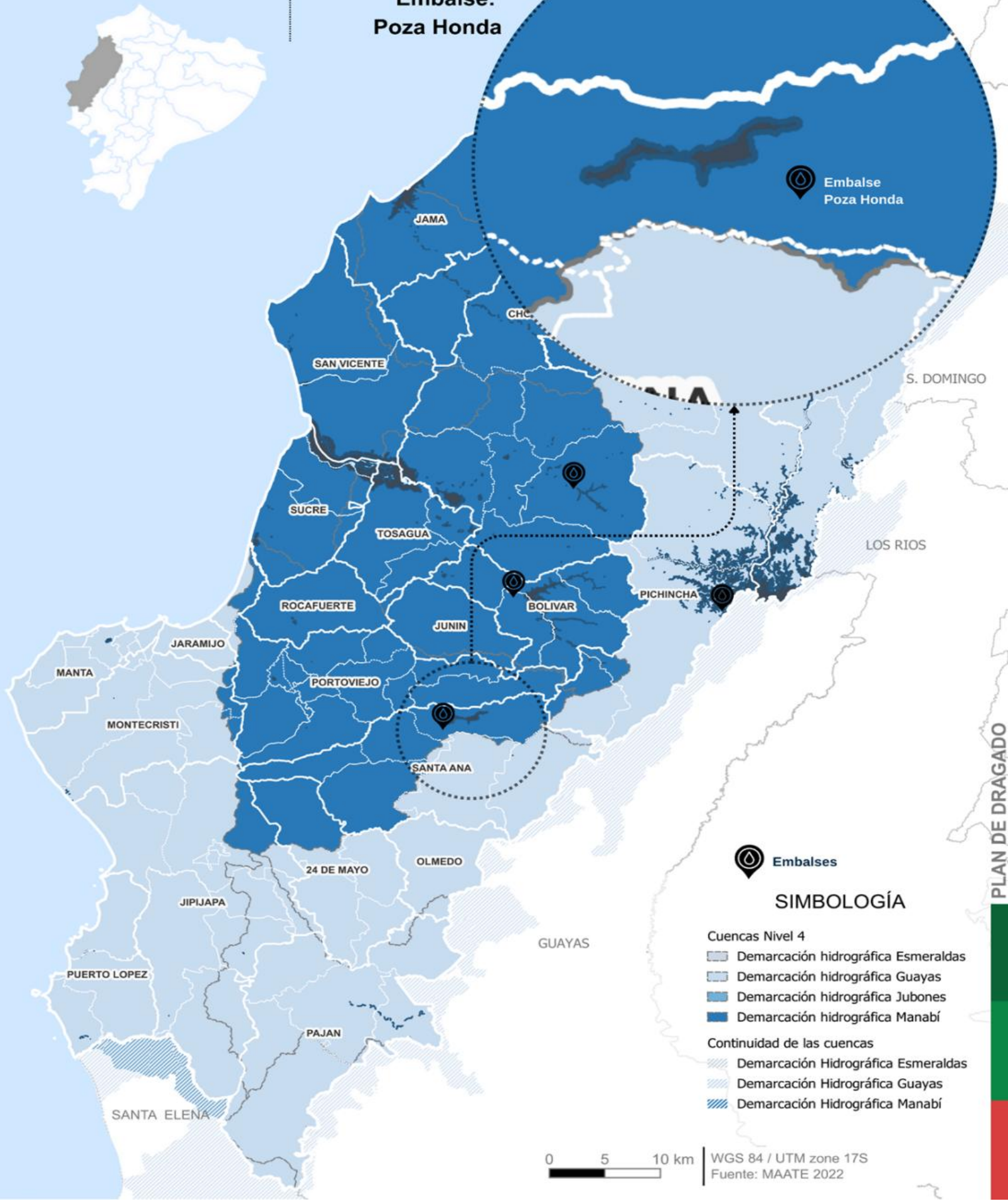


PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

Embalses por Demarcación hídrica

Escala de trabajo - 1:25.000

Embalse: Poza Honda



Embalse La Esperanza

El embalse La Esperanza es la presa Multipropósito de mayor captación del recurso hídrico que se cuenta en la parte central de la Provincia de Manabí, tiene la función de almacenamiento para diversos fines, y control de inundaciones.

Área de riego del sistema Carrizal – Chone

El sistema Carrizal – Chone en sus dos etapas prevé el riego de aproximadamente 13.268 hectáreas; (9.383 ha/primera etapa) y (3.885 ha/segunda etapa).

El Sistema Carrizal Chone tiene establecido entre canales de riego y drenaje, y en su parte pertinente relacionado a la tubería de presión en la primera fase un estimado de 155 kilómetros lineales. En la segunda etapa se establece aproximadamente 200 kilómetros de conducción por tubería, está en proceso de rehabilitación debido a las afectaciones provocadas por el evento telúrico ocurrido en la provincia de Manabí el 16 de abril del 2016, y deterioro por acción antrópica.

Tabla 34.-Área de riego en hectáreas del sistema Carrizal Chone.

Cantón	Parroquia	Ramal	Áreas de Riego (Ha)
Bolivar	Quiroga	La Esperanza	38
Bolivar	Quiroga	La Pavita	303
Bolivar	Quiroga	Barranco 1	38
Bolivar	Quiroga	Barranco 1 A	40
Bolivar	Quiroga	Barranco 2-2a	35
Bolivar	Quiroga	Paton	45
Bolivar	Calceta	Sarampion	208
Bolivar	Calceta	El Toldo	46
Bolivar	Calceta	El Toldo B	18
Bolivar	Calceta	Matapalo	117
Bolivar	Calceta	Loma Seca	134
Bolivar	Calceta	Guabal 1	113
Bolivar	Calceta	Guabal 11	6
Bolivar	Calceta	Guabal 12	16
Bolivar	Calceta	Alimentador 1	595
Bolivar	Calceta	Platanales 4	5
Bolivar	Calceta	Platanales 1	39
Bolivar	Calceta	Calceta	1152
Bolivar	Calceta	Calceta 22	75
Bolivar	Calceta	Calceta 23	9
Bolivar	Calceta	Bejucal-Guarumal	231

Bolivar	Calceta	Cabello	526
Bolivar	Calceta	Arrastradero	41
Bolivar	Calceta	Arrastradero 1	59
Bolivar	Calceta	Alimentador 2	121
Bolivar	Calceta	Limon	5
Bolivar	Calceta	Gramal	14
Bolivar	Calceta	Platanales 5	38
Chone	Canuto	Piñuela	650
Chone	Canuto	Vainilla	190
Chone	Canuto	Pita	573
Tosagua	Cabecera Cantonal	Cabecera Cantonal	218
Tosagua	Angel Pedro Giler	Gramal-Canuto	261
Tosagua	Angel Pedro Giler	Estancilla	275
Tosagua	Angel Pedro Giler	Pay Pay	212
Tosagua	Angel Pedro Giler	Los Corrales	157
Tosagua	Angel Pedro Giler	E-Amarillos	397
Chone	Angel Pedro Giler	Figueroa 9	2
Chone	Angel Pedro Giler	Figueroa 1	382
Chone	Angel Pedro Giler	Figueroa 8	83
Chone	Angel Pedro Giler	Cuatro Esquinas	70
Tosagua	Angel Pedro Giler	C-Amarillos	110
Tosagua	Bachillero	Brisa	334
Tosagua	Bachillero	Etapas 2-Ducto Cajón	1402
Total General			9.383

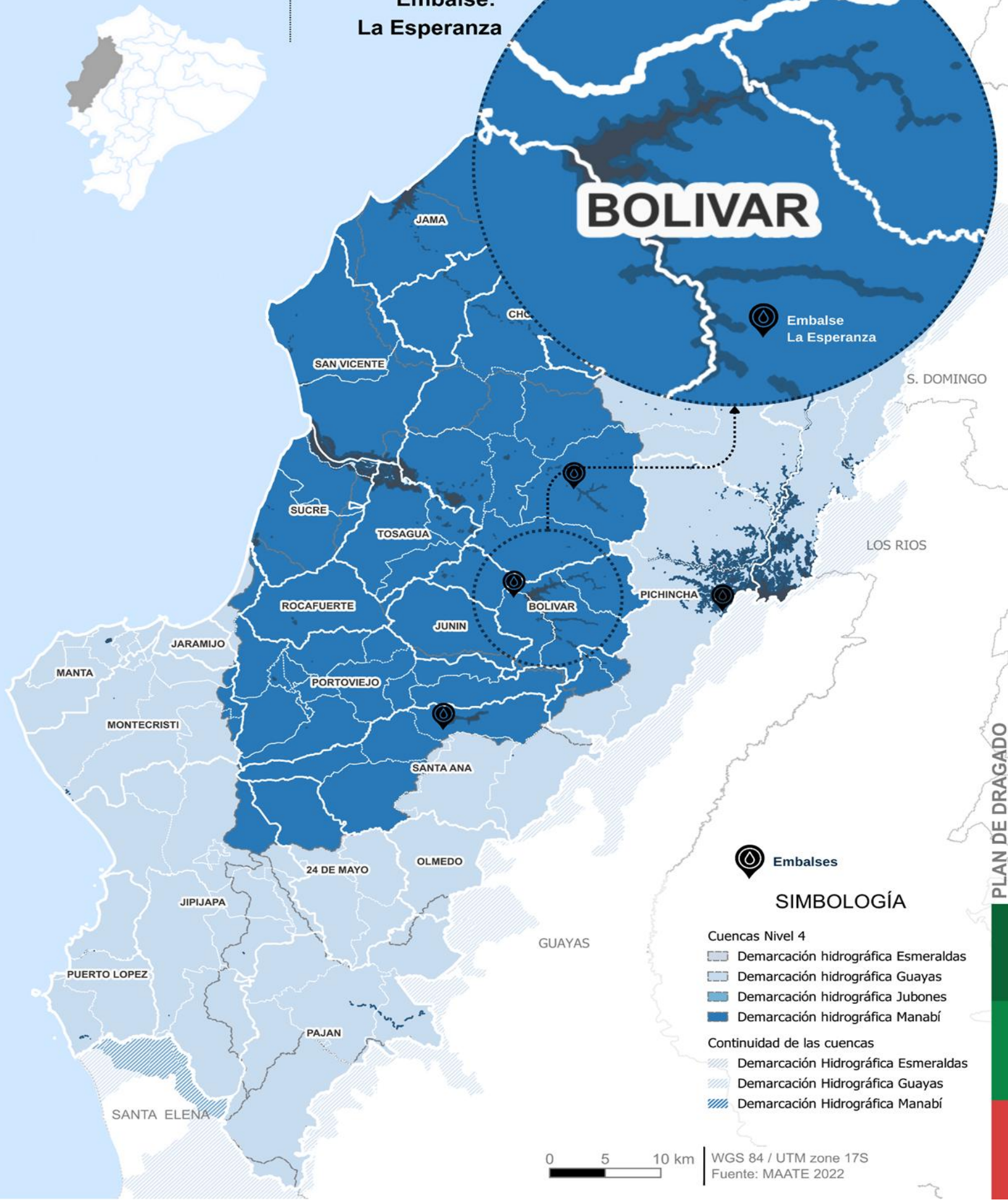
Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

**Embalses por
Demarcación hídrica**
Escala de trabajo - 1:25.000

**Embalse:
La Esperanza**



Embalses

SIMBOLOGÍA

Cuencas Nivel 4

- Demarcación hidrográfica Esmeraldas
- Demarcación hidrográfica Guayas
- Demarcación hidrográfica Jubones
- Demarcación hidrográfica Manabí

Continuidad de las cuencas

- Demarcación Hidrográfica Esmeraldas
- Demarcación Hidrográfica Guayas
- Demarcación Hidrográfica Manabí

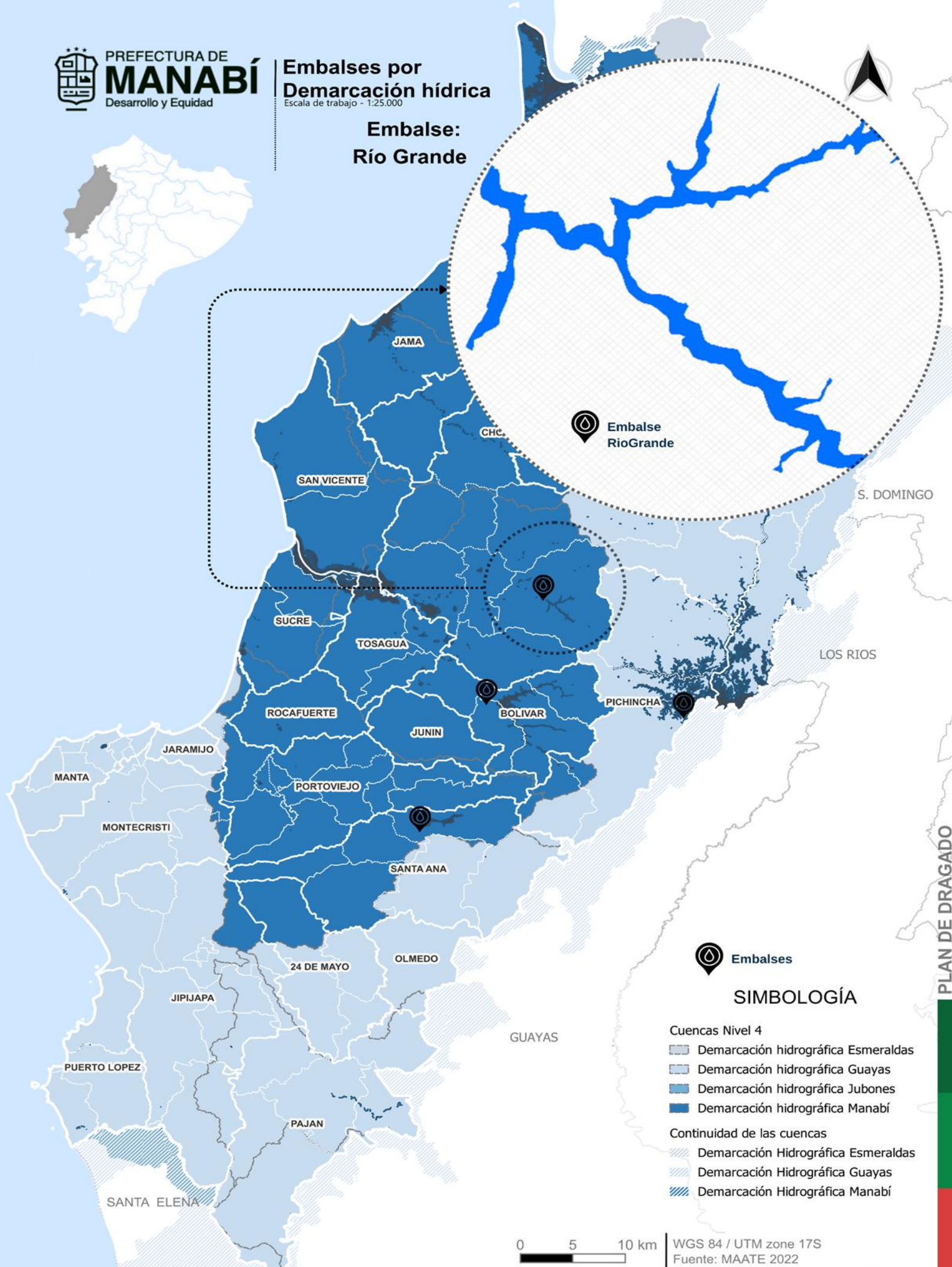
0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2022

Embalse Multipropósito Río Grande

Siendo la más reciente estructura construida de almacenamiento hídrico en Manabí, su proyección está enfocada especialmente para la mitigación de las crecientes en temporada invernal producto de la esorrentía en la cuenca de río Grande, pues año a año inunda las zonas bajas del cantón Chone, además también es una obra de almacenamiento que prevé dar servicio de agua cruda para agua potable y riego. Su estructura posee almacenamiento aproximado de 100 hectómetros cúbicos.

El embalse Multipropósito Río Grande responde esencialmente a las necesidades de gestión de riesgos del cantón Chone. Nace así, un proyecto denominado “Multipropósito Chone”, donde se encuentra proyectado una red de canales y conducciones de agua para fomentar la agricultura en la parte baja de la cuenca, en un estimado de 2.000 hectáreas, aprovechando el recurso hídrico que este embalse puede captar.



Embalse Multipropósito Daule – Peripa

El embalse Multipropósito Daule Peripa, en su conjunto está abastecido por una gran cuenca y microcuencas, que alimentan a una extensa red de ríos y esteros. Ubicada en la zona noroeste de la provincia, es una de las estructuras de almacenamiento de agua más importantes del país, ya que abastece con el servicio de agua cruda con fines de potabilización para varias ciudades entre las cuales se encuentra Guayaquil; aquí se encuentra una de las centrales hidroeléctricas más grandes que abastecen de energía eléctrica a la costa ecuatoriana, igualmente irriga a la cuenca del río Daule y Guayas, y por medio de trasvase a la zona central de Manabí.

Tabla 35.-Principales áreas irrigadas de la demarcación hídrica de Manabí.

Nombre del sistema de riego	Área regable (ha)	Área regada (ha)	Número usuarios
Sistema estatal Poza Honda – RíoChico	14.720	8.500	1.300
Sistema estatal Carrizal - Chone	13.268	9.383	4.000

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

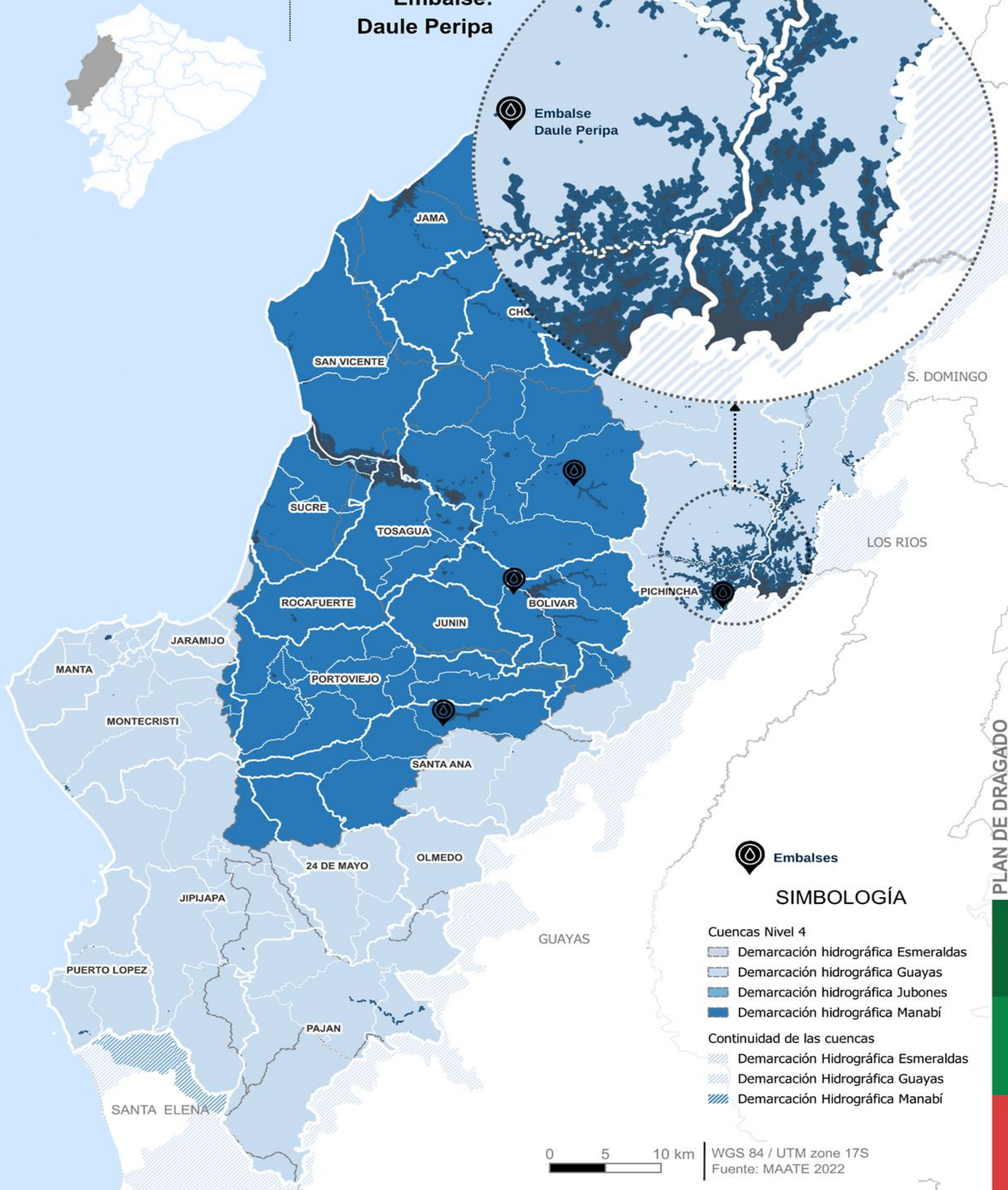


PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

Embalses por Demarcación hídrica

Escala de trabajo - 1:25.000

Embalse: Daule Peripa



Sistema de Trasvase de Manabí (STM)

En virtud de la necesidad Hídrica de la provincia de Manabí, y acorde a la infraestructura existente, en el marco de los convenios de cooperación interinstitucionales entre CEDEGE-CRM-INNERHI, se concede el derecho de extraer del Embalse Daule Peripa 500 hm³ (500 millones de metros cúbicos), por medio de un Sistema de Trasvase (STM), que permiten dotar de agua de consumo humano, regadío y otros, a la zona central de la provincia durante todo el año.

Integran el trasvase los de Poza Honda, y el de La Esperanza, localizados en las cuencas hidrográficas de los ríos Portoviejo y Carrizal-Chone, respectivamente. El Trasvase I, desde Daule-Peripa a La Esperanza, con un caudal de 18 m³/s, permite cubrir las demandas de agua en todo el sistema; El Trasvase II, desde La Esperanza hasta Poza Honda, con un caudal de 16 m³/s, cubre las demandas de agua potable y también riego en la cuenca del Río Portoviejo, que también dependen de abastecimiento directo desde Poza Honda; El Trasvase III, desde Poza Honda hasta el río Mancha Grande, con un caudal de 4 m³/s, cubre las demandas de agua en la cuenca del Río Chico (la planta de tratamiento de El Ceibal y el sistema de riego del río Chico), en la actualidad el GAD Portoviejo construye una planta de agua potable en la salida del Túnel Mancha Grande, bajo el proyecto Triple AAA, para satisfacer la demanda de las parroquias rurales asentadas junto al Río Chico.

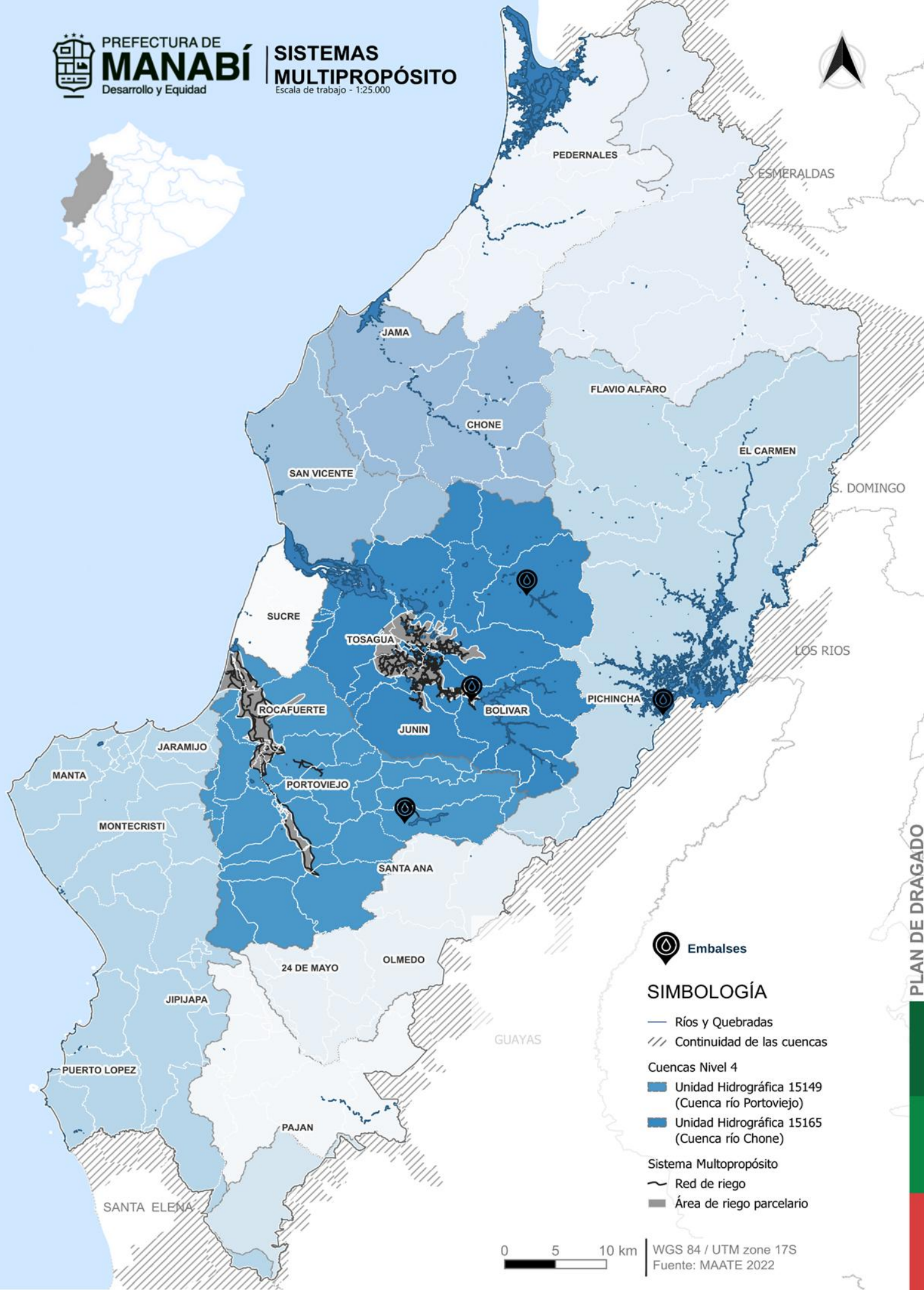
Planes hídricos de Manabí

La planificación y gestión de recursos hídricos son cruciales para asegurar un suministro adecuado de agua, especialmente en áreas donde la demanda supera la oferta natural disponible. Los instrumentos de planificación, como los planes hídricos, regulan y gestionan el uso del agua de manera eficiente, considerando tanto las necesidades humanas como las ecológicas. Estos instrumentos permiten una distribución equitativa y sostenible del recurso, tanto en términos temporales como espaciales, garantizando su disponibilidad a largo plazo. Dentro de los principales instrumentos elaborados que configuran la institucionalidad del riego y drenaje en la Provincia de Manabí se encuentran: Plan Integral de Recursos Hídricos (PHIMA), Plan Provincial de Riego y Drenaje, Plan Hidráulico Regional de DHM, Plan de Gobierno.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

**SISTEMAS
MULTIPROPÓSITO**
Escala de trabajo - 1:25.000



Embalses

SIMBOLOGÍA

- Ríos y Quebradas
- /// Continuidad de las cuencas

Cuencas Nivel 4

- Unidad Hidrográfica 15149
(Cuenca río Portoviejo)
- Unidad Hidrográfica 15165
(Cuenca río Chone)

Sistema Multipropósito

- ~ Red de riego
- Área de riego parcelario

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2022

PLAN DE DRAGADO

2.2.11. Caracterización de las Unidades Hidrográficas

La provincia de Manabí revela una serie de desafíos y acciones implementadas para mitigarlos riesgos de inundaciones y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales. En el Plan de Dragado Provincial de Manabí, se caracteriza cada una de las cuencas hidrográficas bajo la metodología Pfafstetter nivel 4, estas siendo: UNIDAD HIDROGRAFICA 1519 – COAQUE, UNIDAD HIDROGRAFICA 1518 – JAMA, UNIDAD HIDROGRAFICA 1517 – BRICEÑO, UNIDAD HIDROGRAFICA – CHONE 1516 – 1515, UNIDAD HIDROGRAFICA 1514 – PORTOVIEJO, UNIDAD HIDROGRAFICA 1513 – JIPIJAPA, UNIDAD HIDROGRAFICA 1426 – COLIMES, UNIDAD HIDROGRAFICA 1428 – PUCA, UNIDAD HIDROGRAFICA 1429 – PICHINCHA, y UNIDAD HIDROGRAFICA 1526 – QUININDE.

Entre las cuencas caracterizadas en el presente Plan, la cuenca del río Portoviejo ha sido una de las más intervenidas, con un enfoque significativo en operaciones de dragado mecánico para limpiar y desazolver ríos y quebradas.

Otra cuenca que ha sido objeto de intervenciones es la del río Puca, donde se ha dragado el 3.26% de la longitud total disponible entre 2021 y 2024. Aunque las intervenciones han sido menores en comparación con otras cuencas, han beneficiado a 4220 familias con una inversión total de \$129,625.43. Estos esfuerzos han sido cruciales para mejorar la resiliencia del territorio frente a inundaciones y han contribuido a una mejora sostenida en la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. Por otro lado, la cuenca del río Quinindé ha sido objeto de intervenciones para prevenir inundaciones, a pesar de que hasta la fecha no se han registrado inundaciones significativas en la región.

Aunque solo se ha dragado el 1.00% de la longitud total disponible, estas acciones han beneficiado a 570 familias con una inversión total de \$44,511.93. Estas intervenciones han sido esenciales para reducir el riesgo de inundaciones y proteger los cultivos locales. En cuanto al promedio de las cuencas en Manabí alcanzado con dragado, podemos calcularlo sumando la longitud total dragada en todas las cuencas y dividiéndolo entre la suma de la longitud total disponible para dragado en cada cuenca. De acuerdo con los datos proporcionados, la longitud total dragada en todas las cuencas es de 36.77 km, y la longitud total disponible para dragado es de 4065.77 km. Por lo tanto, el promedio de las cuencas en Manabí alcanzado con dragado es aproximadamente del 0.90%.

Es importante señalar, que las intervenciones de dragado mecánico en las cuencas mencionadas han sido fundamentales para mitigar los riesgos de inundaciones y mejorar las condiciones de vida de las comunidades locales en la provincia de Manabí. Aunque se ha logrado un progreso significativo, aún queda trabajo por hacer para garantizar una protección más completa contra inundaciones y promover un desarrollo sostenible en la región. Es crucial seguir implementando estrategias integradas de gestión de cuencas y priorizar áreas críticas para maximizar los beneficios comunitarios y ambientales a largo plazo.

2.3.1.1.1 Sedimentología

El sedimento es material sólido transportado y depositado por agentes naturales como el agua, el viento, o el hielo. Estos materiales, que pueden variar en tamaño desde finas partículas de arcilla hasta grandes fragmentos de roca, se acumulan en capas en la superficie terrestre. Con el tiempo, y mediante procesos como la compactación y la cementación, estos sedimentos pueden transformarse en rocas sedimentarias. Los sedimentos también son importantes en la geología y la paleontología, ya que pueden contener fósiles y proporcionar valiosa información sobre la historia de la Tierra (Tarbuck & Lutgens, 2014).

La erosión hídrica constituye la causa principal de la erosión del suelo en todo el mundo. Se tiene, por ejemplo, que, en África, de 497 millones de hectáreas de tierras que experimentan problemas de erosión, el 46% corresponden a la erosión hídrica; asimismo, en Asia, de 747 millones, el 60%; en Europa, de 219 millones, el 53%; en América del Sur, de 243 millones, el 51%, Bifani (1984). La erosión por acción del agua, por lo general se mide, en función del volumen de sedimentos que son arrastrados por los ríos. Los ríos Ganges, Brahmaputra y el Río Amarillo, transportan anualmente, en promedio, 1451, 726 y 1887 millones de toneladas métricas, respectivamente, en comparación con los ríos Mississippi, Amazonas y Nilo, que transportan respectivamente 97, 63 y 31 toneladas métricas por kilómetro cuadrado de cuenca (Holeman, 1968) [Santacruz de León, 2011].

La erosión del suelo en Ecuador, al igual que en otros países del mundo es un problema ecológico muy serio, que afecta a gran parte del territorio en menor o mayor grado. La aplicación de métodos para estimar las pérdidas de suelo por erosión en Ecuador no ha sido muy extensa. Se han realizado numerosos estudios para cuantificar la tasa de erosión bajo diferentes usos del

suelo a nivel de cuencas específicas y para proyectos específicos, pero pocos estudios se han llevado a cabo con fines globales de previsión, planificación y desarrollo de las prácticas de conservación del suelo de la erosión. Por ejemplo, en 1986, el Centro Ecuatoriano de Investigaciones Geográficas (CEDIG) realizó una serie de estudios relacionados, en términos generales, con la erosión del país (Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, 1986).

Sobre la base de datos actualizados de precipitaciones de lluvias para el período 1963-2013 (51 años), se efectúa la valoración de la erosión hídrica potencial de la DHM.

La erosión hídrica es un proceso de pérdida de suelo que está íntimamente relacionada con la cantidad e intensidad de las precipitaciones de lluvias. El efecto erosivo de la energía de la lluvia es mayor cuando el suelo se encuentra desprotegido, es decir, con poca o deficiente cobertura vegetal. Por otro lado, la composición del suelo como tal, respecto al contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, constituye otro factor importante que incide en el proceso de la erosión.

Para este análisis se utilizó la siguiente información:

- Modelo digital de elevación, resolución 76 m, de la DHM (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 2017).
- Precipitaciones medias multianuales de 34 estaciones meteorológicas de la DHM y mapa de isoyetas, período 1963 – 2013 (Кампос, Синиченко, & Грицук, 2015; Кампос Седеньо, 2016).
- Mapa hidrogeológico del Ecuador (Instituto Geografico Militar del Ecuador, 2017).
- Mapa digital de suelos del mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017).

2.3.1.1.2 Unidad Hidrográfica 1515

Sedimentos de la cuenca del Rio 1515

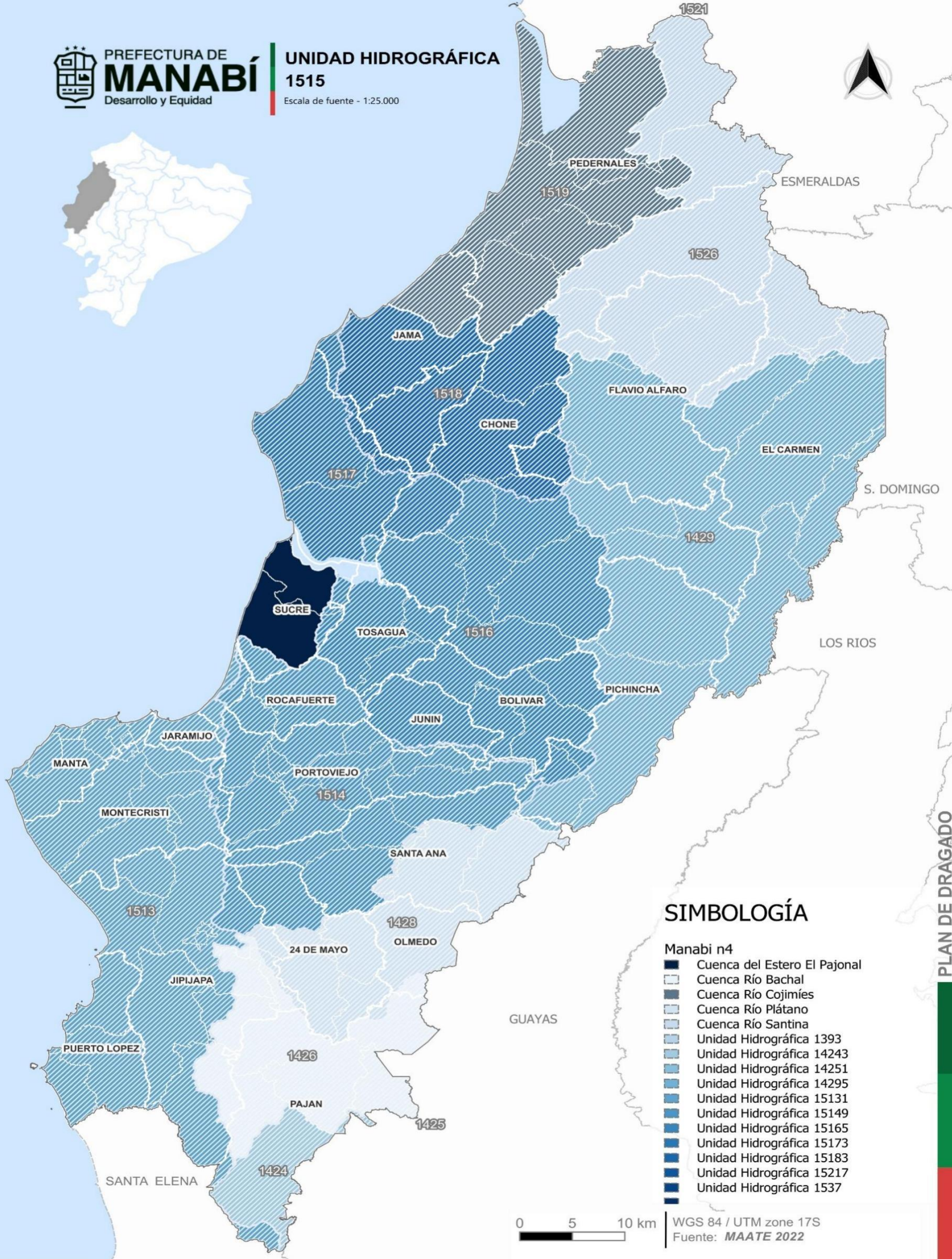
En el presente trabajo se realizó en la cuenca 1515 con una superficie de 396.779 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Jama, Portoviejo, Chone en la parte centro occidental del Ecuador.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1515

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Manabí n4

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimies
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2022

2.3.1.1.3 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

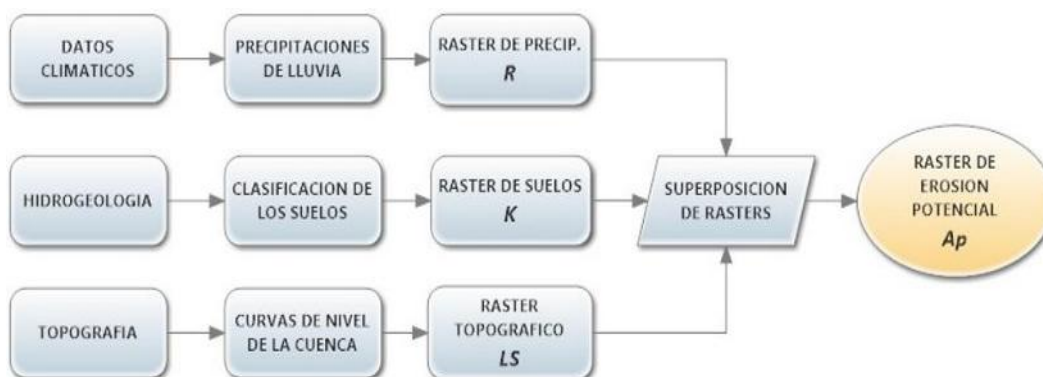
Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto Geográfico Militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 6.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2024)

2.3.1.1.4 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978 (Correa Calle, 2003)

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo
 La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 36 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 36.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

Nº	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDM GADPM, 2023-2024)

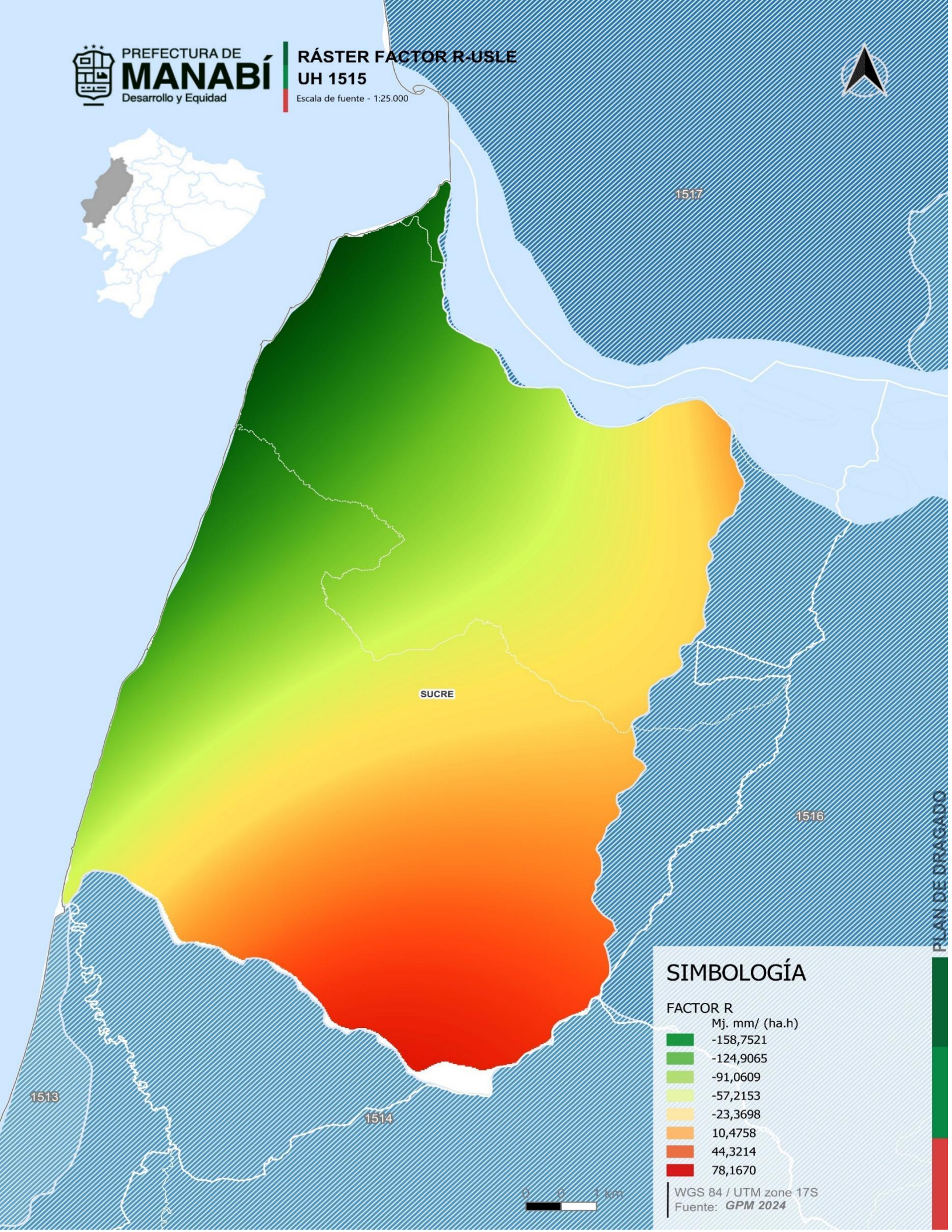
Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del Factor R.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-USLE UH 1515

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR R

Mj. mm/ (ha.h)

	-158,7521
	-124,9065
	-91,0609
	-57,2153
	-23,3698
	10,4758
	44,3214
	78,1670

0 0 1 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.5 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Wiliams (1990) (Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005)

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp [-5.51 + 22.9 (1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomados del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations)[Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 37.- Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
BK	81.6	6.8	11.7	0.44
VP	25.1	12.2	62.7	0.68

Tabla 38.- Cálculos determinación de Factor K

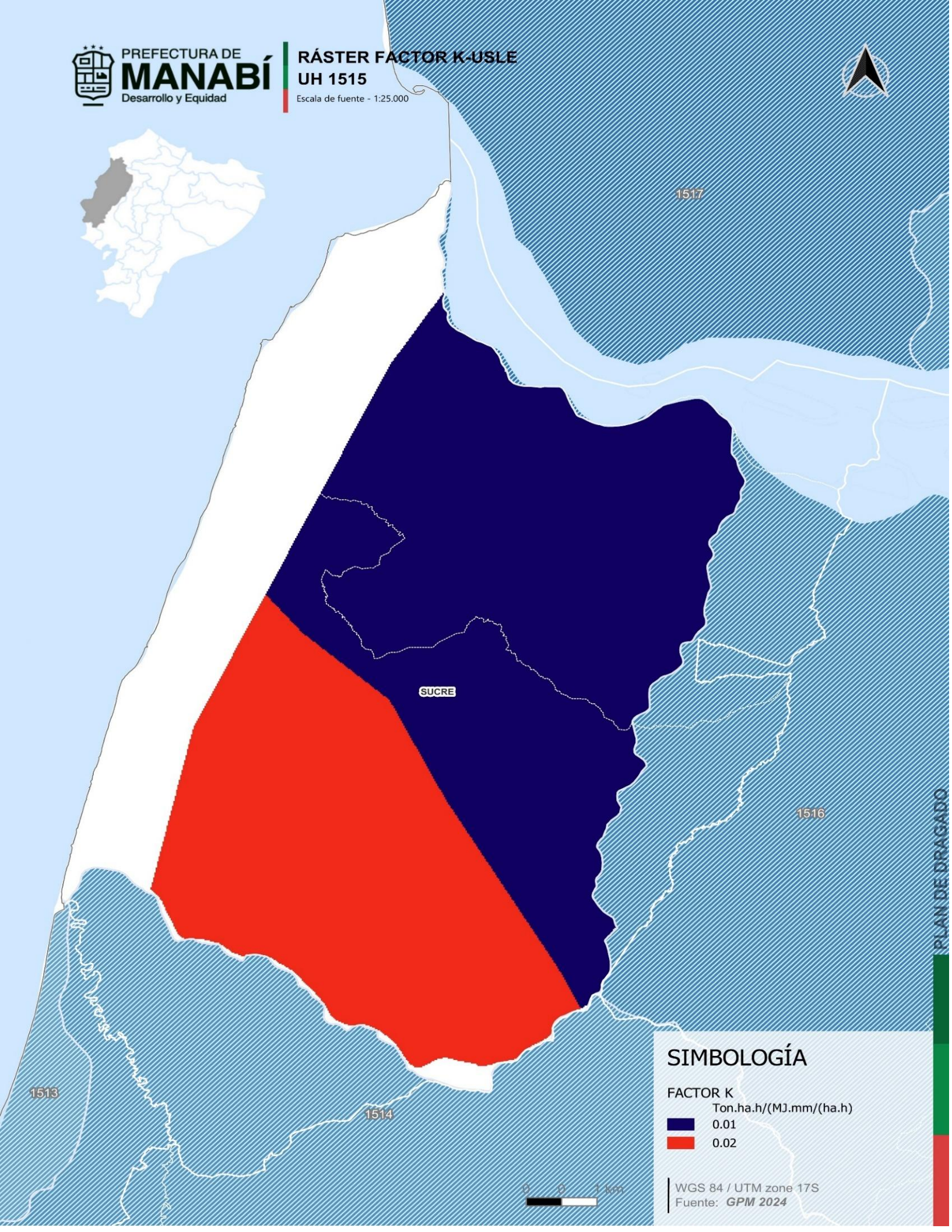
Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
BK	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.10542552	0.01388454
VP	0.20106407	0.58018087	0.97271759	0.99999539	0.11347042	0.01494405



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UH 1515

Escala de fuente - 1:25.000



SUCRE

SIMBOLOGÍA

FACTOR K

Ton.ha.h/(MJ.mm)/(ha.h)

0.01

0.02

0 0 1 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.6 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987, 1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13} \right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896} \right)^{1.3}$$

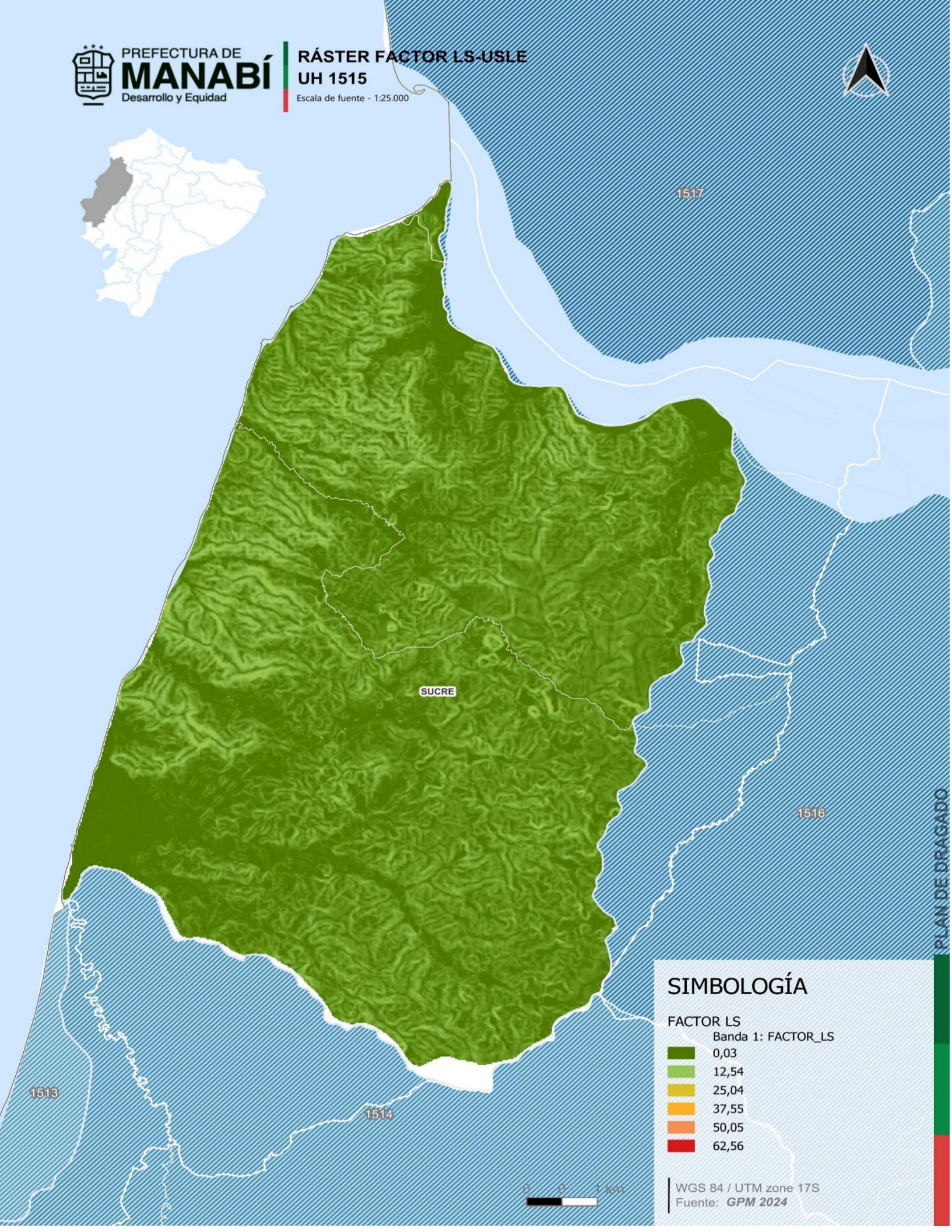
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR LS-USLE UH 1515

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR LS

Banda 1: FACTOR_LS

0,03
12,54
25,04
37,55
50,05
62,56

0 0 1 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.8 Cálculo del USLE

La erosión hídrica potencial (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

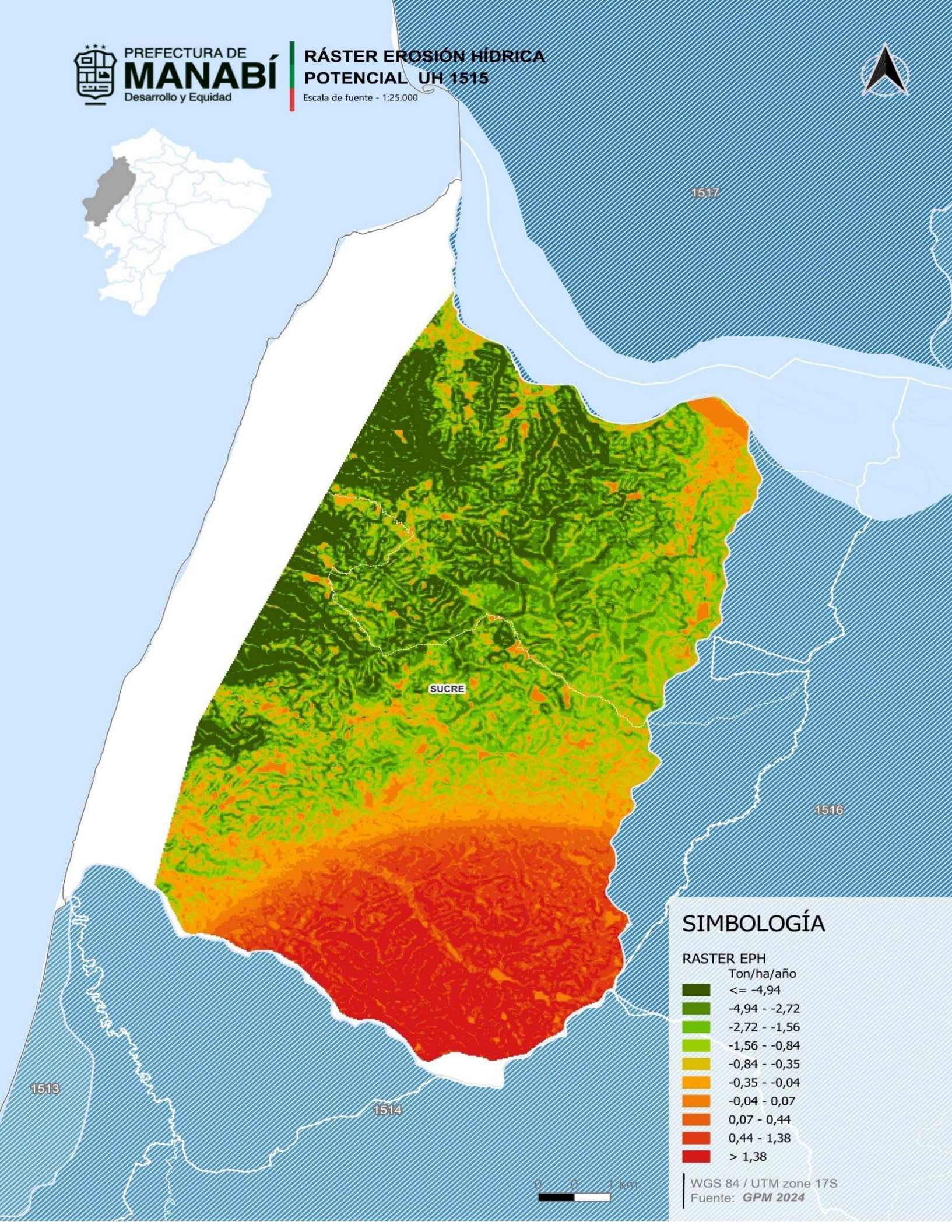
P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1515

Escala de fuente - 1:25.000



SUCRE

SIMBOLOGÍA

RASTER EPH

	Ton/ha/año
	$\leq -4,94$
	$-4,94 - -2,72$
	$-2,72 - -1,56$
	$-1,56 - -0,84$
	$-0,84 - -0,35$
	$-0,35 - -0,04$
	$-0,04 - 0,07$
	$0,07 - 0,44$
	$0,44 - 1,38$
	$> 1,38$

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

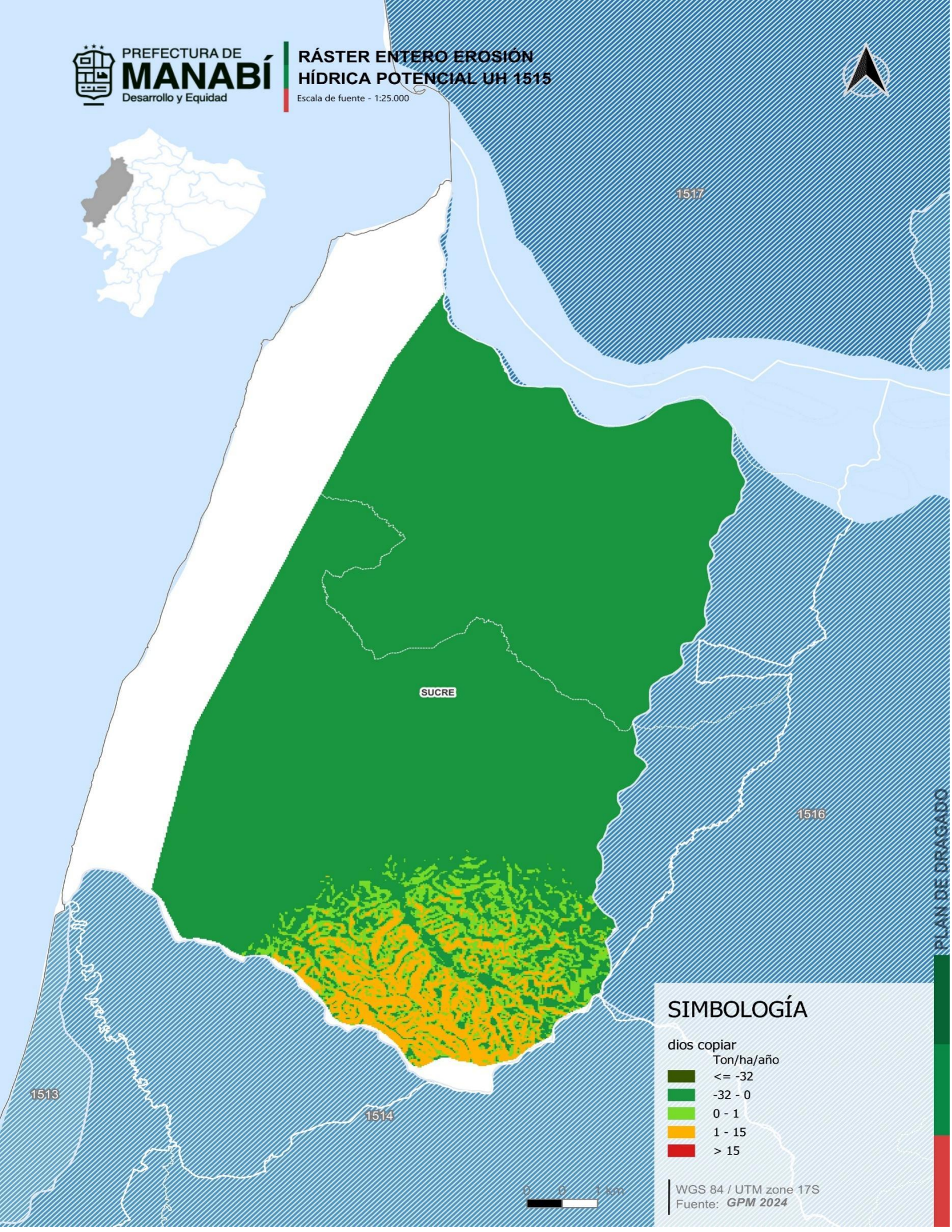
0 0 1 km



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1515

Escala de fuente - 1:25.000



SUCRE

1517

1516

1513

1514

SIMBOLOGÍA

dios copiar

Ton/ha/año

	≤ -32
	$-32 - 0$
	$0 - 1$
	$1 - 15$
	> 15

0 0 1 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos que se muestran a continuación:

Tabla 39.- Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial.

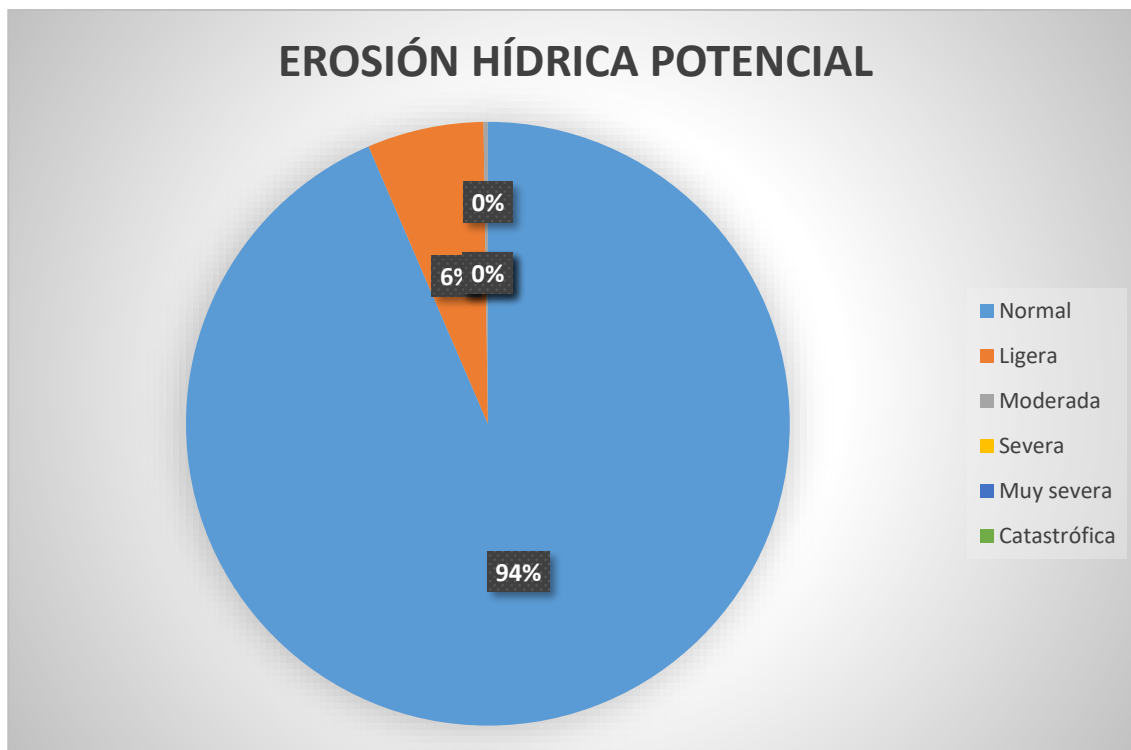
El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 17.52 y 78.17 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de la cuenca 1515.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0.01388454 – 0.01494405 ton.ha.h/ (MJ.mm. ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 62.56.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca 1515 se encuentra en los límites de 1.15 y 13.97 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica. En la Figura 8 y en la tabla 5 se indican los porcentajes de afectación de la EHP según dicha clasificación.

Ilustración 7.-Distribución porcentual de a EHP



Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

Tabla 40.-Clasificación de la erosión hídrica UH 1515

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	310.8317349	93.53
Ligera	20.72961288	6.24
Moderada	0.766843779	0.23

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

Los valores críticos de la EHP (normal y ligera) alcanzan un total del 93.53 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “<0.5 t/ha/año” a “0.5 - 5 t/ha/año”, por otro lado, se puede observar en la tabla 5 que hay dos valores representativos con un porcentaje de 93.53 y 6.24.

2.3.1.1.9 Unidad Hidrográfica 1519 – Río Coaque

La unidad hidrográfica 1519 o Río Coaque es una cuenca formada por varias microcuencas de menor tamaño o que drenan directamente al pacífico. Cuenta con un área total de 154937.75 hectáreas y 17137.59 hectáreas de Áreas Protegidas con una población de 65.681 habitantes procedentes del cantón Pedernales. La cobertura vegetal de la cuenca está muy marcada por las tierras de carácter agropecuarias y las formas de bosques que abundan en su territorio. Alrededor del 25% de la cuenca es netamente de bosques, y el 66,9% de tierras agropecuarias. Los suelos de la cuenca determinan que más de la mitad de la cuenca (52%) posee suelos con características arcillosas como predominantemente Franco Arcillosa con un 19% de ocupación.

Tabla 41.-Datos predominantes de la Cuenca Río Coaque

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PORCENTAJE
ÁREA TOTAL	154937,75	Hectáreas	100%
ÁREAS PROTEGIDAS	17137,59	Hectáreas	11%
HABITANTES	65.681	Familias	N/A
CAUDAL	205,94	m3/s	N/A

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

2.3.1.1.10 Sedimentos de la cuenca del río Coaque

2.3.1.1.11 Características del área de estudio

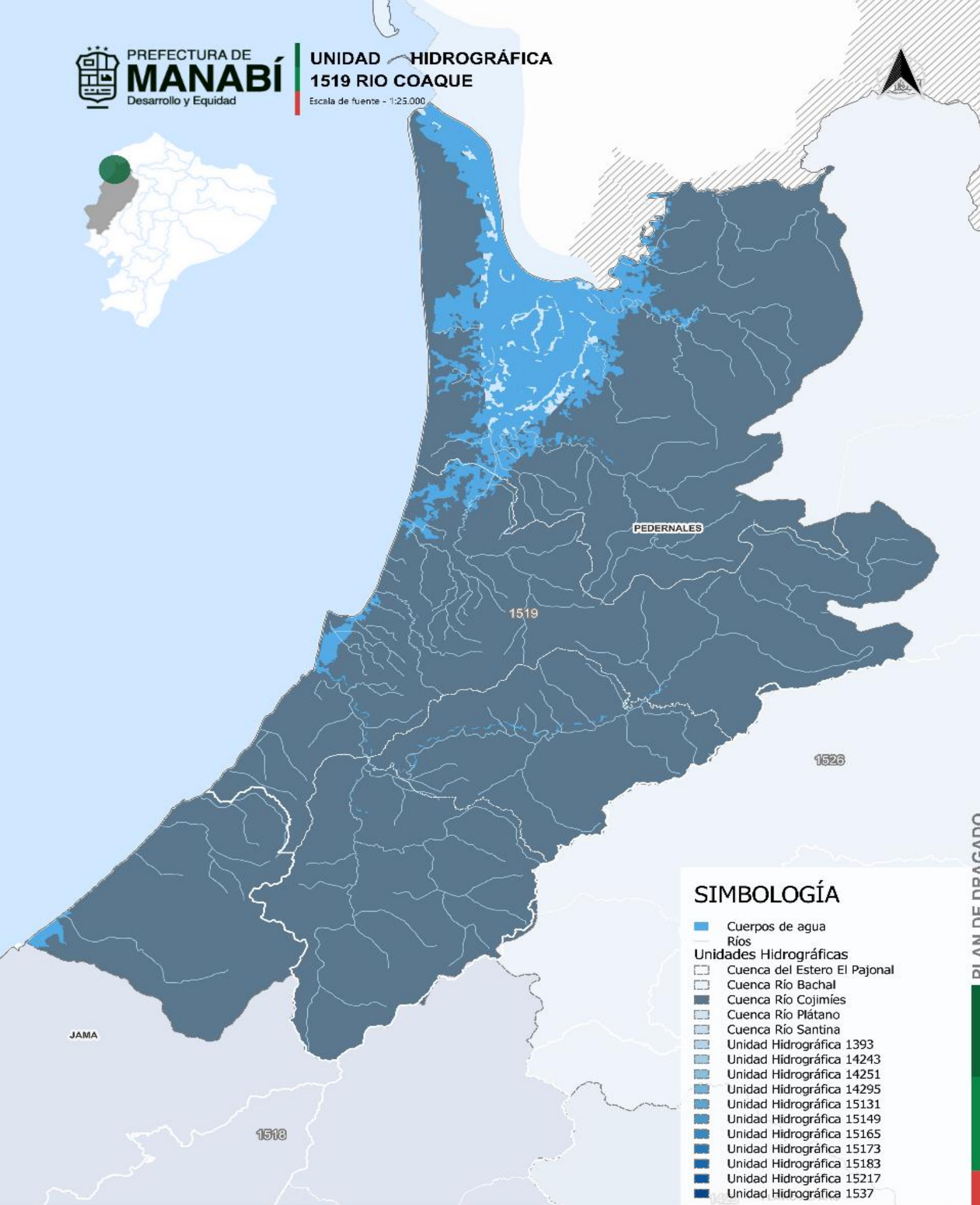
En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Coaque con una superficie de 1549.377 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Esmeraldas, Pedernales, Jama en la parte centro occidental del Ecuador.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1519 RIO COAQUE

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- Cuerpos de agua
- Ríos
- Unidades Hidrográficas
 - Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimies
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

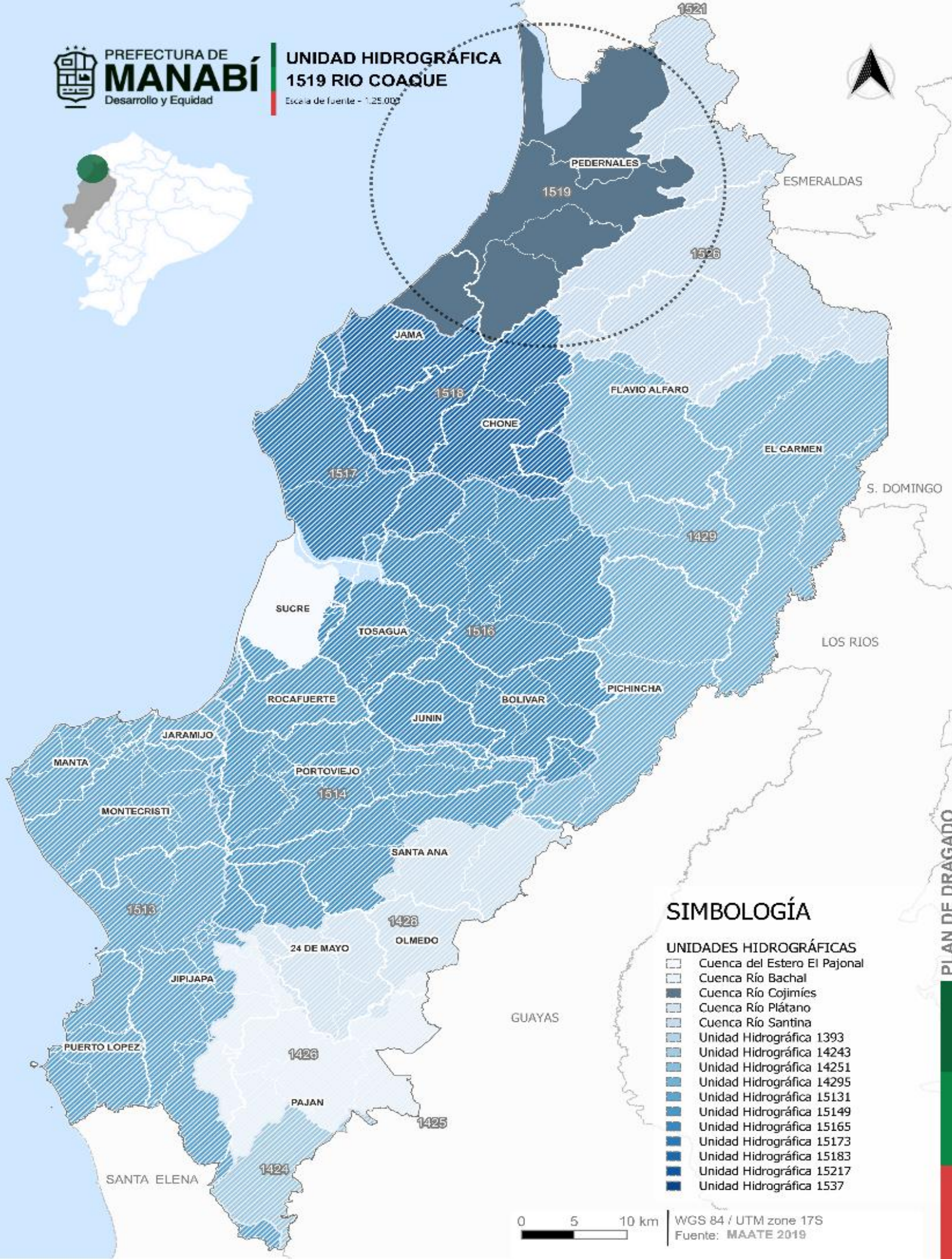
WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2019



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1519 RIO COAQUE

Escala de Fuente = 1:25.000



SIMBOLOGÍA

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimies
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: MAATE 2019

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.12 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

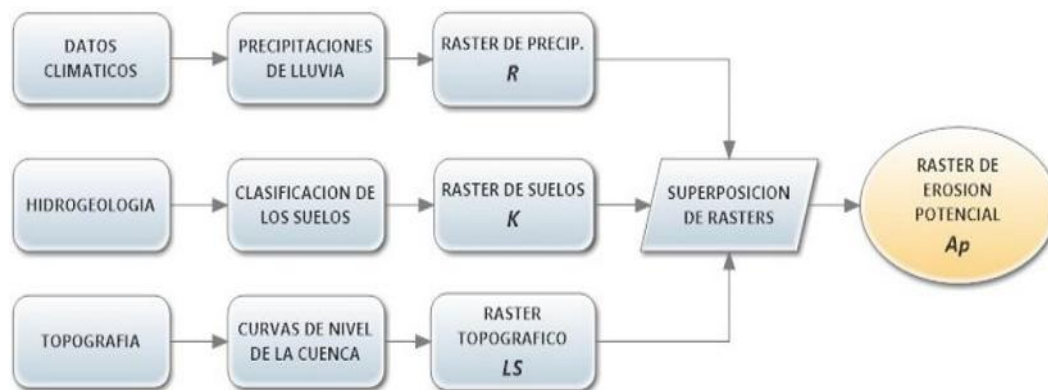
Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)

- Instituto Geográfico Militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 8.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.13 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978[Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM

Tabla 42.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

N°	Código de Estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del Factor R.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-USLE UH 1519

Escala de fuente - 1:25.000



1521

PEDERNALES

1519

1526

JAMA

1518

0 2 3 km

SIMBOLOGÍA

RASTER FACTOR R
MJ.mm/(ha.h)

- ≤ 275,8686
- 275,8686 - 437,6843
- 437,6843 - 599,5001
- 599,5001 - 761,3158
- 761,3158 - 923,1316
- 923,1316 - 1084,9473
- 1084,9473 - 1246,7631
- 1246,7631 - 1408,5788
- 1408,5788 - 1570,3946
- > 1570,3946

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.14 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Williams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 \text{ orgC}}{\text{orgC} + \exp[3.72 - 2.95 \text{ orgC}]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

orgC = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 43.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
ND	38.9	17.6	43.6	1.57
BK	81.6	6.8	11.7	0.44
ZG	47.8	8.5	43.8	0.38

Tabla 44.-Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
ND	0.20008193	0.68806327	0.8009555	0.9999114	0.11025699	0.01452085
BK	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.10542552	0.01388454
ZG	0.20000412	0.57979594	0.99313101	0.99941937	0.11509817	0.01515843

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)



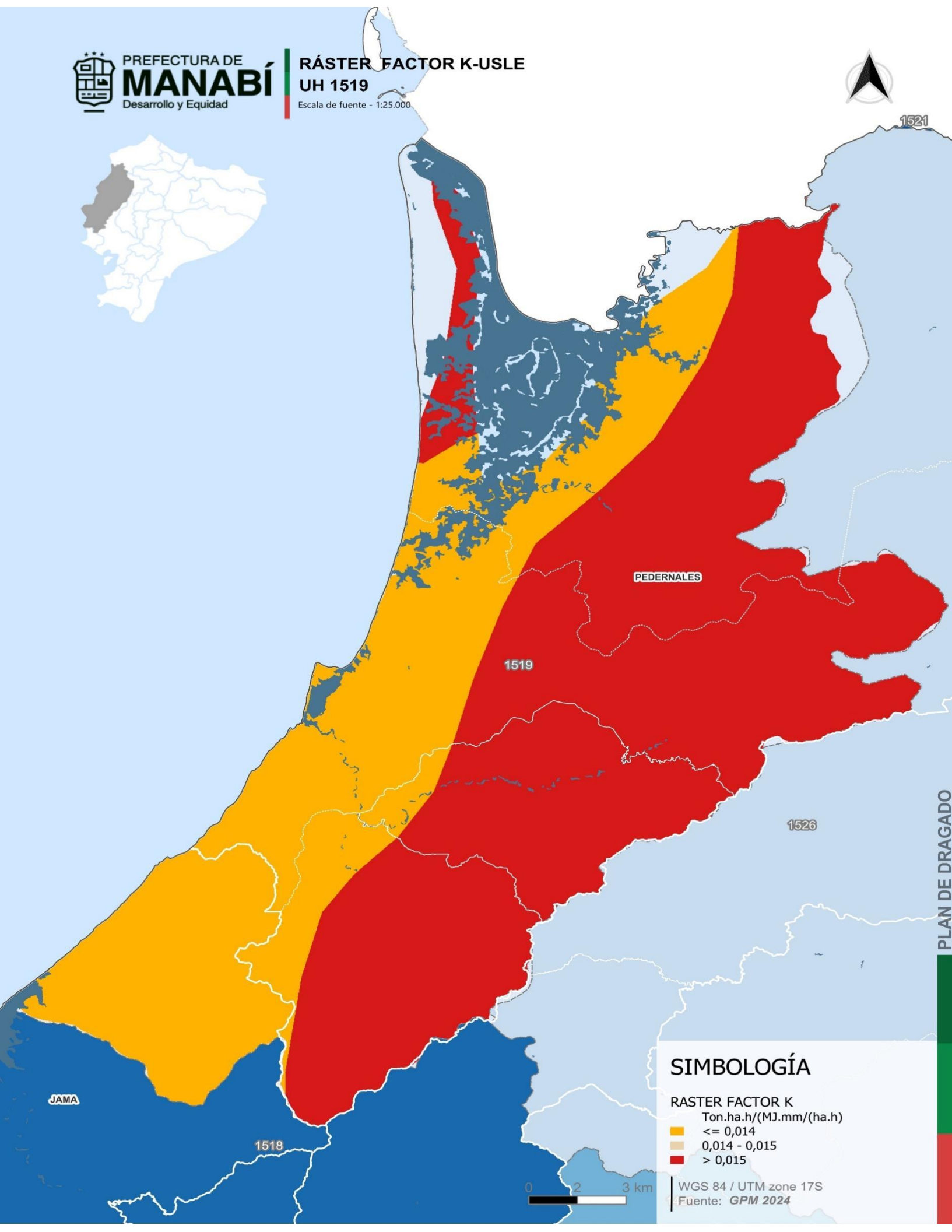
PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UH 1519

Escala de fuente - 1:25.000



1521



PEDERNALES

1519

1526

JAMA

1518

SIMBOLOGÍA

RASTER FACTOR K
Ton.ha.h/(MJ.mm/(ha.h))

- ≤ 0,014
- 0,014 - 0,015
- > 0,015

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.15 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



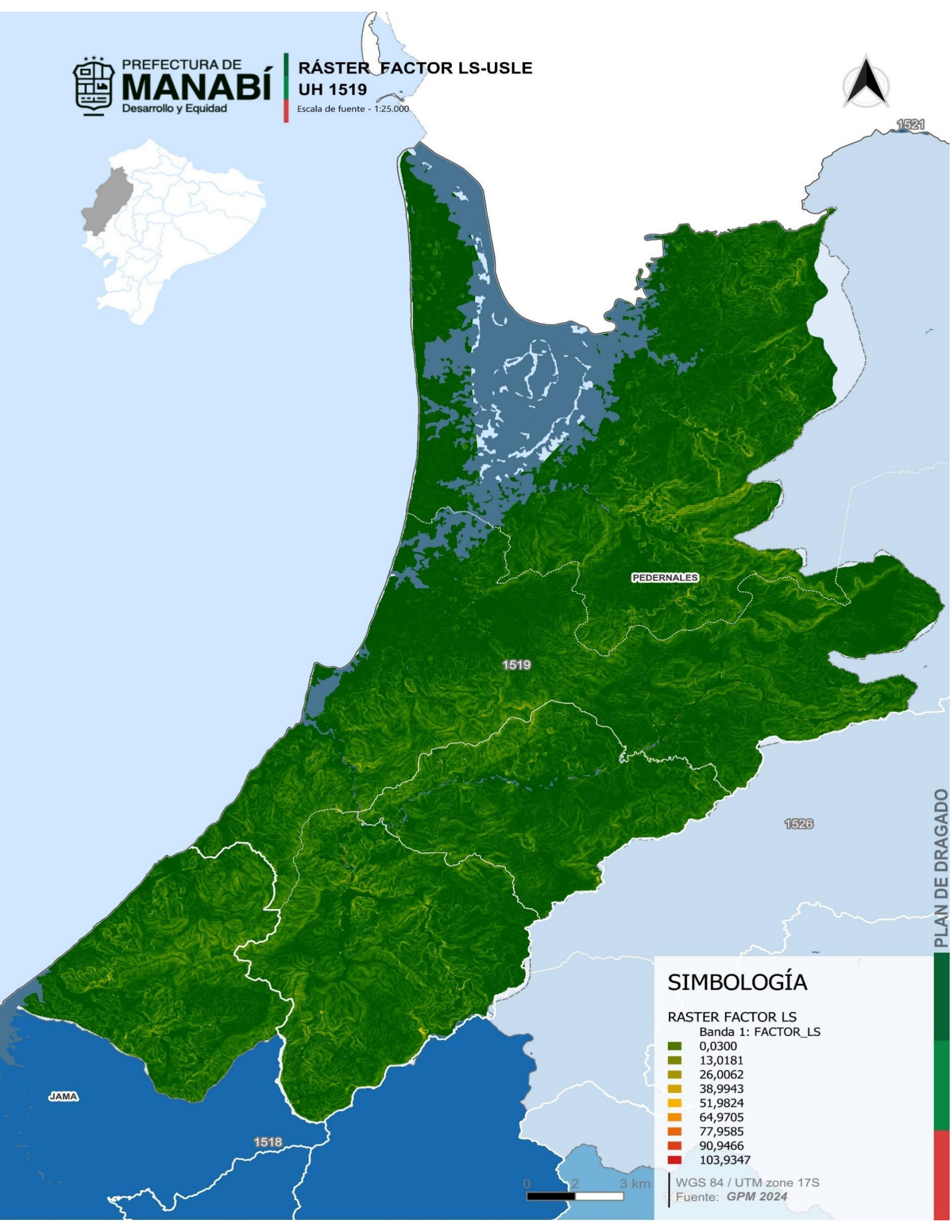
PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR LS-USLE UH 1519

Escala de fuente - 1:25.000



1521



SIMBOLOGÍA

RASTER FACTOR LS
Banda 1: FACTOR_LS

- 0,0300
- 13,0181
- 26,0062
- 38,9943
- 51,9824
- 64,9705
- 77,9585
- 90,9466
- 103,9347

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

2.3.1.1.16 Cálculo del USLE

La *erosión hídrica potencial* (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

$$A = R * K * LS$$



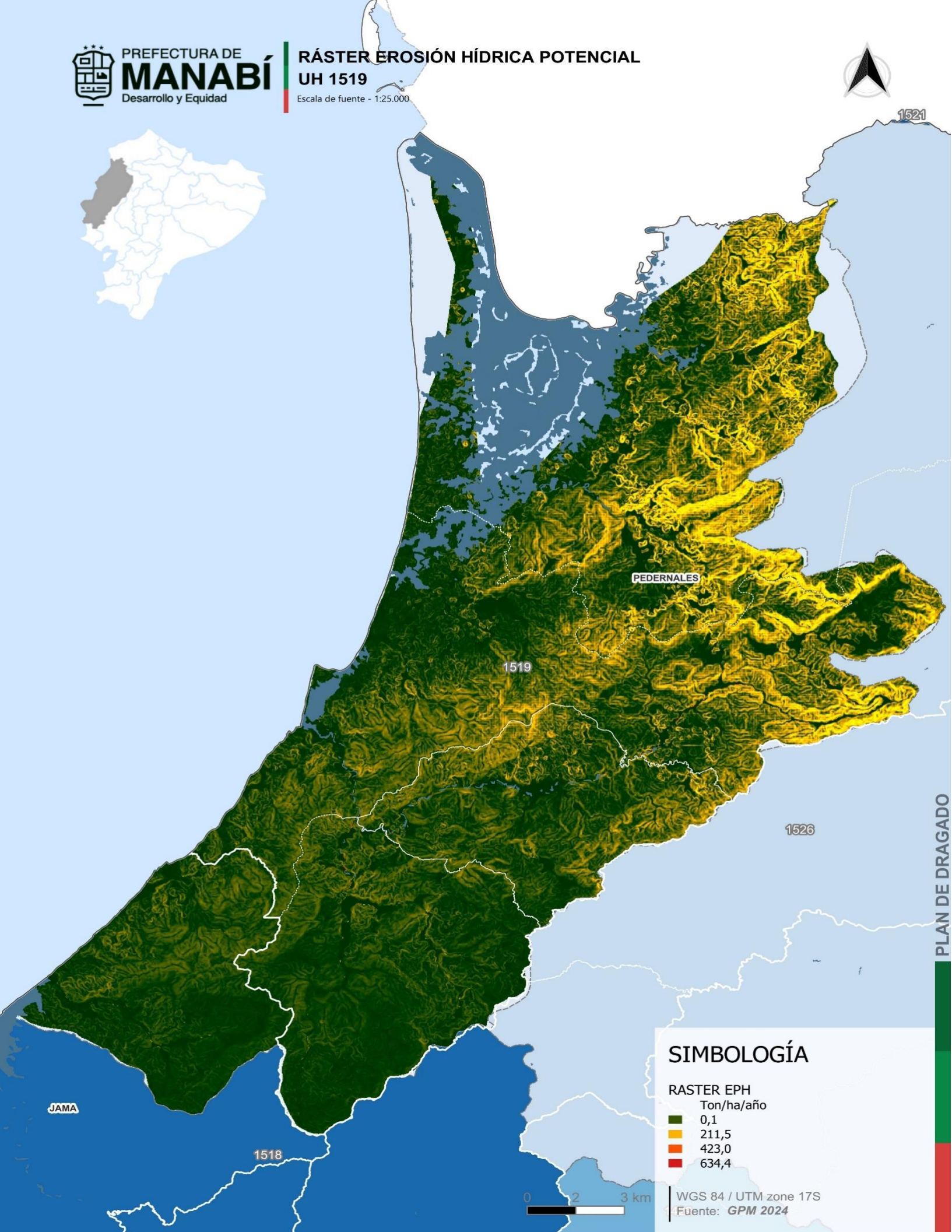
PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1519

Escala de fuente - 1:25.000



1521



SIMBOLOGÍA

RASTER EPH	
	Ton/ha/año
0,1	
211,5	
423,0	
634,4	

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

PLAN DE DRAGADO



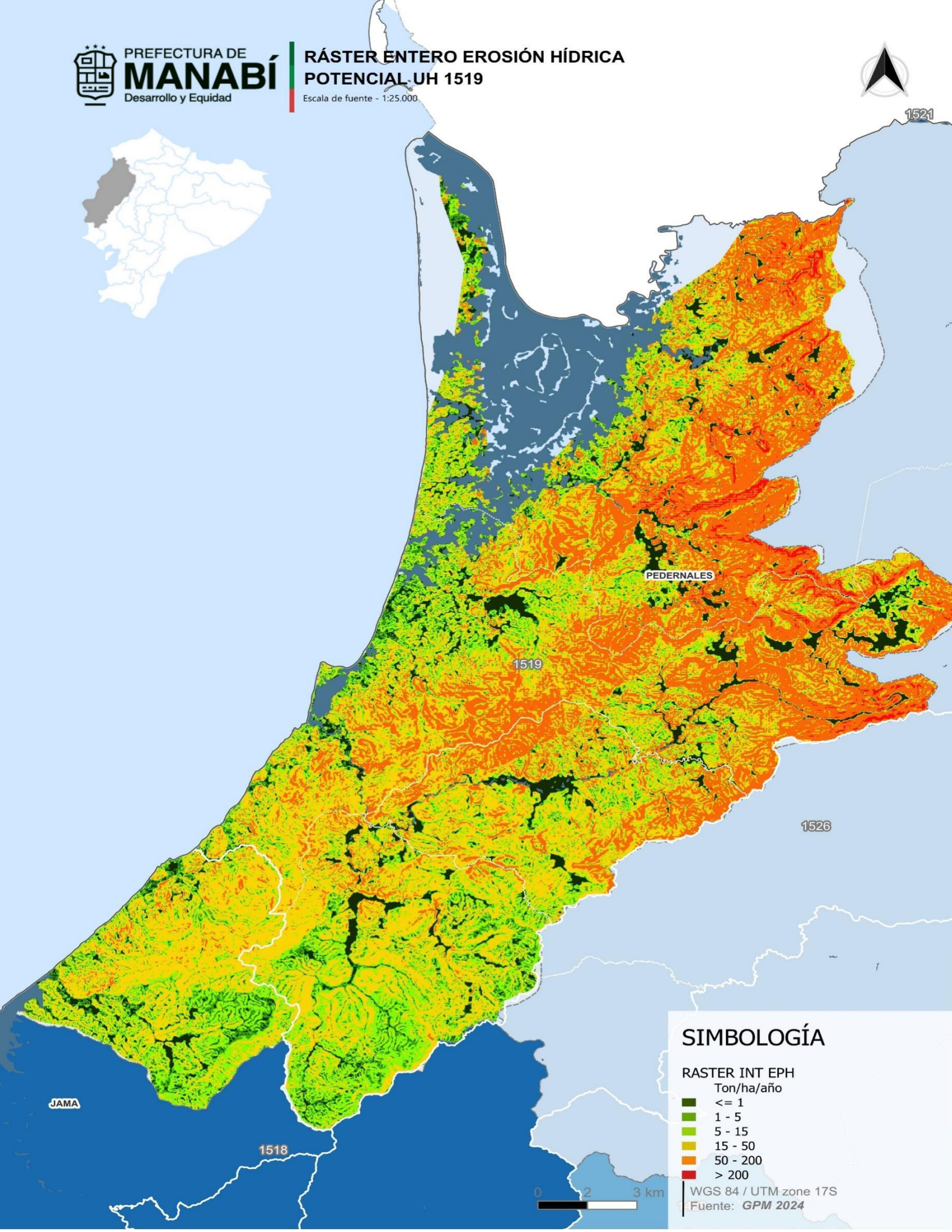
PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1519

Escala de fuente - 1:25.000



1521



PEDERNALES

1519

1526

JAMA

1518

SIMBOLOGÍA

RASTER INT EPH
Ton/ha/año

- <= 1
- 1 - 5
- 5 - 15
- 15 - 50
- 50 - 200
- > 200

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: GPM 2024

0 2 3 km

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos que se muestran a continuación:

Tabla 45. - Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

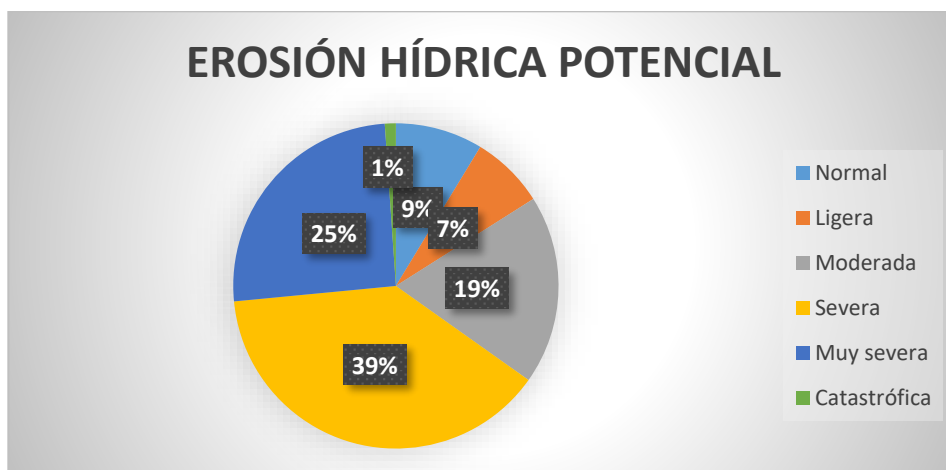
El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 113.30 y 1736.05 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas norte de Coaque.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0.013885 – 0.015158 ton.ha.h/ (MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 430.86.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Coaque se encuentra en los límites de 0.05 y 2516.29 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica. En la Figura 8 y en la tabla 5 se indican los porcentajes de afectación de la EHP según dicha clasificación.

Ilustración 9.-Distribución porcentual de a EHP



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

Tabla 46.-Clasificación de la erosión hídrica Coaque

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	128.72167	8.69
Ligera	108.67126	7.33
Moderada	278.605298	18.80
Severa	572.906798	38.66
Muy severa	376.8124269	25.43
Catastrófica	16.19428004	1.09

Los valores críticos de la EHP (severa y muy severa) alcanzan un total del 38.66 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “15 – 50 t/ha/año” a “50 – 200 t/ha/año” en un 25.43 % de la cuenca significando una erosión.

2.3.1.1.17 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca del Río Coaque intervenidos por el GADPM

Tabla 47.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS	MONTO INVERSIÓN
2021	8,77	444,49	2%	975	\$ 69.690,80
2022	0,26	444,49	0%	50	\$ 5.969,75
2023	4,77	444,49	1%	1240	\$ 67.021,45
2024	0,40	444,49	0%	410	\$ 10.368,00
TOTAL GENERAL	14,20	444,49	3%	2675	153.050,00

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

Durante el período 2021-2024, las intervenciones de dragado mecánico en la cuenca Jama cubrieron un total de 14.20 km de los 444.49 km disponibles, representando el 3% de la longitud total. Las inversiones totales ascendieron a \$153,050.00, beneficiando a 2675 familias. En 2021, se intervinieron 8.77 km (2%), beneficiando a 975 familias con una inversión de \$69,690.80. En 2022 y 2024, las intervenciones fueron mínimas, cubriendo 0.26 km y 0.40 km respectivamente, con beneficios limitados para 50 y 410 familias y menores inversiones de \$5,969.75 y \$10,368.00. El año 2023 vio una intervención más significativa de 4.77 km (1%), beneficiando a 1240 familias con una inversión de \$67,021.45.

Estas intervenciones han mejorado la infraestructura hídrica de la cuenca, facilitando un mejor flujo de agua y reduciendo riesgos de inundaciones. Aunque la longitud intervenida es modesta, las acciones han generado beneficios tangibles para las familias locales, mejorando sus condiciones de vida y seguridad hídrica. Las inversiones en dragado mecánico han contribuido a un manejo más eficiente de los recursos hídricos y al desarrollo socioeconómico sostenible en la región.

2.3.1.1.18 Unidad Hidrográfica 1518 – Río Jama

La unidad hidrográfica 1518 o también conocida como la cuenca del Río Jama con un área total de 137205,24 hectáreas y población de 96.423 habitantes, se encuentra localizada en la parte norte de la provincia de Manabí. Comparte territorio con el cantón Chone, el cantón Jama y el cantón Sucre siendo los cantones con mayor porcentaje de la cuenca. Otros cantones como Flavio Alfaro, Pedernales y San Vicente también toman parte de la cuenca que tiene como principal afluente el Río Jama, que a su vez es alimentado por una serie de ríos menores, como el Río Mariano, Río Convento y Río Zapallo. La cuenca posee alrededor de 13,18% del área considerada como bosques, mientras que el 85,18% se encuentra caracterizada como suelo con características agropecuarias.

Tabla 48.-Datos predominantes de la Cuenca Río Jama

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	137205,24	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	N/A	Hectáreas	N/A
HABITANTES	96.423	Familias	N/A
CAUDAL	258,5	m ³ /s	N/A

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

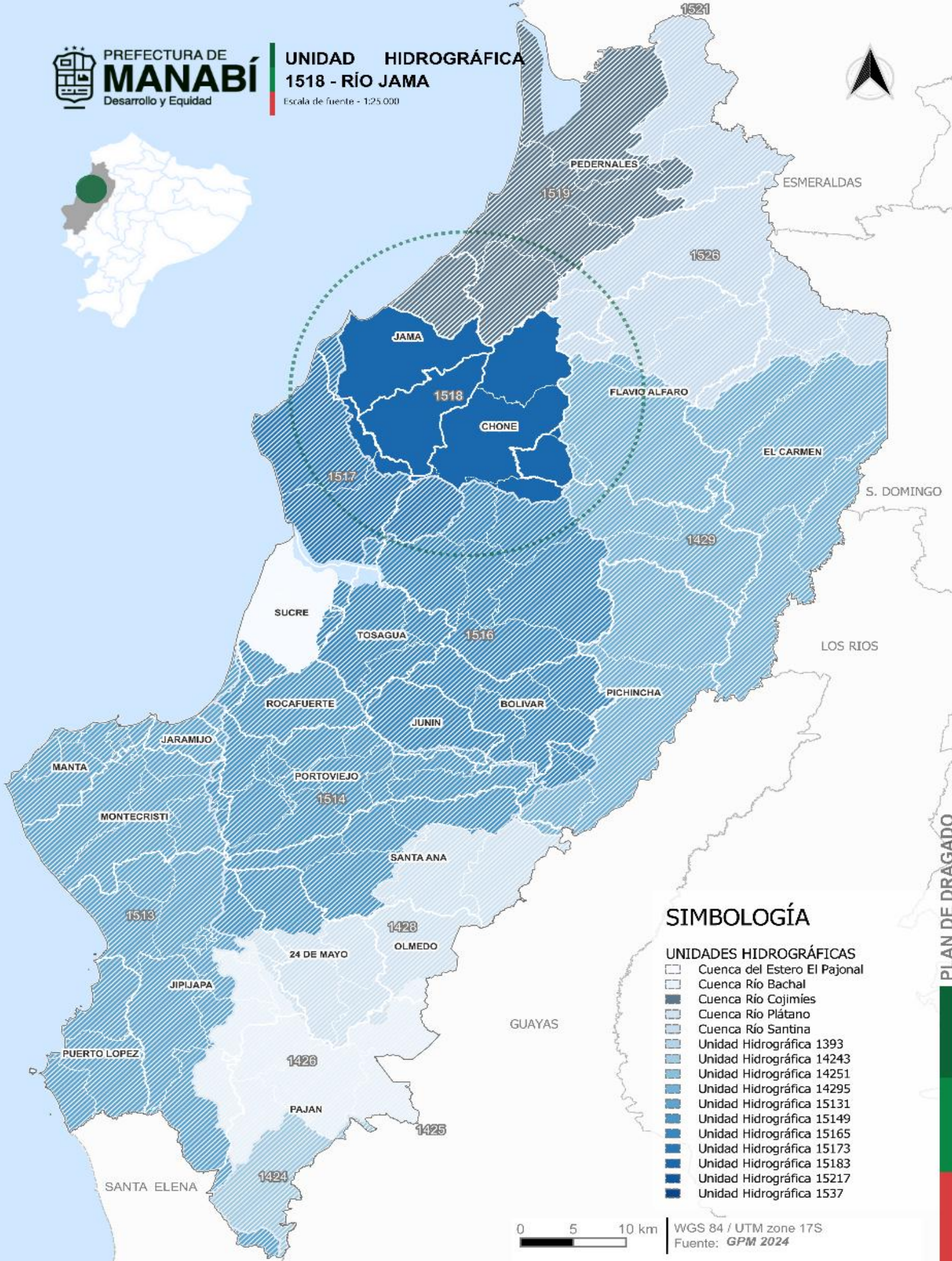
La cuenca hidrográfica 1518 - Jama, situada en la provincia de Manabí, abarca una superficie total de 137,205.24 hectáreas. Actualmente, no se han identificado áreas protegidas dentro de esta unidad hidrográfica. La población residente en esta cuenca es de 96,423 familias. El caudal de los ríos que la atraviesan es de 258.5 metros cúbicos por segundo (m³/s). Estos datos son fundamentales para la planificación y gestión de los recursos hídricos, así como para la toma de decisiones estratégicas en términos de desarrollo y conservación ambiental en la región.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1518 - RÍO JAMA

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- UNIDADES HIDROGRÁFICAS**
- Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimies
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

2.3.1.1.19 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca del Río Jama intervenidos por el GADPM

Tabla 49.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DISPONIBLE PARA DRAGADO (KM)	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIARIAS	MONTO DE INVERSIÓN
2021	5,92	441,88	1%	1995	\$ 77.044,10
2022	19,99	441,88	5%	902	\$ 119.796,93
2023	28,32	441,88	6%	2602	\$ 325.930,98
2024	7,61	441,88	2%	300	\$ 27.680,31
TOTAL GENERA	61,8	441,8	14%	5799	550.452,3

Fuente: (ET PDM GADPM, 2023-2027)

Durante el período 2021-2024, se llevaron a cabo intervenciones de dragado mecánico en la cuenca Jama, abarcando un total de 61.85 km de los 441.88 km disponibles para dragado, lo que representa el 14% de la longitud total. Estas acciones beneficiaron a 5799 familias y requirieron una inversión total de \$550,452.32. Los años de mayor actividad fueron 2022 y 2023, con 19.99 km y 28.32 km intervenidos respectivamente, impactando positivamente a 3504 familias en conjunto y con inversiones de \$119,796.93 y \$325,930.98.

Estas intervenciones han tenido un impacto significativo en la mejora de la infraestructura hídrica de la cuenca, optimizando el flujo de agua y reduciendo el riesgo de inundaciones. Además, han promovido beneficios económicos y sociales, generando empleo y mejorando las condiciones de vida y seguridad hídrica de las familias locales.

2.3.1.1.20 Sedimentos de la cuenca del río Jama

2.3.1.1.21 Características del área de estudio

2.3.1.1.22 En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Jama con una superficie de 1372.05 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Pedernales, Flavio Alfaro, Chone y San Vicente en la parte centro occidental del Ecuador

2.3.1.1.23 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

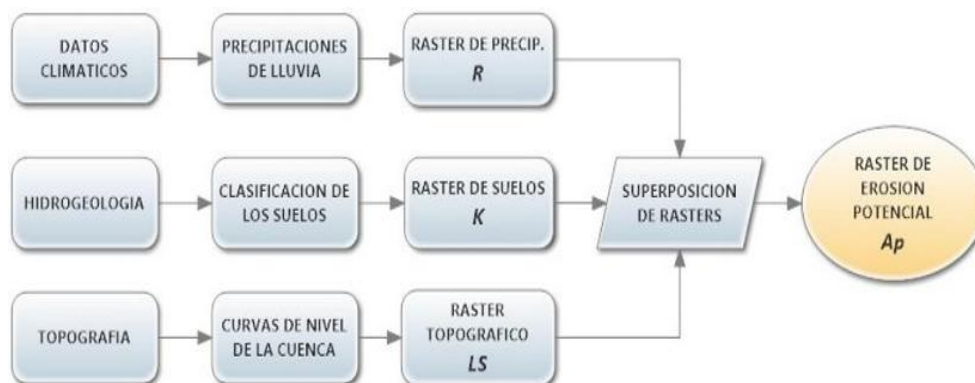
Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 10.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

2.3.1.1.24 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978 [Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo. La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM

Tabla 50.-Valores anuales medios a largo plazo del factor *RUSLE*

Nº	Código de Estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

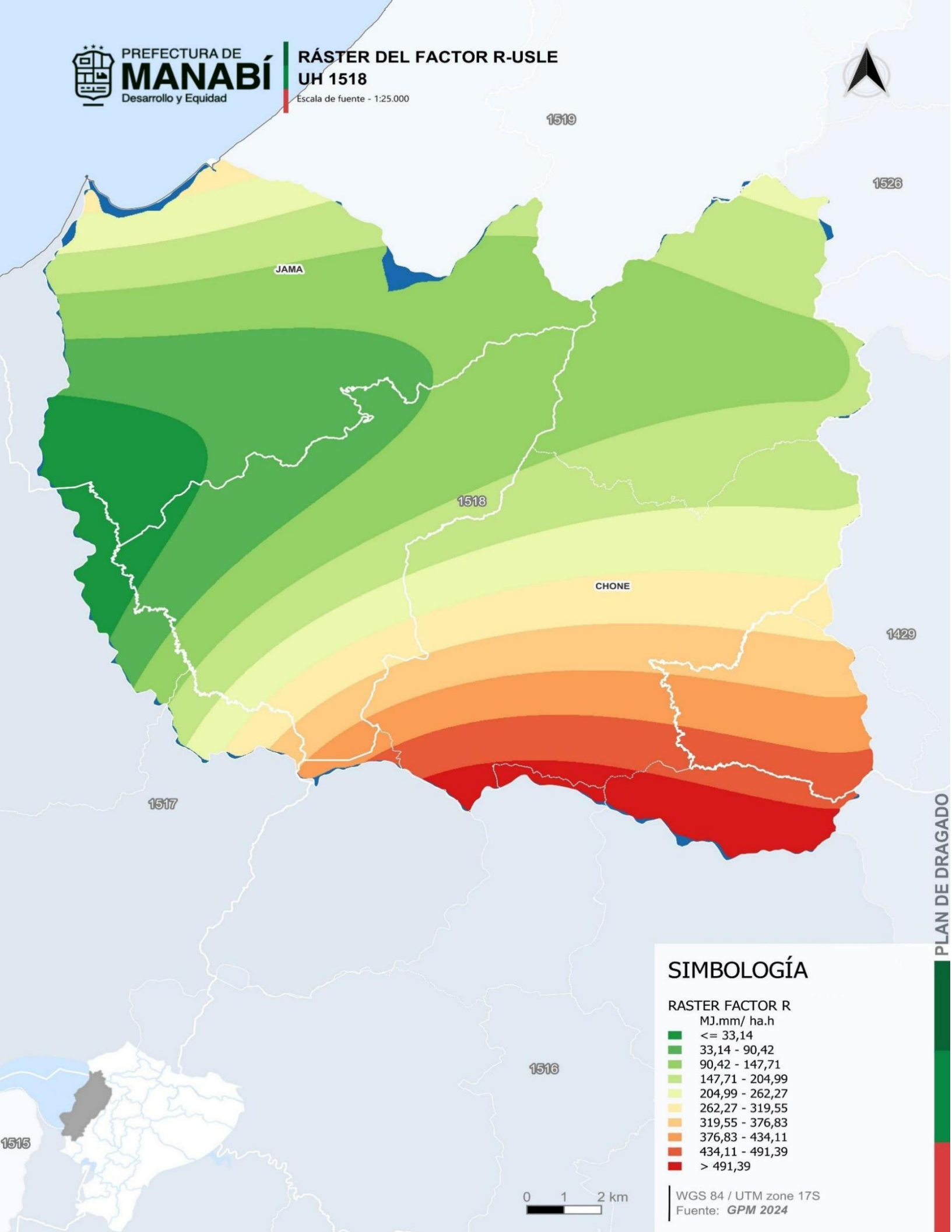
Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del Factor R.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER DEL FACTOR R-USLE UH 1518

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER FACTOR R

MJ.mm/ ha.h

- $\leq 33,14$
- 33,14 - 90,42
- 90,42 - 147,71
- 147,71 - 204,99
- 204,99 - 262,27
- 262,27 - 319,55
- 319,55 - 376,83
- 376,83 - 434,11
- 434,11 - 491,39
- $> 491,39$

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: *GPM 2024*

2.3.1.1.25 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Wiliams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomados del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations)[Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 51.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
ND	38.9	17.6	43.6	1.57
BK	81.6	6.8	11.7	0.44

Tabla 52. - Cálculos determinación de Factor K

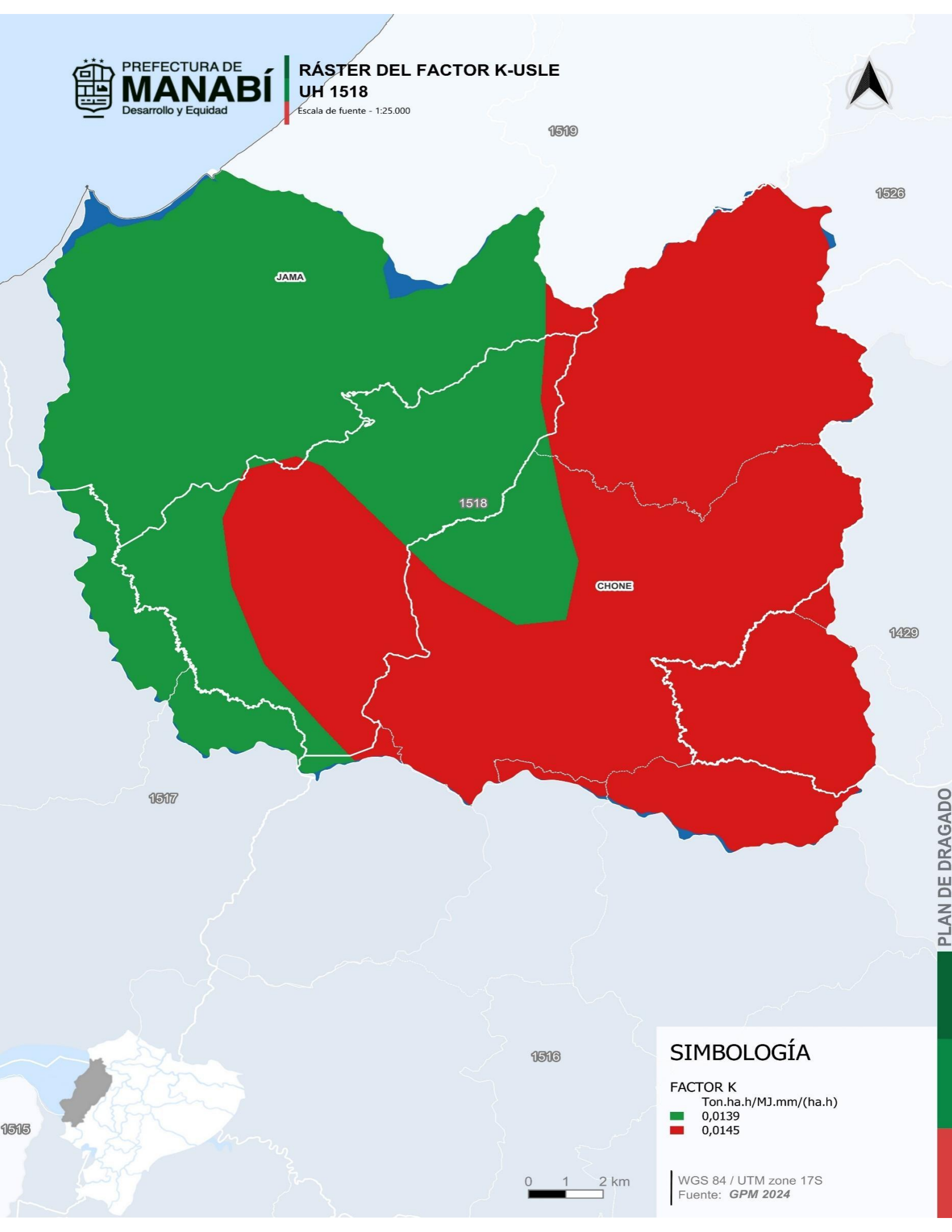
Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
ND	0.20008193	0.68806327	0.8009555	0.9999114	0.11025699	0.01452085
BK	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.10542552	0.01388454



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER DEL FACTOR K-USLE UH 1518

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR K

Ton.ha.h/MJ.mm/(ha.h)

0,0139

0,0145

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: **GPM 2024**

2.3.1.1.26 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER DEL FACTOR LS-USLE UH 1518

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER FACTOR LS

0,0300
25,9159
51,8019
77,6878
103,5738
129,4597
155,3457
181,2316
207,1176

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

Cálculo del USLE

La erosión

hídrica potencial (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

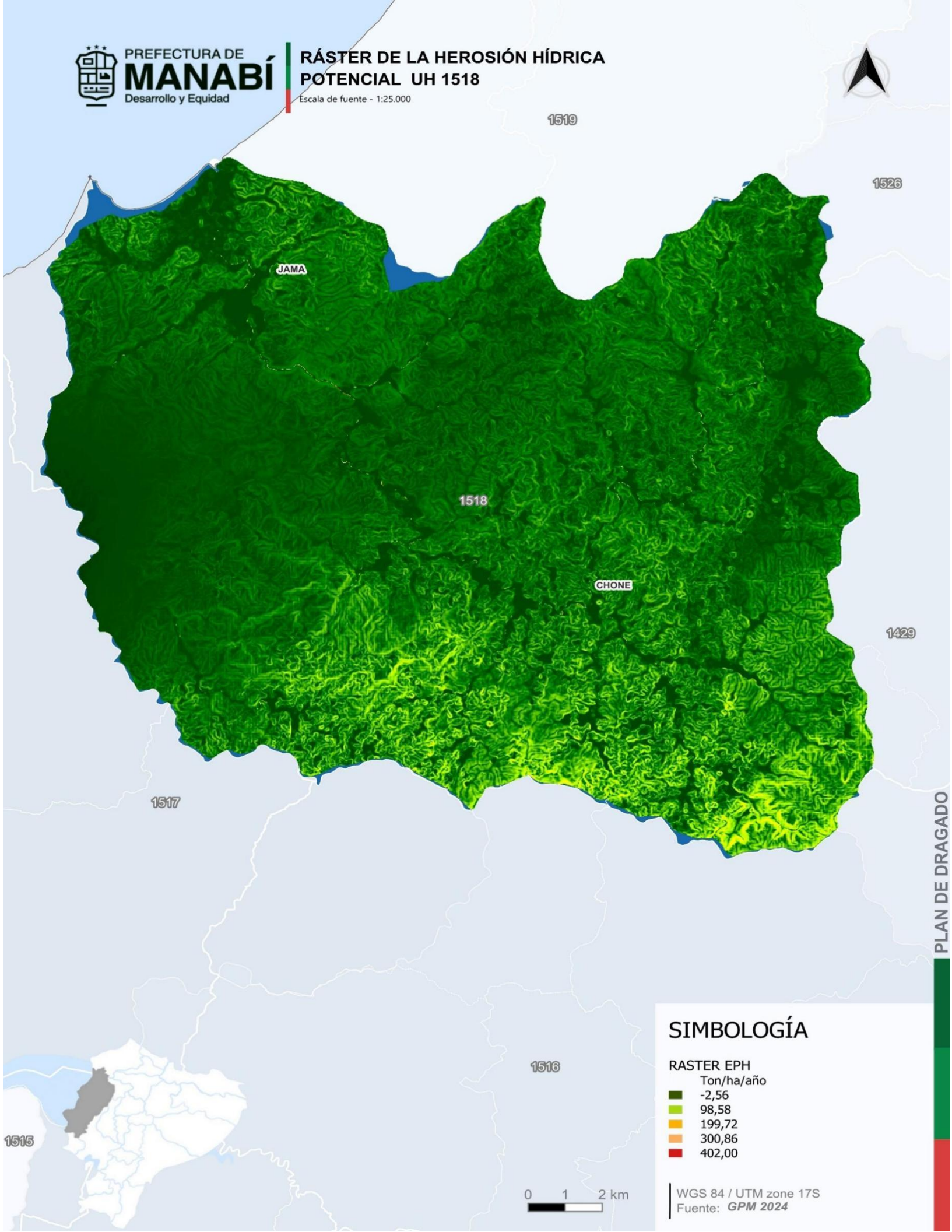
$$A = R * K * LS$$



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER DE LA HEROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1518

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER EPH	
Ton/ha/año	
	-2,56
	98,58
	199,72
	300,86
	402,00

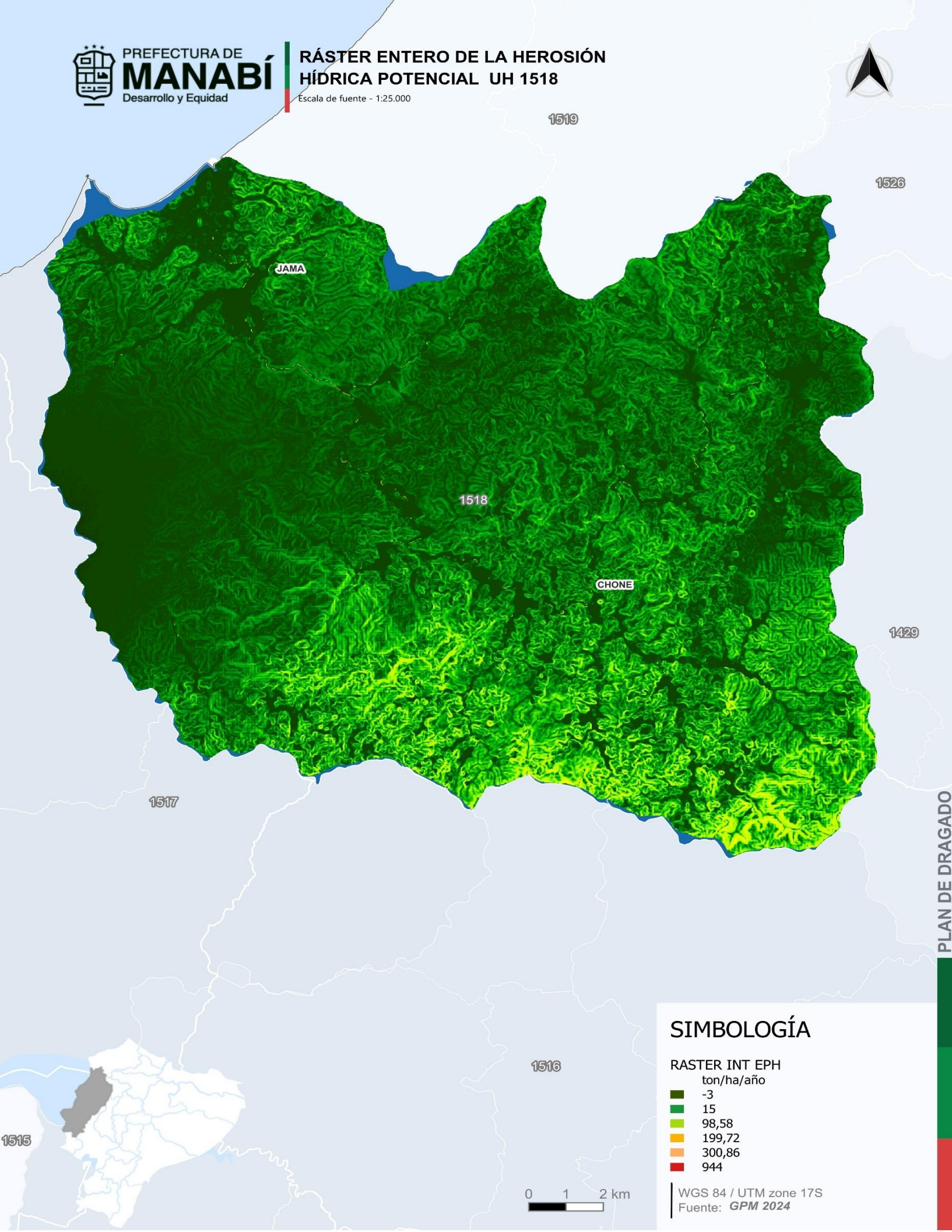
WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO DE LA HEROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1518

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER INT EPH
ton/ha/año

- 3
- 15
- 98,58
- 199,72
- 300,86
- 944

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos de la Tabla 53.

Tabla 53.- Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 49.49 y 551.50 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de jama.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0.013885 – 0.014521 ton.ha.h/ (MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 1017.78.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Jama se encuentra en los límites de 4.41 y 944.65 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica.

Ilustración 11.- Distribución porcentual de a EHP

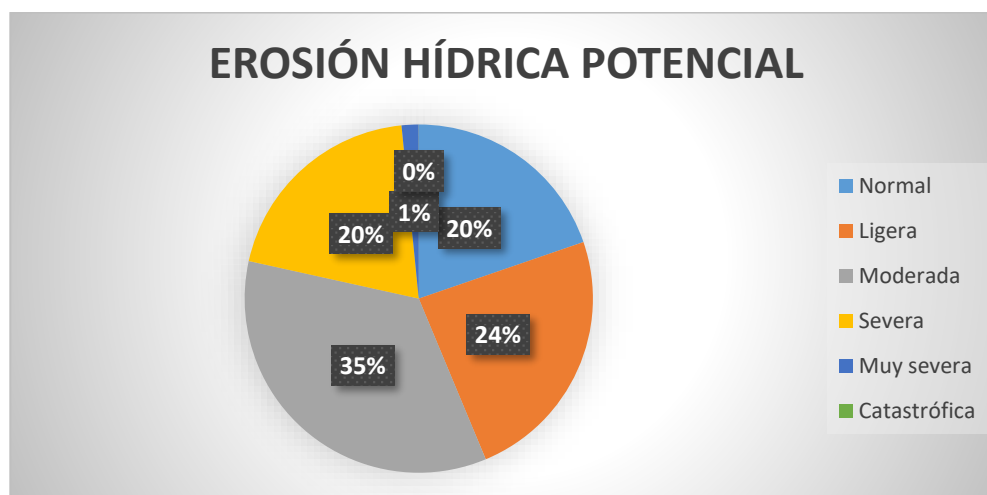


Tabla 54.- Clasificación de la erosión hídrica Jama

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	269.1826186	19.74
Ligera	327.037688	23.98
Moderada	473.945976	34.75
Severa	272.1725788	19.96
Muy severa	21.45409807	1.57
Catastrófica	0.12561631	0.01

Los valores críticos de la EHP (moderada y ligera) alcanzan un total del 34.75 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “0.5 – 5 t/ha/año” a “5 – 15 t/ha/año” en un 23.98 % de la cuenca significando una erosión, por otro lado, se puede observar en la tabla 5 que hay dos valores representativos con un porcentaje de 23.98 y 34.75.

Unidad Hidrográfica 1517-Río Briceño

La unidad hidrográfica 1517 o también conocida como la cuenca del Río Briceño con un área totalde 83096,38 hectáreas y población de 96.423 habitantes. Concentra su mayor cantidad de área dentro del cantón San Vicente, compartiendo en la zona este con Chone y al sur con Jama. La unidadhidrográfica 1517 posee hectáreas aptas para las actividades agro-productivas, como la agricultura, ganadería, piscicultura, etc., esta área representa al 65,76% de la cuenca.

Una relación existente entre el tipo de suelo de la unidad hidrográfica es la cobertura vegetal por parte de los bosques que se asientan en la misma, tal es el caso del suelo tipo Franco Arcillo Arenoso, que ocupa el 33% de del área total de la unidad hidrográfica, y se localiza en orientaciones similares.

Tabla 55.-Datos Predominantes de la cuenca Río Briceño

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	83096,38	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	N/A	Hectáreas	N/A
HABITANTES	96.423	Familias	N/A
CAUDAL	305,98	m3/s	N/A

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

2.3.1.1.27 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

Tabla 56.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD PARA DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO DE INVERSIÓN
2020	2,50	342,93	1%	450	\$ 2.380,00
2021	1,00	342,93	0%	40	\$ 3.263,76
2022	0,03	342,93	0%	30	\$ 2.187,00
2023	10,70	342,93	3%	523	\$ 107.139,05
TOTAL GENERAL	14,23	342,93	4%	1043	\$ 114.969,81

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

El análisis técnico de los datos de intervenciones con dragado mecánico en la cuenca Briceño muestra que, entre 2020 y 2023, se intervinieron un total de 14,23 kilómetros de un total de 342,93 kilómetros disponibles para dragado, representando solo el 4% de la longitud total. La mayor intervención ocurrió en 2023, con 10,70 kilómetros dragados, lo cual constituye el 3% del total y beneficiando a 523 familias. Este año también vio la mayor inversión, con un monto de \$107.139,05, significativamente mayor en comparación con los años anteriores.

Las intervenciones previas fueron menores, con 2,50 kilómetros en 2020, 1,00 kilómetros en 2021, y 0,03 kilómetros en 2022, beneficiando a 450, 40, y 30 familias respectivamente. Las inversiones en esos años fueron relativamente bajas, especialmente en 2020 y 2022, con \$2.380,00 y \$2.187,00 respectivamente.

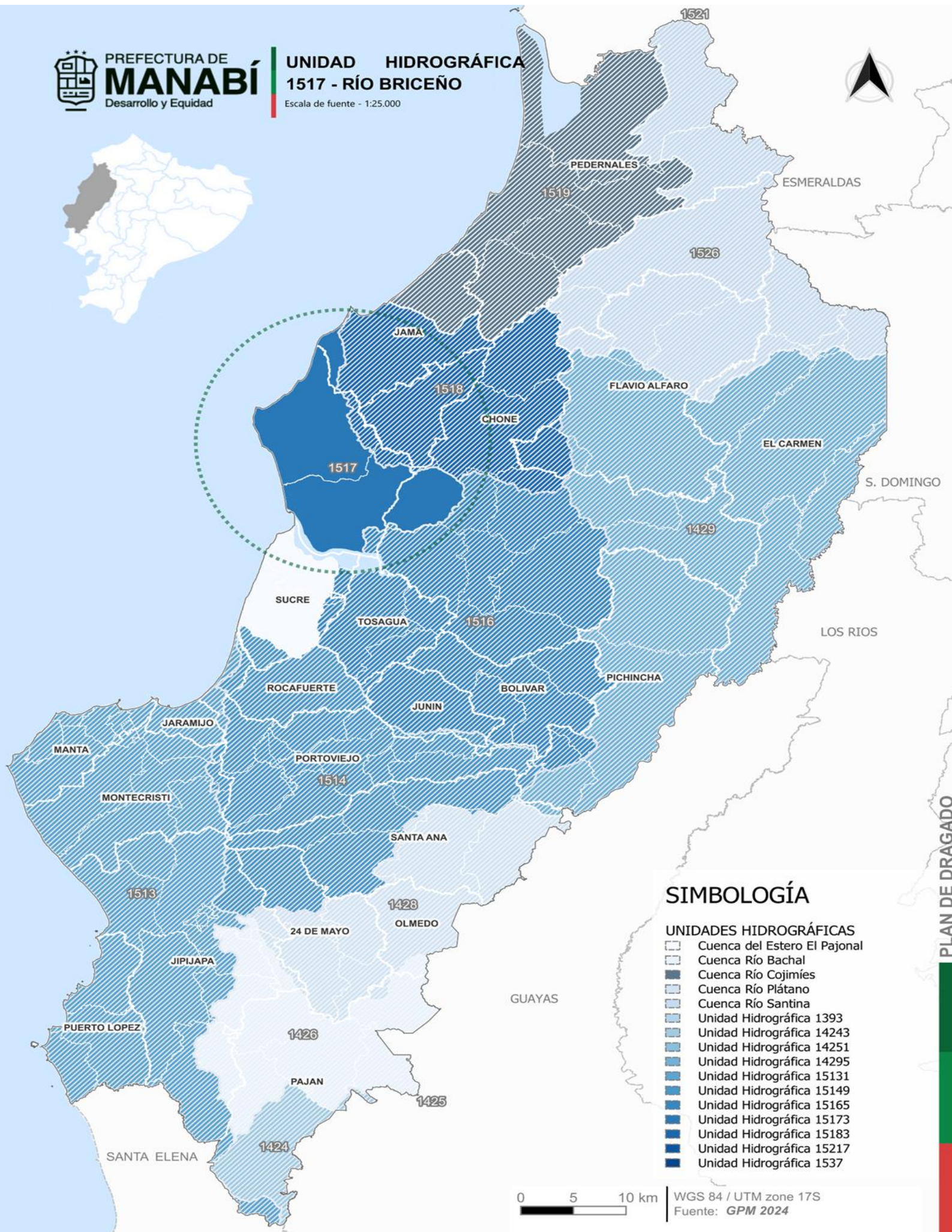
En términos de contribución al territorio, estas intervenciones han proporcionado mejoras directas a un total de 1043 familias, principalmente concentradas en el último año del período analizado. El incremento significativo en la longitud intervenida y en la inversión en 2023 sugiere un esfuerzo concentrado y posiblemente una respuesta a una mayor necesidad de dragado mecánico en esa área. Aunque el porcentaje de longitud intervenida es relativamente pequeño (4%), la variabilidad en el alcance anual de las intervenciones y el impacto económico señala un enfoque estratégico que prioriza ciertas áreas y momentos, posiblemente basándose en evaluaciones de necesidad y disponibilidad de recursos.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1517 - RÍO BRICEÑO

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- UNIDADES HIDROGRÁFICAS**
- Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimíes
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

Sedimentos de la cuenca del Río Briceño

Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Briceño con una superficie de 830.963849 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Jama, Chone y Sucre en la parte centro occidental del Ecuador.

2.3.1.1.28 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

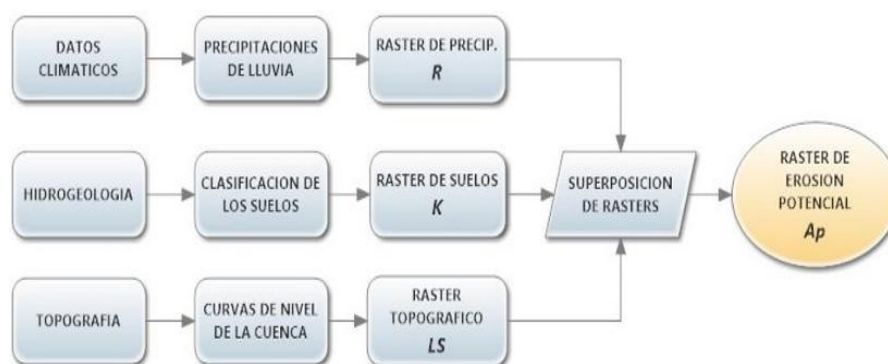
Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (*R*, *K*, *LS*, *C*, *P*), siendo necesario entrar en contacto con instituciones

encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 12.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM, 2023-2027)

2.3.1.1.29 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978[Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la

intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 57.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

N°	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del Factor R.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-USLE UH 1517

Escala de fuente - 1:25.000

1519



JAMA

1518

SAN VICENTE 1517

1515

SUCRE

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

FACTOR R

MJ.mm/ (ha.h)

	<= -194,0000
	-194,0000 - -118,0000
	-118,0000 - -52,1300
	-52,1300 - 17,5200
	17,5200 - 96,6800
	96,6800 - 185,3300
	185,3300 - 280,3100
	280,3100 - 368,9600
	368,9600 - 451,2800
	451,2800 - 612,7400

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.30 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Williams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp [-5.51 + 22.9 (1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (DigitalSoil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations)[Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 58.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
ND	38,9	17,6	43,6	1,57
BK	81,6	6,8	11,7	0,44
VP	25,1	12,2	62,7	0,68
BK	81,6	6,8	11,7	0,44

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

Tabla 59.-Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
ND	0,20008193	0,68806327	0,8009555	0,9999114	0,11025699	0,01452085
BK	0,2	0,74062975	0,99060501	0,71847898	0,10542552	0,01388454
VP	0,20106407	0,58018087	0,97271759	0,99999539	0,11347042	0,01494405
BK	0,2	0,74062975	0,99060501	0,71847898	0,10542552	0,01388454

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UH 1517

Escala de fuente - 1:25.000

1519



JAMA

1518

SAN VICENTE 1517

1515

SUCRE

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

FACTOR K
Ton.ha.h/(MJ.mm/(ha.h))

- 0,013
- 0,014
- 0,015

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

2.3.1.1.31 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3(\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.

Cálculo del USLE La erosión hídrica potencial (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR LS-USLE UH 1517

Escala de fuente - 1:25.000

1519



JAMA

1518

SAN VICENTE 1517

1515

SUCRE

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

F LS

FACTOR LS

	<= 0,3000
	0,3000 - 1,9000
	1,9000 - 4,4100
	4,4100 - 7,5300
	8,7913 - 10,6600
	10,6600 - 20,6500
	20,6500 - 33,7700
	33,7700 - 56,2500
	56,2500 - 91,2200
	> 91,2200

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1517

Escala de fuente - 1:25.000

1519



JAMA

1518

SAN VICENTE 1517

1515

SUCRE

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

RASTER EPH

Ton/ha/año

- $\leq -214,00$
- $-214,00 - -8,72$
- $-8,72 - 5,63$
- $5,63 - 24,77$
- $24,77 - 53,47$
- $53,47 - 263,97$
- $> 263,97$

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024



JAMA

1518

SAN VICENTE 1517

1515

SUCRE

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

RASTER INT EPH

Ton/ha/año
<= -214,00
-214,00 - -8,72
-8,72 - 5,63
5,63 - 24,77
24,77 - 53,47
53,47 - 263,97
> 263,97

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos de la Tabla 60.

Tabla 60. - Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 17.52 y 612.74 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de Briceño.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0,01388454 – 0,01452085 ton.ha.h/ (MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 159.29.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del rio Briceño se encuentra en los límites de 5.63 y 1005.49 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica.

Ilustración 13.-Distribución porcentual de a EHP

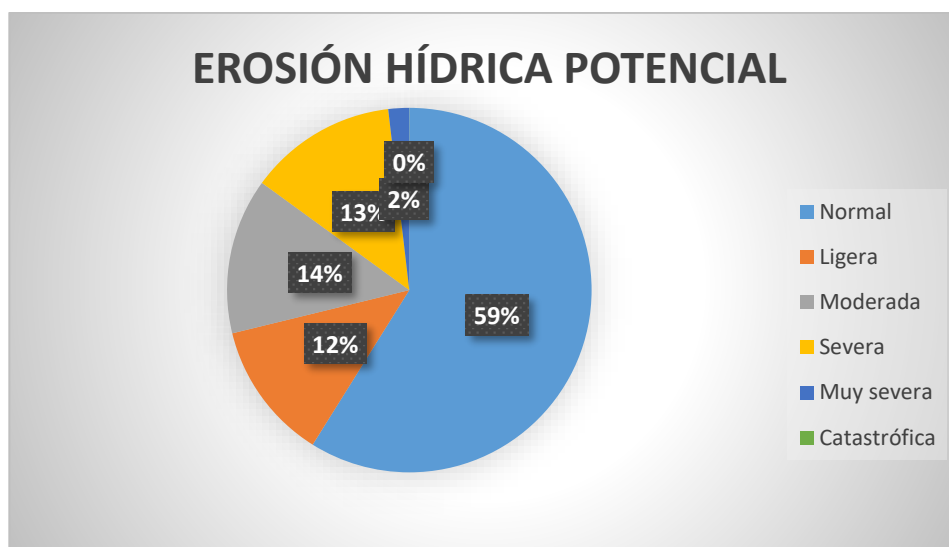


Tabla 61. - Clasificación de la erosión hídrica Briceño

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	435,0005364	58,89
Ligera	90,81183	12,29
Moderada	102,123142	13,83
Severa	97,02983919	13,14
Muy severa	13,59869629	1,84
Catastrófica	0,075954049	0,01

Los valores críticos de la EHP (normal y moderada) alcanzan un total del 58.89 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “<0.5 t/ha/año” a “5 – 15 t/ha/año” en un 13.89 % de la cuenca significando una erosión, por otro lado, se puede observar en la tabla 5 que hay dos valores representativos con un porcentaje de 58.89 y 13.83.

2.3.1.1.32 Unidad Hidrográfica 1516 Rio Chone

La unidad hidrográfica 1516 o conocida también como la Cuenca del Rio Chone, es una de las unidades hidrográficas más grande de Manabí con 273454,14 hectáreas y con 81923,18 hectáreas de áreas protegidas y la primera cuenca exorreica de mayor área de la provincia. Chone se convierte en el cantón con mayor área con respecto a otros cantones sobre la cuenca, seguido del cantón Bolívar, poseyendo el 22% del área total de la unidad hidrográfica con un total de 323.928 habitantes. El Rio Chone es el río más caudaloso que posee la cuenca, en la unión del Rio Grande y una serie de importantes esteros forman la represa Rio Grande en el norte de la cuenca. Al sur, la unión del Rio Carrizal, el Rio Bejucoy el Rio Membrillo otorgan el caudal para el embalse La Esperanza.

Otros ríos importantes que aportan caudal al Rio Chone son los ríos Santo y Rancho Viejo, al norte y Rio Masca y Rio Canuto al sur de esta. Por su característica, el suelo de la cuenca del Rio Chone en un 81% es suelo agropecuario, siendo casi 19 mil hectáreas. Los bosques ocupan el 13,84% del área total. La cuenca comprendida entre los cantones Chone, Bolívar y Junín principalmente, posee un suelo con notables características arcillosas con 47,24%, un suelo tipo Franco con el 28,41%. Esta cuenca posee características apropiadas para la explotación agropecuaria.

Tabla 62.-Datos predominantes de la Cuenca Chone

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	273454,14	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	81923,18	Hectáreas	30%
HABITANTES	323.928	Familias	N/A
CAUDAL	403,63	m3/s	N/A

2.3.1.1.33 Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

2.3.1.1.34 Sedimentos de la cuenca del Río Chone

Características del área de estudio

En la cuenca alta de los ríos estudiados existe una gran cantidad de material coluvial productode detritos desprendidos de las laderas adyacentes; que al transportarse a la cuenca media se transforman en suelos aluviales tal como se demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 63.-Factor R en la Cuenca del río Chone

Erosividad	Área (ha)	Porcentaje %
Baja	46,185.7	17.12
Media	93,799.4	34.77
Alta	129,786.6	48.11

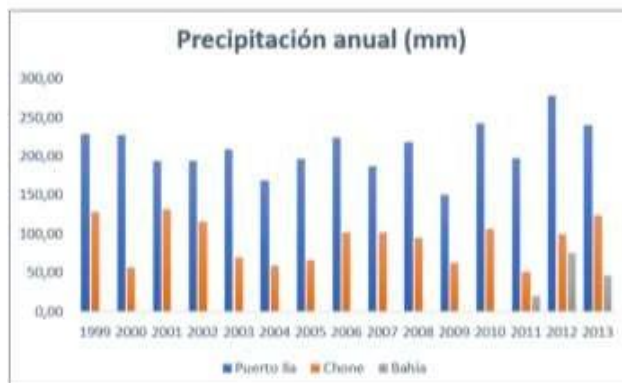
Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)

Factor de erosividad de la lluvia R

A continuación, se detalla los resultados de las precipitaciones de cada mes durante los 10 años de estudio.

Tabla 64.-Datos de precipitación anual de estaciones meteorológicas.

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2027)



Luego de aplicar el Índice Modificado de Fournier y la consiguiente fórmula de erosividad de la lluvia, se determinó espacialmente los valores dentro de la cuenca del Río Chone y Carrizal:

Tabla 65.-Factor R en la Cuenca del río Carrizal y Chone

Erosividad	Área (ha)	Porcentaje %
Baja	46,185.7	17.12
Media	93,799.4	34.77
Alta	129,786.6	48.11

Fuente: (ET PDM GADPM, 2023-2027)

Con la interpolación realizada se pudo determinar que 129,786.62 ha que representa al 48.11% de la superficie de la cuenca presenta un factor R de tipo alto, 93,799.44 ha que equivale al 34.77% tiene un factor R medio y 46,185.7 ha que representa al 17.12% tiene un factor R bajo y que se distribuye espacialmente.

Factor de erodabilidad K

Las texturas del suelo de la cuenca del río Carrizal y Chone se presentan de la siguiente manera:

Tabla 66.-Textura en la Cuenca del río Chone

Textura	Área (ha)	%
Arcillo Arenoso	2,578.26	0.60
Arcillo Limoso	53.65	0.01
Arcilloso	173,168.9	40.52
Arena	510.36	0.11
Franco	94,912.76	22.21
Franco arcillo arenoso	9,960.83	2.33
Franco arcillo limoso	28,015.16	6.55
Franco arcilloso	96,175.52	22.50
Franco limoso	378.89	0.08
No Aplicable	21,542.44	5.04
Total	427,296.77	100

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

Las texturas más predominantes en la cuenca del río Chone son las francas y la arcilla, determinando así el factor de erodabilidad como lo presenta la tabla:

Tabla 67.-Valor de erodabilidad

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

Textura de Suelo	Factor k (t/ha/MJ/ha*mm/hr)
Arcillo Arenoso	0.27
Arcillo Limoso	0.25
Arcilloso	0.13
Arenoso	0.14
Franco	0.44
Franco Arcillo Arenoso	0.33
Franco Arcillo Limoso	0.21
Franco Arcilloso	0.26
Franco Limoso	0.51

Factor K de acuerdo a la clasificación realizada por Piscitelli & Varni, se muestran a continuación en la tabla, en concordancia a los datos obtenidos en la cuenca del río Carrizal y Chone:

Tabla 68.-Factor K de la cuenca del río Chone

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

Erodabilidad	Área (ha)	Porcentaje %
Baja	120,221.03	43.66
Media	65,900.41	23.93
Alta	67,681.84	24.58
No Aplica	21,542.44	7.82

De acuerdo con la fórmula aplicada, los diferentes valores de erodabilidad en la cuenca del Río Chone se presentan de la siguiente manera: el 43.66% de la cuenca presenta suelos con baja erodabilidad, el 23.93% como erodabilidad media, 24.58% como erodabilidad alta mientras que el 7.82% de suelo no aplicable.

Factor de longitud y grado de pendiente (l/s)

Para la longitud y grado de la pendiente, se encontraron valores que van desde máximos de 89.84 grados hasta topografía al nivel del mar de 0 grados. Luego de aplicar la herramienta del factor L/S dentro de la aplicación SAGA Gis se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 69.-Factor L/S en la Cuenca del río Chone

Factor L/S	Área (ha)	%
>5	25,567.4	9.48
5 – 12	103,220.9	38.28
13 – 18	122,602.6	45.46
>18	18,288.66	6.78

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

El 9.48% de la cuenca tiene un factor LS menor a 5, el 38.28% de 5 a 12, El 45.46% de 13 a 18 y el 6.78% del terreno presenta un factor LS mayor a 18, distribuidos espacialmente.

Factor de cobertura y uso de la tierra

En los usos de suelo de tierra agropecuaria, los valores de C fueron de 0.4. Este tipo de suelos tienen un riesgo medio sobre los procesos erosivos. La vegetación arbustiva y herbácea recibe valores de factor C de 0.5, el cual se justifica en estos tipos de suelo por su escasa cobertura sobre el suelo, dejándolo sin protección ante procesos erosivos.

Tabla 70.-Factor C en la Cuenca del río Chone

Factor C	Área (ha)	%
<0.2	79,954.11	1.28
0.2 – 0.5	6'154,197.21	98.64
0.6 - 1	4,648.79	0.07

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

De acuerdo a los resultados el 1.28% de la superficie de la cuenca presenta valores de factorC menores a 0.2, el 98.64% tiene valores de factor C entre 0.2 a 0.5, finalmente el 0.07% dela cuenca cuenta con valores de factor C entre 0.6 a 1.

Resultados del método rusle.

De acuerdo a obtener todos los factores, se puede proceder a ejecutar la fórmula de la ecuación RUSLE, en la cual dan los siguientes datos que se presentan a continuación:

Tabla 71.-Ecuación de RUSLE en la Cuenca del río Carrizal y Chone

RUSLE (t/ha/año)	Área (ha)	%
Erosión muy baja (0 – 5)	108,466.63	40.22
Erosión baja (5 – 10)	106,434.68	39.46
Erosión leve (10 – 25)	54,303.06	20.13
Erosión moderada (25 – 50)	502.07	0.19
Erosión grave (50 – 100)	8.2	0.003

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

Las categorías más representativas son de erosión muy baja y baja con el 40.22% y el 39.46% respectivamente, a pesar de esto se presenta en un 20.13% de la cuenca erosión leve, un 0.19% de erosión moderada y en 59 un porcentaje de 0.003% de erosión grave.

Capacidad de transporte de sedimentos

De acuerdo a la fórmula de capacidad de transporte se utilizaron las capas de los factores R,K y LS que se obtuvieron para el cálculo de la ecuación RUSLE.

Aplicando la fórmula para ambas capas se obtiene el valor de la capacidad de transporte de suelo de la cuenca del río Chone y se realiza la correspondiente reclasificación.

Tabla 72.-Capacidad de transporte de sedimentos en la Cuenca del río Chone

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

TC (kg/m/año)	Área (ha)	%
<1	200,190.05	74.23
1 – 2	48,271.35	17.90
>2	21,236.93	7.87

La capacidad de transporte de sedimentos en la cuenca del río Chone se diferencia en 3 clases, los valores inferiores a 1 representan el 74.23% de la superficie, los valores entre 2 y 3 representan el 17.90% y por último los valores mayores a 2 ocupan un 7.87%

2.3.1.1.35 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

El Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Chone (2019) menciona que “El cantón Chone presenta 3 niveles susceptibilidad a inundación: Baja, Media y Alta. Los terrenos con grado de

susceptibilidad bajo son los de menos presencia territorial, se localizan en los pequeños y estrechos valles de las cuencas medias de los ríos Jama y Esmeraldas, ubicados en el sector central y norte del cantón con una cobertura de 5,66 Km² de pequeñas terrazas de las parroquias de Chibunga y Convento.”.

También es importante destacar que las inundaciones en esta cuenca se suscitan cada época lluviosa, el problema de las inundaciones en la cabecera cantonal, está relacionado a la mecánica pluvial de los ríos y a la morfología casi plana de los terrenos que corresponden a llanuras o terrazas de muy baja pendiente y de alta susceptibles a la acumulación de sedimentos, proceso denotativo de crecimiento anual progresivo que reduce el calado del cauce del río y con ello disminuye la capacidad de carga pluvial con lo que pequeñas lluvias cubren toda la sección del cauce situación que impide el flujo normal de las aguas lluvias y servidas hacia los sistemas de drenaje natural, ocasionando las inundaciones urbanas que ocurren cada año en la ciudad.

Las inundaciones en la zona de la cuenca Chone se presentan de manera recurrente, especialmente en las cuencas bajas del Litoral y los principales factores para que se produzcan las inundaciones son: precipitaciones estacionales, el fenómeno El Niño, la limitada capacidad de evacuación de los sistemas.

En marzo del 2023, se Chone se declara emergencia por las millonarias pérdidas, las lluvias provocaron crecidas de ríos, que han arrasado cultivos y vidas. En el cual La Prefectura de Manabí elaboró el proyecto “*PLAN DE OBRAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN CHONE*” con la finalidad de garantizar la estabilidad y el bienestar económico a largo plazo del cantón Chone.

Afectaciones valoradas suscitadas en la cuenca Chone

En el año 2023, una de las pérdidas más significativas se presentó ante la inundación en el cantón Chone, debido al desborde de los ríos Mosquito, río Garrapata y río Grande. Las afectaciones se dieron en diversas unidades productivas y comercios, situación que apunta favorablemente a la

continuidad del empleo y condiciones laborales en el sector, sin que se vean interrumpidas por la temporada invernal.

1. **Afectaciones en hectáreas agrícolas productivas.** - Se estima que el valor de las pérdidas por las hectáreas afectadas asciende a USD. 3'020.000,00¹.
2. **Afectaciones actividad pecuaria.** - Se estiman una pérdida en producción pecuaria de 5.725 animales, que ascienden a una pérdida de USD. 46.500,00; afectando a 171 productores².
3. **Afectaciones actividad comercial.** - Acorde a RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA No. GADMCH-2023-0042, el sector comercial fue afectado en 1400. Comercios urbanos; que se estima en USD. 700.000,00.
4. **Viviendas Familiares.** - En la actual temporada de lluvias, fueron afectadas 1139 familias de manera directa, distribuidas en viviendas 1130 afectadas³.
5. **Infraestructura pública.** - Se considera que las afectaciones en infraestructura pública fueron de manera directa en casas de salud, centros educativos, en parques, áreas verdes y edificios públicos; existen casos como el hospital del IESS, al igual que 28 unidades educativas, cuyos daños son irreversibles⁴; es por ello que se considera un estimado global de afectaciones en infraestructura pública en USD. 11'930.729,00, destinados a la limpieza, adecuación y reparación de espacios y edificios públicos. Sin considerar la asistencia y apoyo como brigadas médicas, brigadas de salud, activaciones de ONG's y asociaciones de la sociedad civil.

Tabla 73.-Afectaciones con declaratorias emergentes valoradas por año unidad hidrográfica 1516

AÑO	AFFECTACIONES HA AGRÍCOLAS	AFFECTACIONES PECUARIAS	AFFECTACIONES COMERCIALES	VIVIENDAS FAMILIARES	INFRAESTRUCTURA PÚBLICA	TOTAL
2023	3.020.000,00	46.500,00	700.000,00	1.695.000,00	3.300.000,00	\$ 8.761.500,00

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

Ante la falta de recursos para la inversión para la contratación "PLAN DE OBRAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN EL CANTÓN CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ" en el cual se tenían planificados intervenir en el año 2023, 2.461.622,81 de m3 en tres tramos Ríos Chone, Garrapata y Canal de encauzamiento. Con la finalidad de prevenir y/o disminuir las inundaciones en varios sectores del cantón Chone,

provocada por obstrucciones de sedimentos y estructuras existentes en el Canal de encauzamiento del río Chone, mediante recursos propios de la Prefectura de Manabí, se han priorizado los trabajos de limpieza y desazolve con dragado mecánico, destinando un total de \$34,511.93 desde el año 2021.

Tabla 74.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD PARA DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO DE INVERSIÓN
2020	1,89	972,55	0,19%	890	\$ 99.609,30
2021	48,97	972,55	5,04%	8642	\$ 727.118,88
2022	11,02	972,55	1,13%	1430	\$ 932.137,82
2023	11,97	972,55	1,23%	2090	\$ 196.332,87
2024	2,92	972,55	0,30%	1110	\$ 43.815,00
TOTAL GENERAL	76,76	972,55	7,89%	14162	\$ 1.999.013,87

(ET PDPM GADPM , 2023-2027)

La tabla que antecede muestra que se han realizado operaciones de intervención utilizando maquinaria proporcionada por la Prefectura de Manabí. El propósito de estas acciones es prevenir y mitigar el riesgo de inundaciones, y se han llevado a cabo en una extensión total de 76,76 kilómetros en diversos puntos del río Grande, río Chone, río Canuto, río Tarugo, río Garrapata, río Gaspar, río Santo, Río San Lorenzo, río Mosquito, así como estero el limón, estero Hacha, estero el Bejuco, en canales de drenajes parte del Sistema de Riego y Drenaje Carrizal Chone, entre otros lugares, esto permitiendo beneficiar a 14162 familias.

Las intervenciones de dragado mecánico en la cuenca Chone han tenido un impacto significativo en el territorio, beneficiando a un total de 14.162 familias a lo largo de cinco años. La considerable inversión en 2021 y 2022 muestra un enfoque intensivo durante esos años, probablemente en respuesta a una mayor necesidad de intervención y mejora de las condiciones hídricas y de navegabilidad.

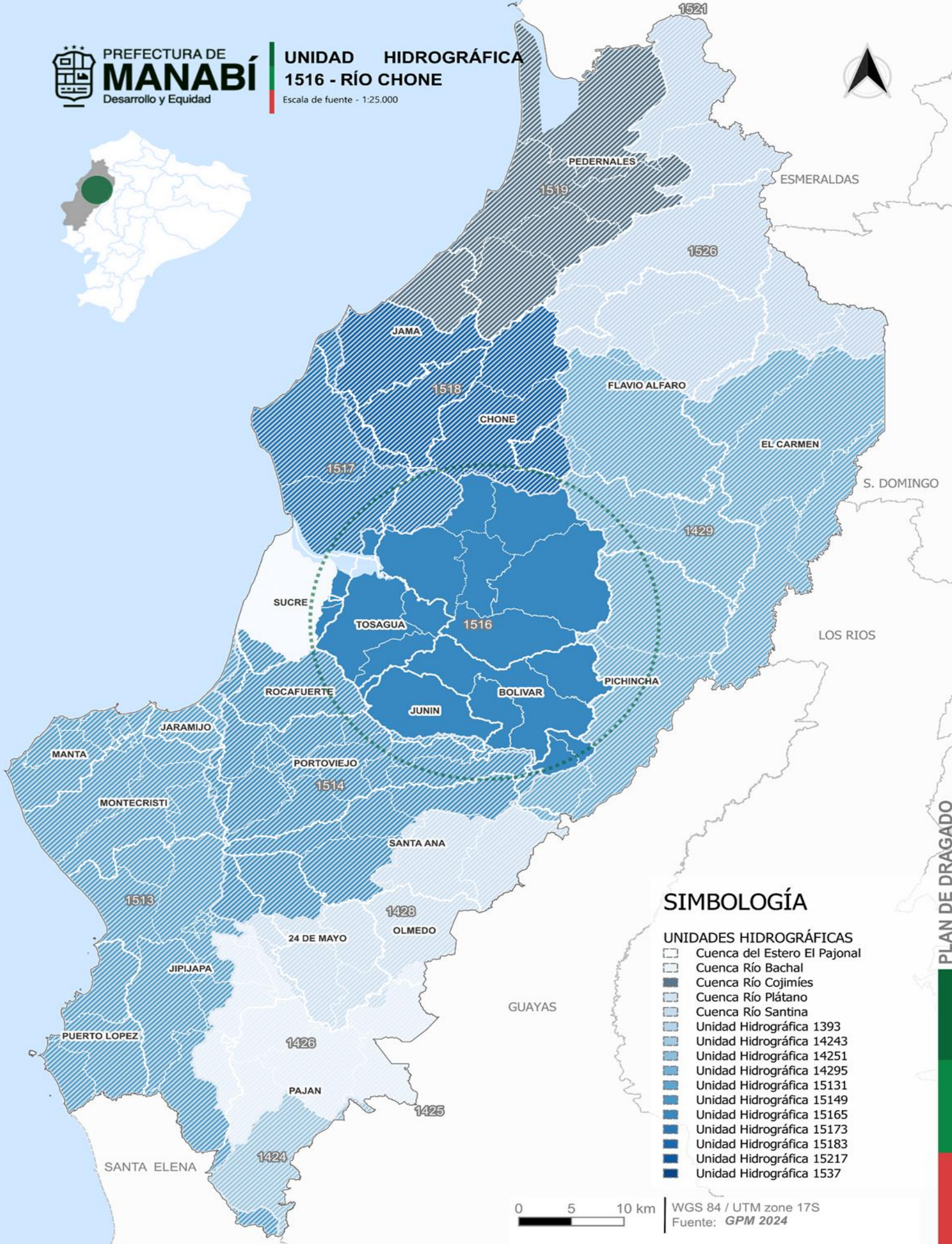
Aunque solo se ha intervenido el 7,89% de la longitud total disponible para dragado, las intervenciones han tenido un efecto positivo considerable en las comunidades locales, como lo demuestra el gran número de familias beneficiadas. La variabilidad en las intervenciones y las inversiones anuales sugiere una estrategia que prioriza las necesidades urgentes y la disponibilidad de recursos financieros.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1516 - RÍO CHONE

Escala de fuente - 1:25.000



2.3.1.1.36 Unidad Hidrográfica Portoviejo

La unidad hidrográfica 1514 o la Cuenca del Río Portoviejo, cuenta con una extensión de 208095,00 hectáreas y 39328,31 hectáreas de área protegida dentro de la provincia de Manabí. Por su localización, comparte territorio con 13 de los cantones manabita con una población de 417631 habitantes, siendo Portoviejo y Santa Ana los que mayor ocupación tienen sobre la cuenca. El río más importante de esta cuenca es el Río Portoviejo, de ahí nace su nombre. Este río nace de la unión de los ríos Pata de Pájaro y Río Mineral, naciendo su cauce desde la represa Poza Honda, principal estructura de almacenamiento de agua para las poblaciones aguas abajo. A la altura de la parte baja de la cuenca, el río Portoviejo tiene conexión del afluente Río Chico, aportando un caudal importante para las zonas potenciales de irrigación en la zona baja. La cuenca del Río Portoviejo posee gran potencial agropecuario, pues casi el 65% de la cuenca posee suelos con características de usos agropecuarios aptos para este tipo de actividades, un 28.25% de suelo dedicados a los bosques, y cerca de 570 hectáreas se localizan bajo aguas (siendo esta área influenciada potencialmente por el Embalse Poza Honda). Los suelos de la cuenca del Río Portoviejo se encuentran plenamente definidos por regiones, siendo así, los arcillosos y franco arcillosos poseen casi el 58% del área de la cuenca.

Tabla 75.-Datos predominantes de la cuenca Portoviejo

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	208095,00	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	39328,31	Hectáreas	19%
HABITANTES	417.631	Familias	N/A
CAUDAL	364,20	m3/s	N/A

Fuente: (ET PDPM GADPM, 2023-2027)

2.3.1.1.37 Sedimentos de la cuenca del río Portoviejo

Características del área de estudio

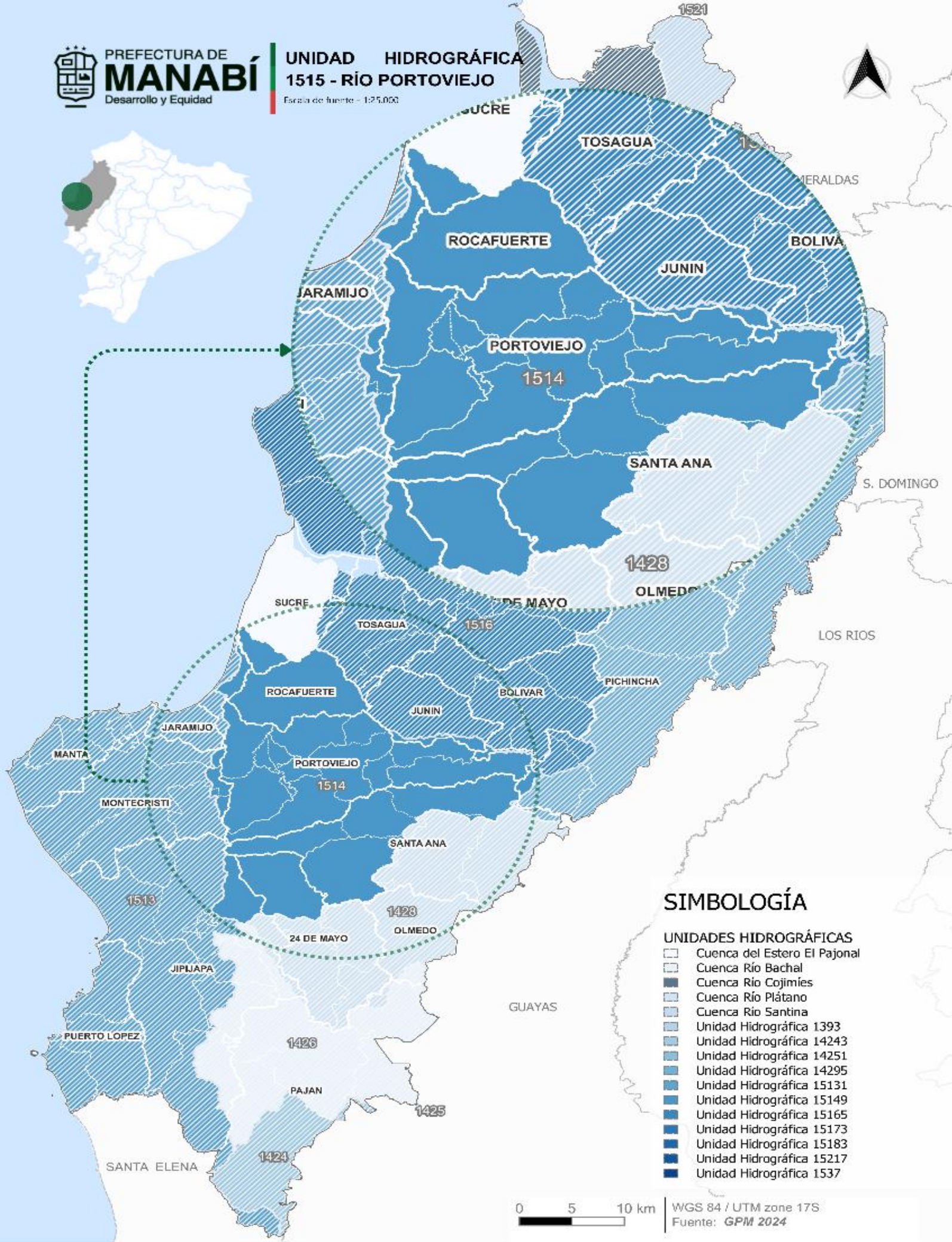
En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Portoviejo con una superficie de 2133 km². Se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Pichincha, Bolívar, Santa Ana, 24 de mayo, Olmedo, Jipijapa, Portoviejo, Rocafuerte y Sucre, en la parte centro occidental del Ecuador.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1515 - RÍO PORTOVIEJO

Escala de fuente = 1:25,000



SIMBOLOGÍA

- UNIDADES HIDROGRÁFICAS**
- Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimies
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

2.3.1.1.38 Sedimentos de la cuenca del río Portoviejo

2.3.1.1.39 Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Briceño con una superficie de 830.963849 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Jama, Chone y Sucre en la parte centro occidental del Ecuador.

Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo. Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R,K,LS,C,P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE); Instituto geográfico militar (IGM); para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones.

Ilustración 14.-Diagrama de Flujo de la Ecuación USLE.



Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

Para el estudio de la erosión hídrica en la cuenca río Portoviejo, se estimaron los factores

elementales de la Ecuación de Pérdidas de Suelo, por estar representados por cada elemento como los siguientes:

- R (erosividad de la lluvia)
- K (erodabilidad del suelo)
- LS (longitud y grado de la pendiente)

Cálculo de la erosividad de la lluvia (factor R)

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978[Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM

Tabla 76.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

Nº	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71

9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

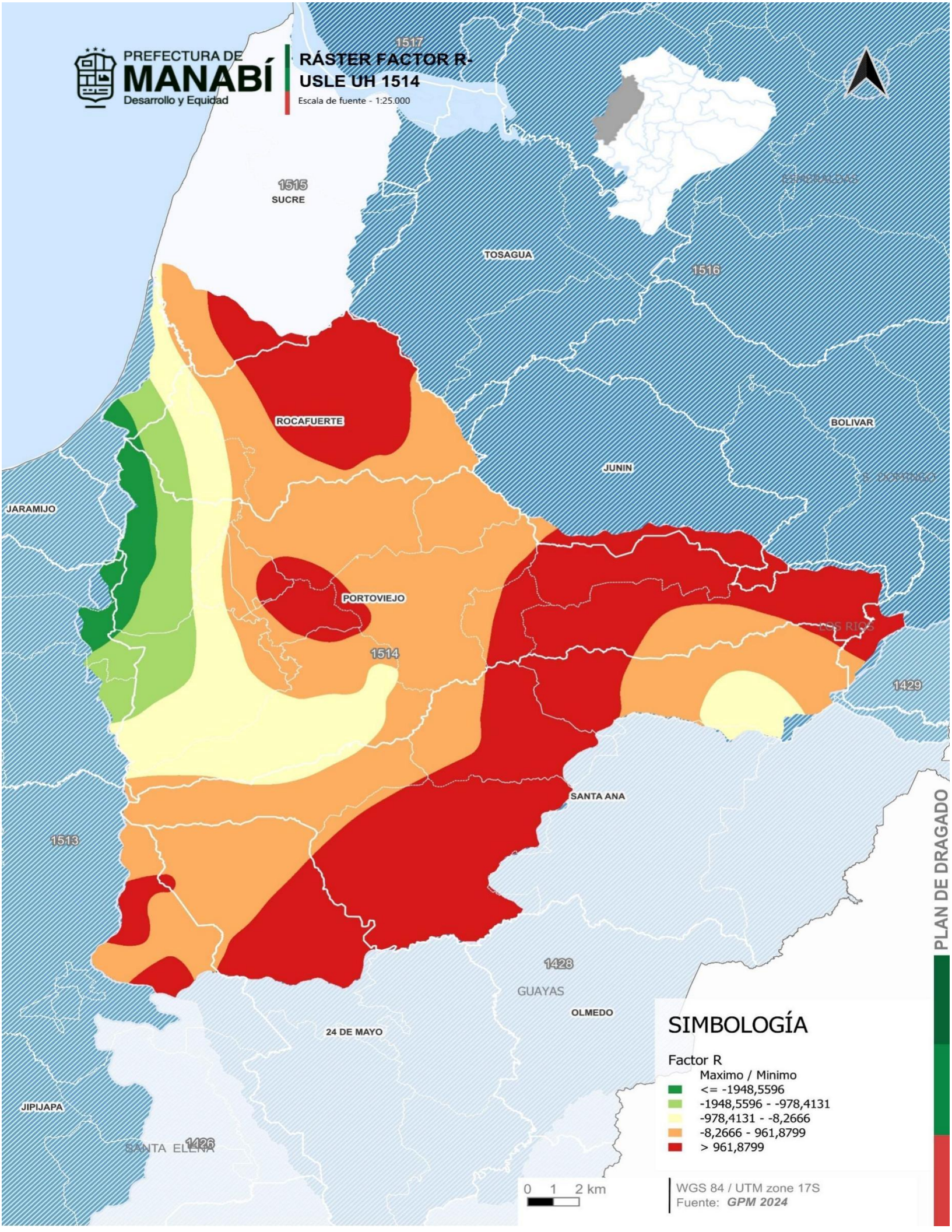
Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R- USLE UH 1514

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Factor R

Maximo / Minimo

- <= -1948,5596
- 1948,5596 - -978,4131
- 978,4131 - -8,2666
- 8,2666 - 961,8799
- > 961,8799

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

Cálculo de erodabilidad del suelo (factor K)

La erodabilidad del suelo tiene como parámetros más importantes la materia orgánica contenida en el mismo, su estructura, permeabilidad y textura del área de estudio. Se considera a la textura gruesa como un suelo arenoso, de mucha erodabilidad de acuerdo a la pendiente y totalmente permeables, esto se debe a su baja escorrentía; mientras que los suelos de textura mediana o francos son susceptibles al agua y viento, pero aun así presentan resistencia a la erosión. (Jaramillo, 2015)

Los suelos más resistentes la erosión y al desprendimiento son los de arcilla, debido a su composición y compactación. Mientras que los de limo son más susceptibles a las escorrentías y a la erodabilidad a causa de su textura. (Jaramillo, 2015)

En el cálculo de factor K se utilizaron las capas de texturas de suelo del Instituto Espacial Ecuatoriano, en el área del río Portoviejo. La erodabilidad se la describe como la susceptibilidad o desprendimiento de un suelo que provoca una erosión, ésta se generaría por la caída de la lluvia en un lugar determinado. Para el cálculo del factor K, se emplearon los datos más relevantes que posee el suelo en la cuenca río Portoviejo, para el estudio se tomaron en cuenta los cuatro componentes más importantes como son: el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, la textura y permeabilidad del suelo.

Factor de erosión del suelo K. Existen varios métodos para evaluar indirectamente el factor de erosión del suelo. Entre ellas, está muy extendida la ecuación de Sharpely Williams (1990).

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgc]}]$$

$$f_{orgc} = \left[1 - \frac{0.70 \left(1 - \frac{m_s}{100} \right)}{\left(1 - \frac{m_s}{100} \right) + \exp \left[-5.51 + 22.9 \left(1 - \frac{m_s}{100} \right) \right]} \right]$$

Donde

ms, msilt y mc = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

orgC = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations)[Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

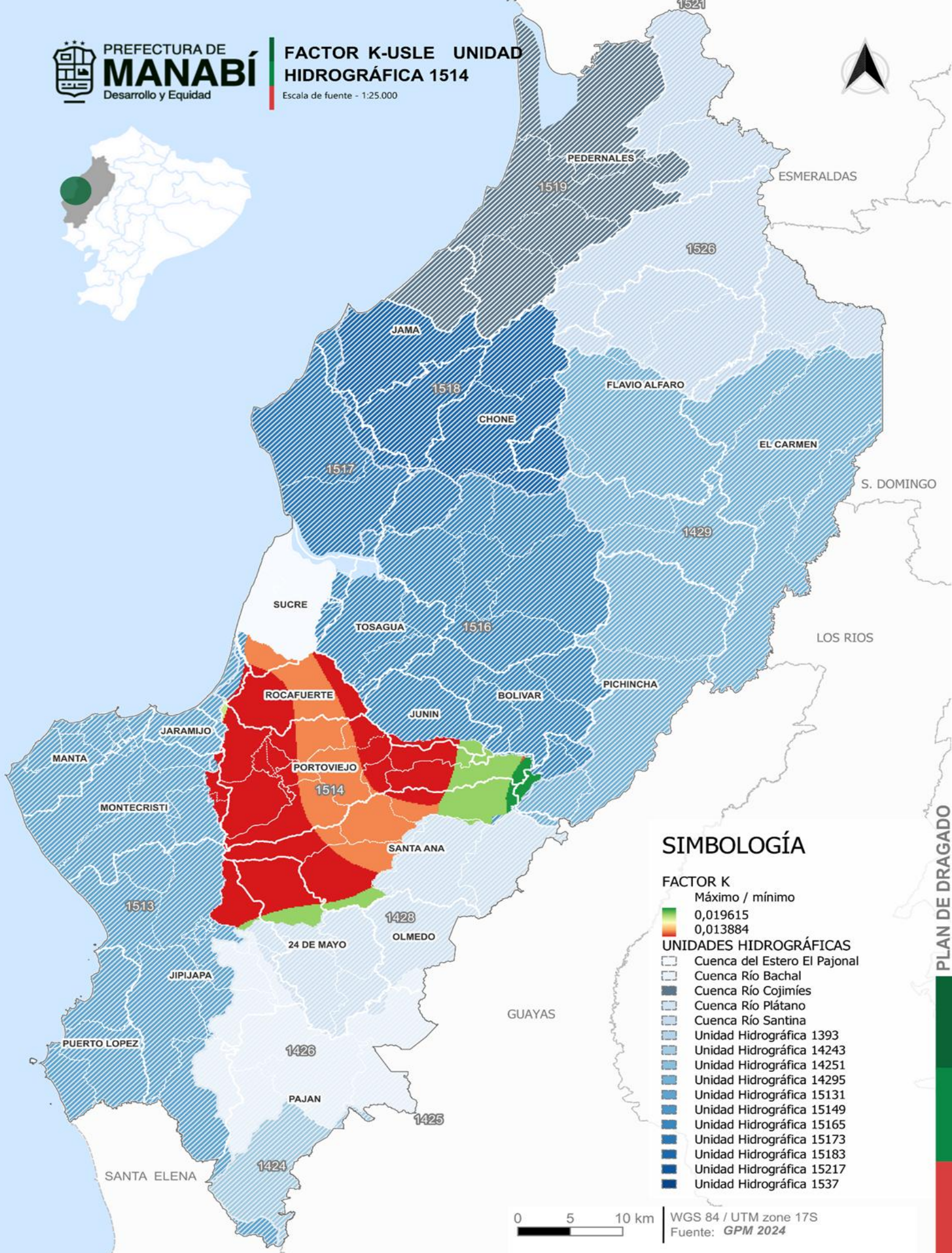
sand% topsoil	silt topsoil	clay % topsoil	oc% topsoil	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	
ARENA %	LIMO%	ARCILLA%	CO%	(A)	(B)	C	(D)	K
38.9	17.6	43.6	1.57	0.20008193	0.68806327	0.8009555	0.9999114	0.01452085
64.5	26.2	9.3	1.4	0.20000153	0.91289721	0.83039762	0.98235569	0.01961534
81.6	6.8	11.7	0.44	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.01388454
25.1	12.2	62.7	0.68	0.20106407	0.58018087	0.97271759	0.99999539	0.01494405
81.6	6.8	11.7	0.44	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.01388454
64.3	12.2	23.5	0.63	0.20000016	0.72461527	0.97770189	0.98303377	0.01834419
36.7	40.3	23.1	2	0.20109949	0.87290049	0.76337427	0.99994453	0.01764716



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

FACTOR K-USLE UNIDAD HIDROGRÁFICA 1514

Escala de fuente - 1:25.000



2.3.1.1.40 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes. Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

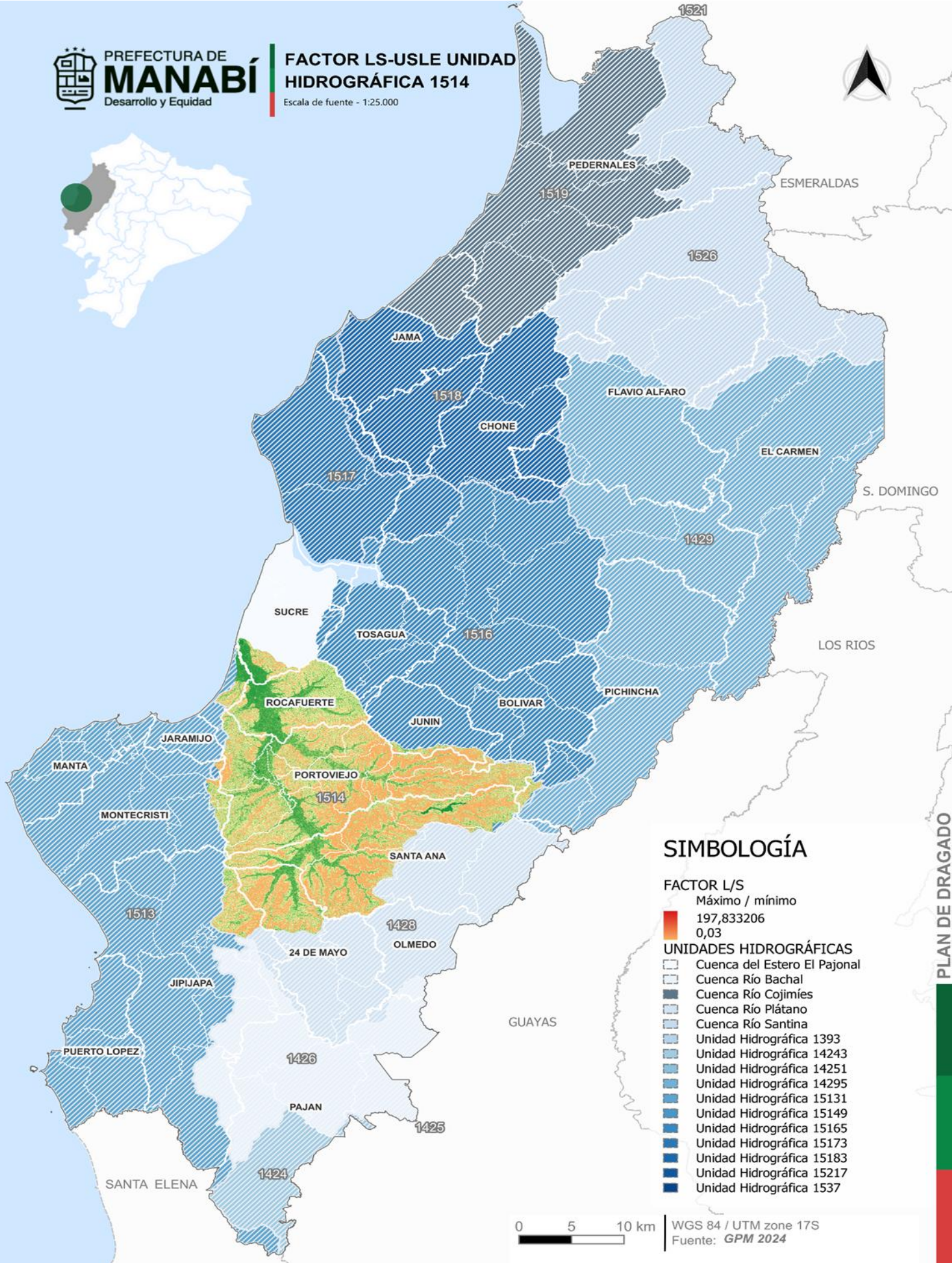
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

FACTOR LS-USLE UNIDAD HIDROGRÁFICA 1514

Escala de fuente - 1:25.000

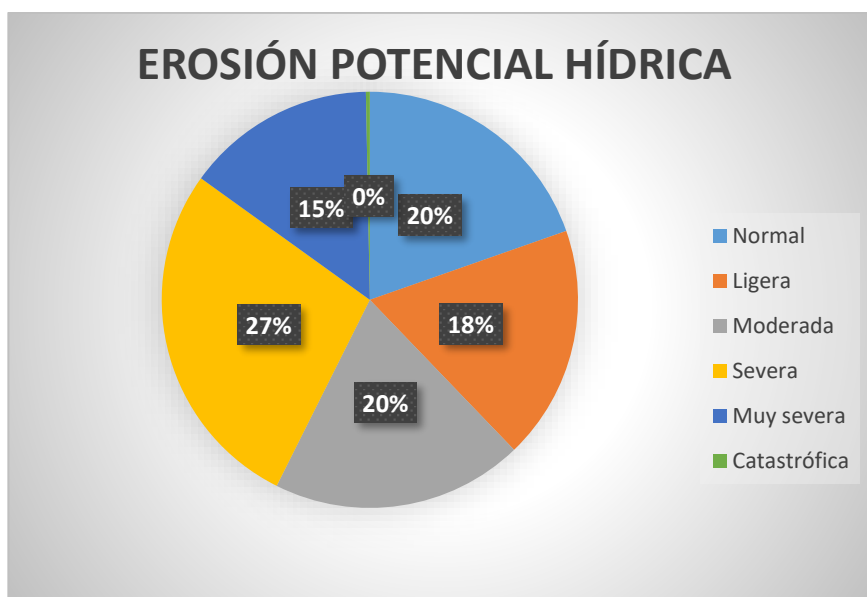


Resultados del método RUSLE

Luego de obtener todos los factores, se procede a ejecutar la fórmula de la ecuación USLE a través de una calculadora ráster, obteniendo los siguientes resultados de acuerdo con la clasificación propuesta por (Ibáñez et al., 2015):

NIVEL	PERDIDA DE SUELO (Ton/ha/año)	TIPO DE EROSIÓN
1	<0.5	Normal
2	0.5-5	Ligera
3	0.5 5	Moderada
4	15-50	Severa
5	50-200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

RUSLE (t/ha/año)	KM2	%
Normal	401.062496	19.63
Ligera	371.5	18.18
Moderada	400	19.58
Severa	562.625	27.54
Muy severa	301.6875	14.77
Catastrófica	6.25	0.31



De acuerdo con los resultados obtenidos, las categorías más representativas son de erosión severa y normal con el 27.54% y el 19.63% respectivamente, a pesar de esto se presenta en un 19.58 % de la cuenca erosión moderada, un 0.31% de erosión catastrófica, asimismo, estos

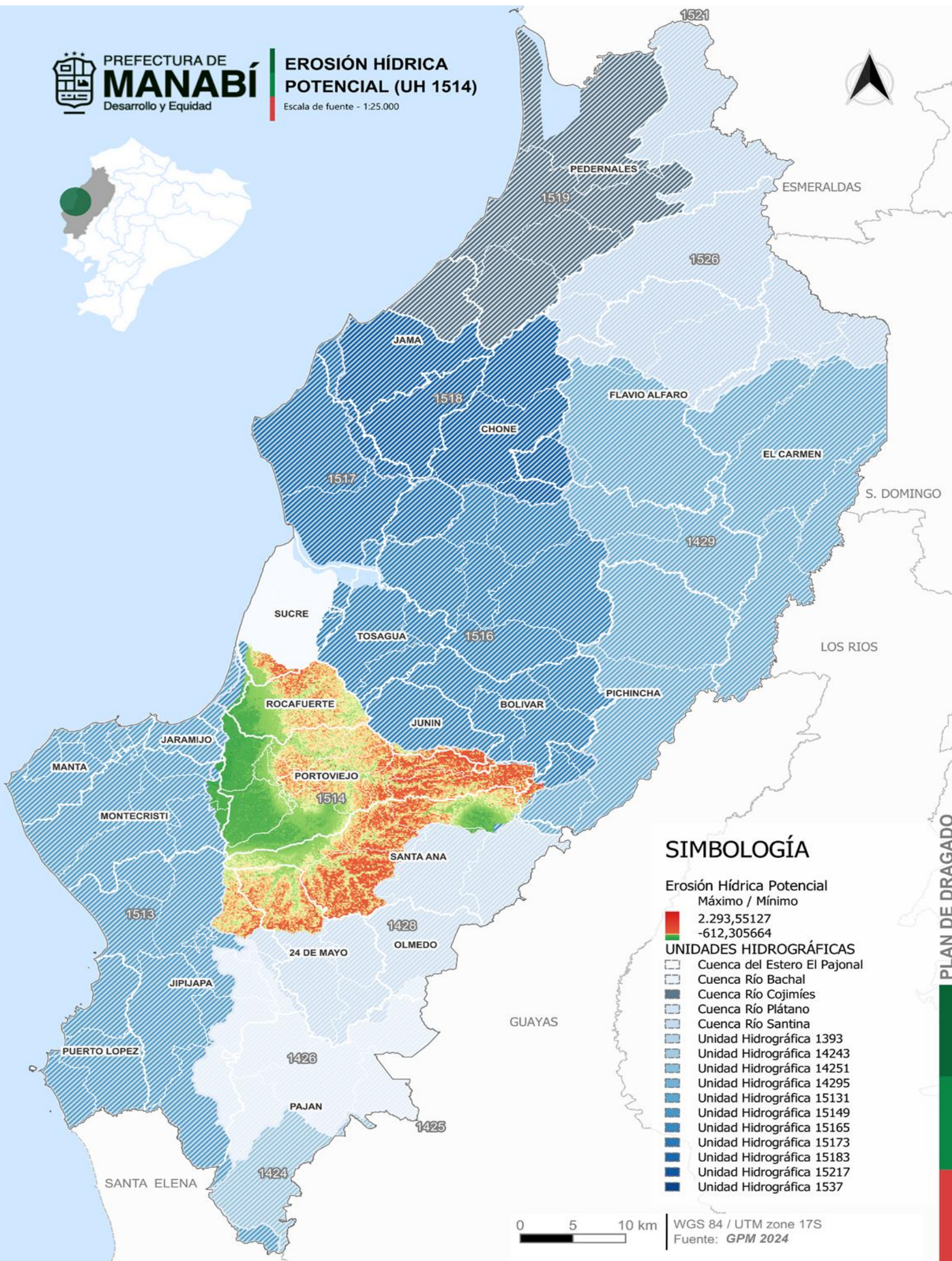
datos se distribuyen espacialmente de acuerdo con el siguiente mapa.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL (UH 1514)

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Erosión Hídrica Potencial
Máximo / Mínimo

2.293,55127
-612,305664

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimíes
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

Conclusión

En la cuenca hidrográfica del río Portoviejo luego de la aplicación del método USLE se determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “15 t/ha/año” a “50 t/ha/año” en un 27.54 % de la cuenca significando una erosión.

2.3.1.1.41 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca del Río Portoviejo y Chico

El establecimiento humano en un área cercana a planicies de inundación es una de las mayores causas de daños causados por inundaciones.

La mayor parte de la cuenca hidrográfica del río Portoviejo está caracterizada por la presencia de montañas y colinas, lo que la convierte en una fuente primordial de agua que contribuye significativamente a las inundaciones frecuentes durante la temporada de lluvias. En la actualidad, la capacidad de los ríos de la cuenca para drenar el agua es bastante limitada. Como resultado, los principales lugares vulnerables se encuentran mayormente en los valles de la parte media y baja de la cuenca. Estos incluyen zonas urbanas importantes como la capital provincial de Manabí, Portoviejo, así como los centros administrativos de Santa Ana y Rocafuerte, junto con la cabecera parroquial de Río Chico y áreas agrícolas que cultivan productos de ciclo corto. Debido a la falta de espacio y recursos para construir infraestructuras como desvíos o áreas de retención de inundaciones, y la incapacidad de establecer un embalse que pueda regular el flujo de agua en las áreas de valle, las principales medidas adoptadas para controlar las inundaciones se centran en mejorar la capacidad de drenaje de los ríos mediante la construcción de diques y otras obras de regulación. La creación de en la parte alta de los ríos se considera una prioridad secundaria en este contexto.

De acuerdo a lo descrito por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Santa Ana (2020) en Santa Ana *“se determina que existen ciertos lugares que son propensos a Inundaciones, de entre estos podemos ver que el grado de amenaza y riesgo por estos eventos es alta en parte de la cabecera cantonal, específicamente en sitios como Lodana, así mismo en las parroquias La Unión, y San Pablo el riesgo es alto”*. La erosión de suelos y su consecuente sedimentación son los eventos naturales que causan más pérdidas económicas y sociales. La sedimentación en cuencas y reservorios generalmente es la base de muchos problemas de manejo de aguas.

El movimiento de los sedimentos y su resultante de posición en los reservorios y en los cauces de los ríos, reduce la vida útil de los reservorios de agua, aumenta los daños causados por las inundaciones, impide la navegación, degrada la calidad del agua, daña los cultivos y las infraestructuras y causa el excesivo uso de turbinas y bombas. Con la finalidad de mitigar y reducir estas afectaciones por inundación apunta favorablemente a la continuidad del empleo y a las condiciones laborales en el sector, sin que se vean interrumpidas por la temporada invernal, que es el escenario ideal. Por ello, la Prefectura de Manabí, por medio de la Dirección de Riego y Drenaje, ha destinado un total de \$1.389.074,80 desde el año 2021 para llevar a cabo operaciones de dragado mecánico con el fin de limpiar y desazolver ríos y quebradas en esta cuenca.

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO INVERSIÓN
2021	43,80	452,39	10%	3727	\$ 206.773,02
2022	15,13	452,39	3%	2637	\$ 178.134,46
2023	101,91	452,39	23%	7613	\$ 870.756,06
2024	4,26	452,39	1%	440	\$ 85.681,07
2022-2023	1,20	452,39	0%	40	\$ 10.350,00
2023-2024	2,50	452,39	1%	60	\$ 44.708,30
TOTAL GENERAL	168,80	452,39	37%	14517	\$ 1.396.402,90

Tabla 77.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

El propósito de las intervenciones realizadas con maquinaria proporcionada por la Prefectura de Manabí es prevenir y mitigar el riesgo de inundaciones, y se han llevado a cabo en una extensión total de 168,80 kilómetros en diversos puntos del río Chico, río Portoviejo, así como esteros Quebrada Grande, estero Milagro, y canales de que conforman la infraestructura hidráulica Poza Honda, entre otros lugares, esto permitiendo beneficiar a 14517 familias.

Los trabajos de dragado mecánico en la cuenca Portoviejo entre 2021 y 2024 han abarcado el 37% de la longitud total disponible, beneficiando a 14,517 familias con una inversión total de \$1,396,402.90. El año 2023 destaca por ser el más significativo en términos de longitud intervenida (101.91 km), número de familias beneficiadas (7613) y monto de inversión (\$870,756.06). Estos esfuerzos han tenido un impacto notable en la mitigación de inundaciones y la mejora de las condiciones de vida de las comunidades locales.

A pesar del progreso, con un 63% de la longitud total aún pendiente de intervención, queda trabajo por hacer para garantizar una protección completa contra inundaciones. Es esencial que futuras intervenciones sigan un plan estratégico basado en los resultados obtenidos, priorizando áreas críticas y optimizando recursos para maximizar los beneficios comunitarios y ambientales a largo plazo.

2.3.1.1.42 Unidad Hidrográfica 1513 Jipijapa

La unidad hidrográfica 1513 Jipijapa, con una población de 505.088 habitantes es una de las más complejas dentro del territorio manabita con una extensión de 262317,95 hectáreas y 72223,81 hectáreas de áreas protegidas, dada que la clasificación según Pfafstetter, y al ser una unidad hidrológica limitante con el océano Pacífico, está conformada por una serie de pequeñas cuencas exorreicas, entre las cuales, se en lista las cuencas de pequeños ríos, como el río Manta, río Sancán, río Julcuy, río Jipijapa, río Ayampe. La unidad hidrográfica 1513 conformada por los cantones Manta, Montecristi, Jipijapa y Puerto López posee una gran extensión de bosques, más del 57% de su territorio es de este tipo de ambiente, donde predominan los bosques secos y semi húmedos (por la alta cordillera que la atraviesa). Tan solo en 20% es considerada tierra agropecuaria, con más de 53300 hectáreas.

Por su parte, el suelo está clasificado por una serie de diferentes tipos, predominando los suelos arcillosos con el 46% de su extensión, siendo cerca de 123 mil hectáreas. La taxonomía del tipo de suelo es una de las más abundantes de las demás cuencas y unidades hidrográficas, esto es, la existencia de suelos desde arcillosos hasta suelos arenosos, siendo los suelos con composición arcillosa los más reconocidos en la zona de estudio.

Tabla 78.-Datos predominantes de la cuenca Jipijapa

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	262317,95	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	72223,81	Hectáreas	28%
HABITANTES	505.088	Familias	N/A
CAUDAL	209,90	m3/s	N/A

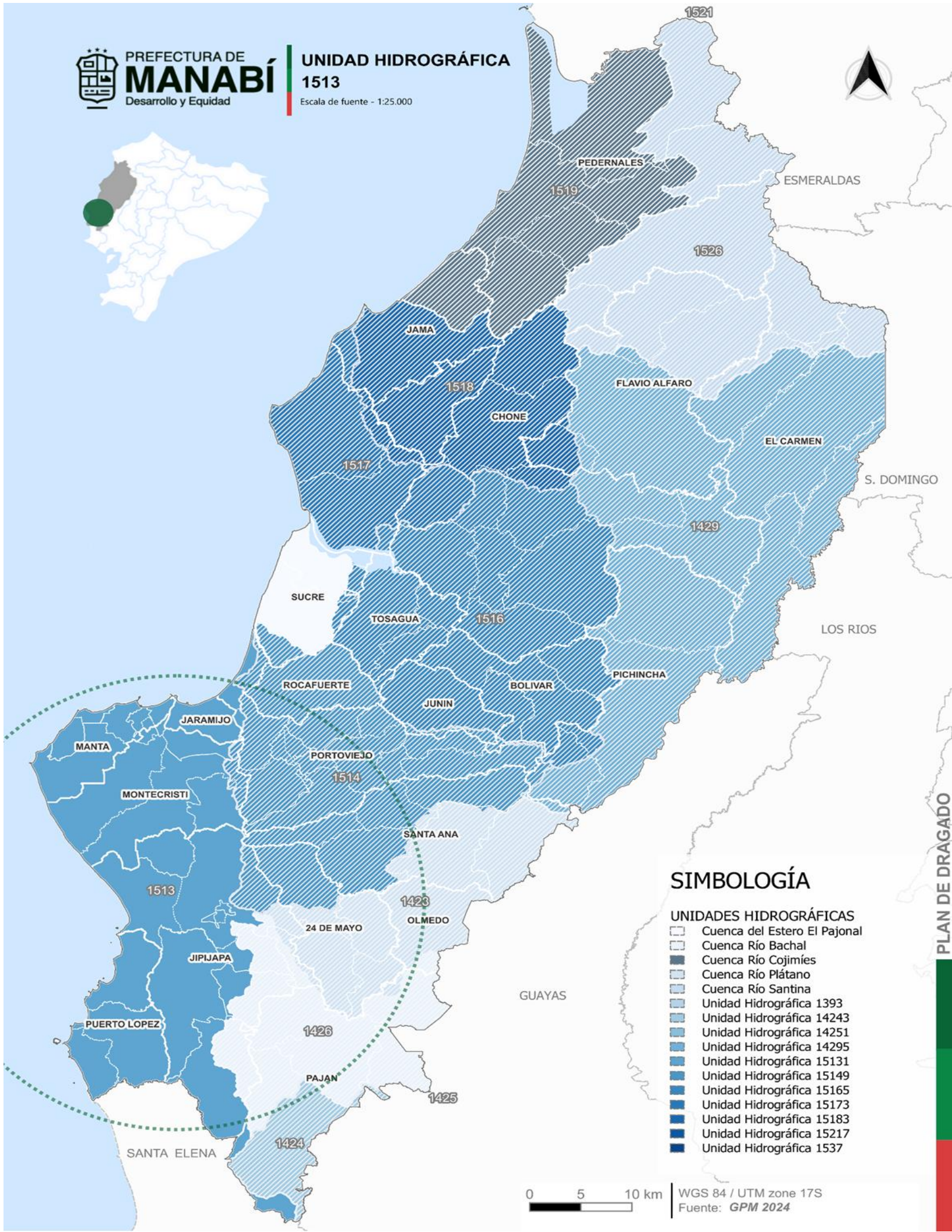
Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1513

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- UNIDADES HIDROGRÁFICAS**
- Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimies
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

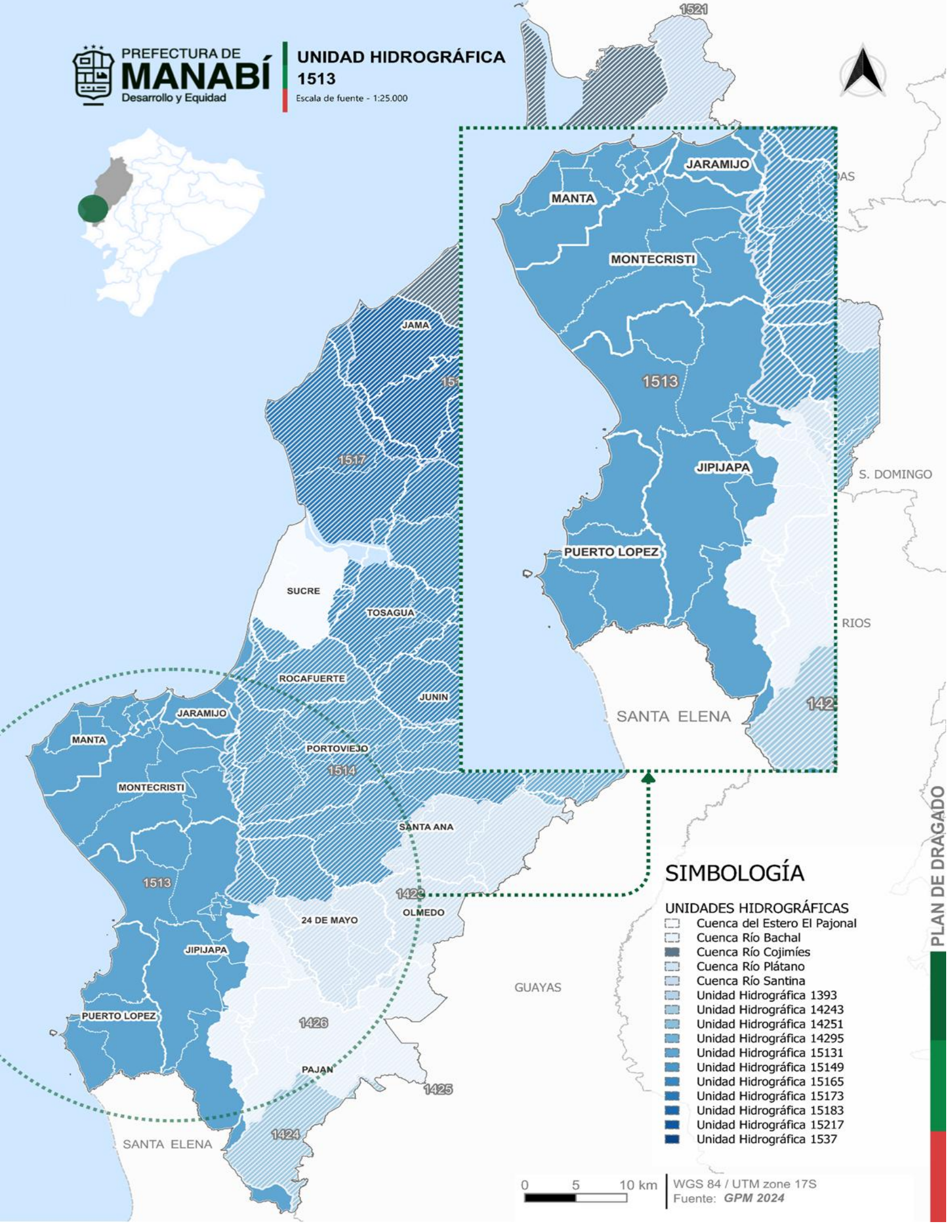
PLAN DE DRAGADO



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1513

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimíes
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: GPM 2024

2.3.1.1.43 Sedimentos de la cuenca del río Jipijapa Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Jipijapa con una superficie de 2623.17 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: 24 de mayo, Portoviejo, Santa Elena en la parte centro occidental del Ecuador.

2.3.1.1.44 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

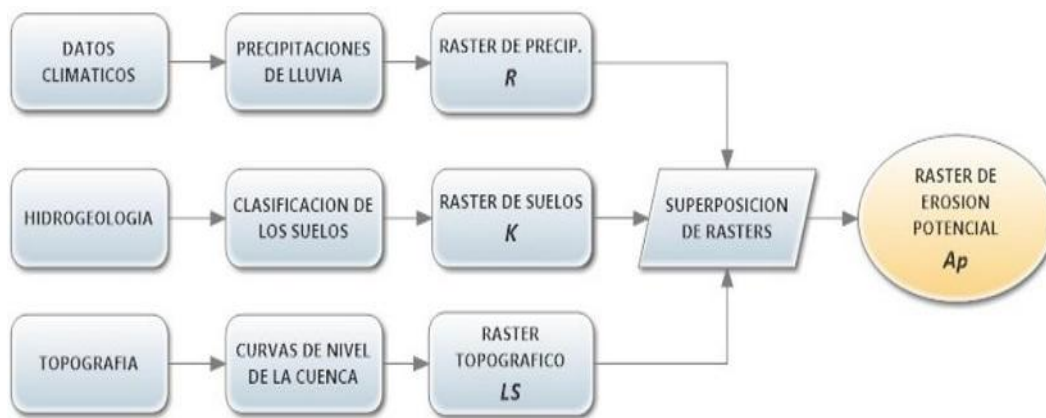
Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica a (GIS).

Ilustración 15.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.45 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978[Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo
 La energía de la lluvia se la determina con $E = eP$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 79.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

N °	Código de Estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

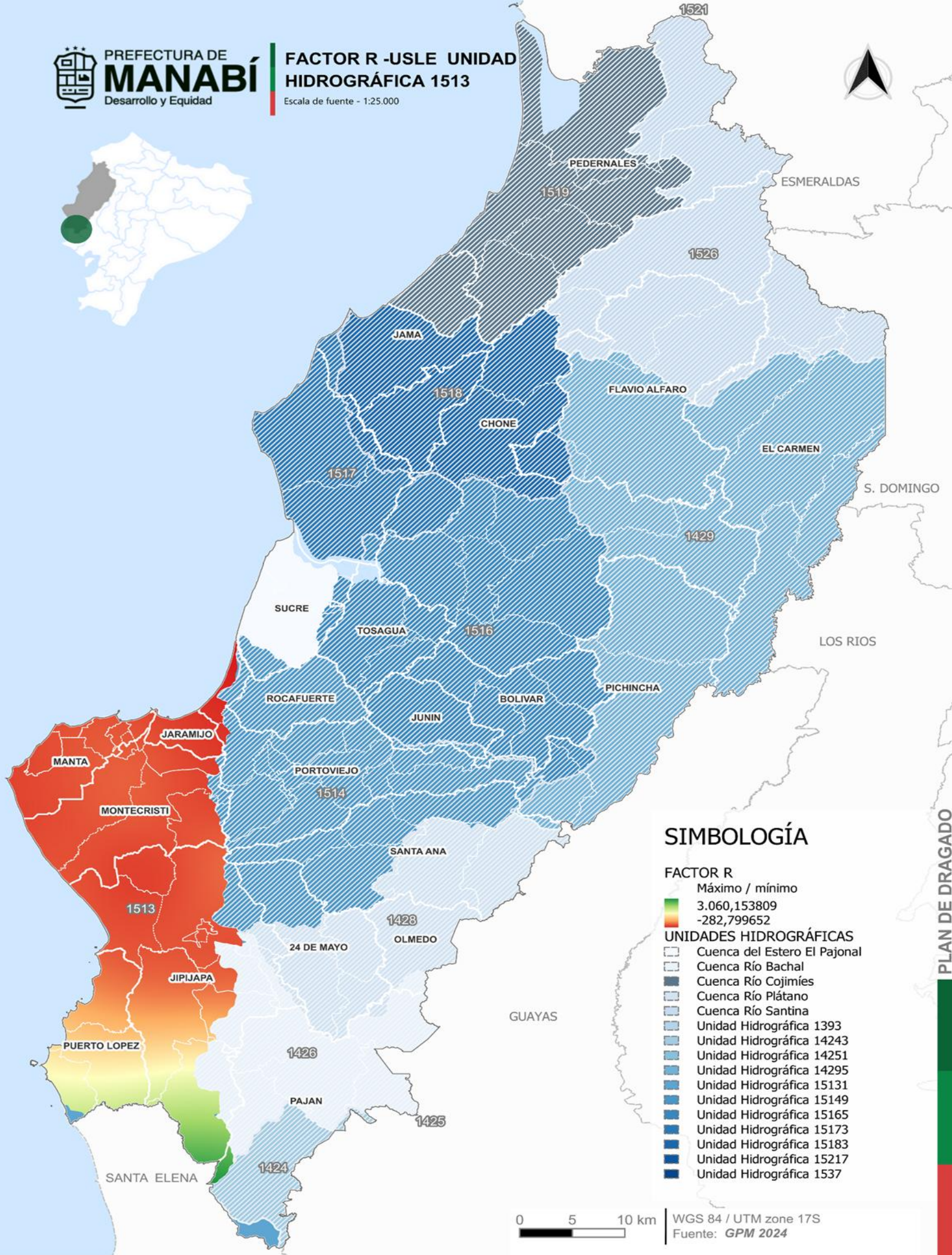
Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

FACTOR R -USLE UNIDAD HIDROGRÁFICA 1513

Escala de fuente - 1:25.000



2.3.1.1.46 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Williams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 80.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
BK	81.6	6.8	11.7	0.44
LC	64.3	12.2	23.5	0.63
KL	36.7	40.3	23.1	2

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Tabla 81.-Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
BK	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.10542552	0.01388454
LC	0.20000016	0.72461527	0.97770189	0.98303377	0.13928768	0.01834419
KL	0.20109949	0.87290049	0.76337427	0.99994453	0.13399517	0.01764716

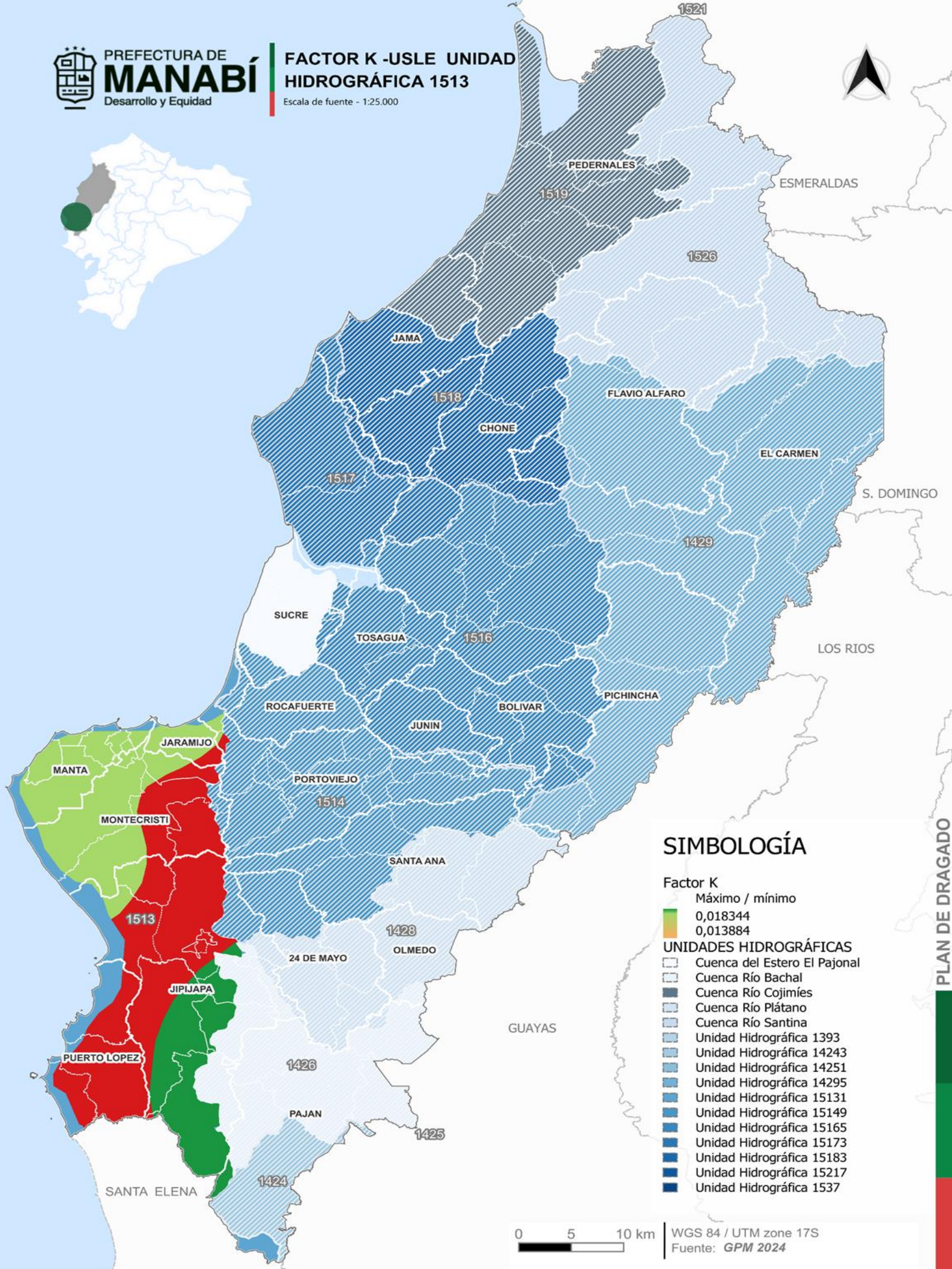
Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

FACTOR K -USLE UNIDAD HIDROGRÁFICA 1513

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Factor K

Máximo / mínimo

0,018344
0,013884

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimíes
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.47 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13} \right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896} \right)^{1.3}$$

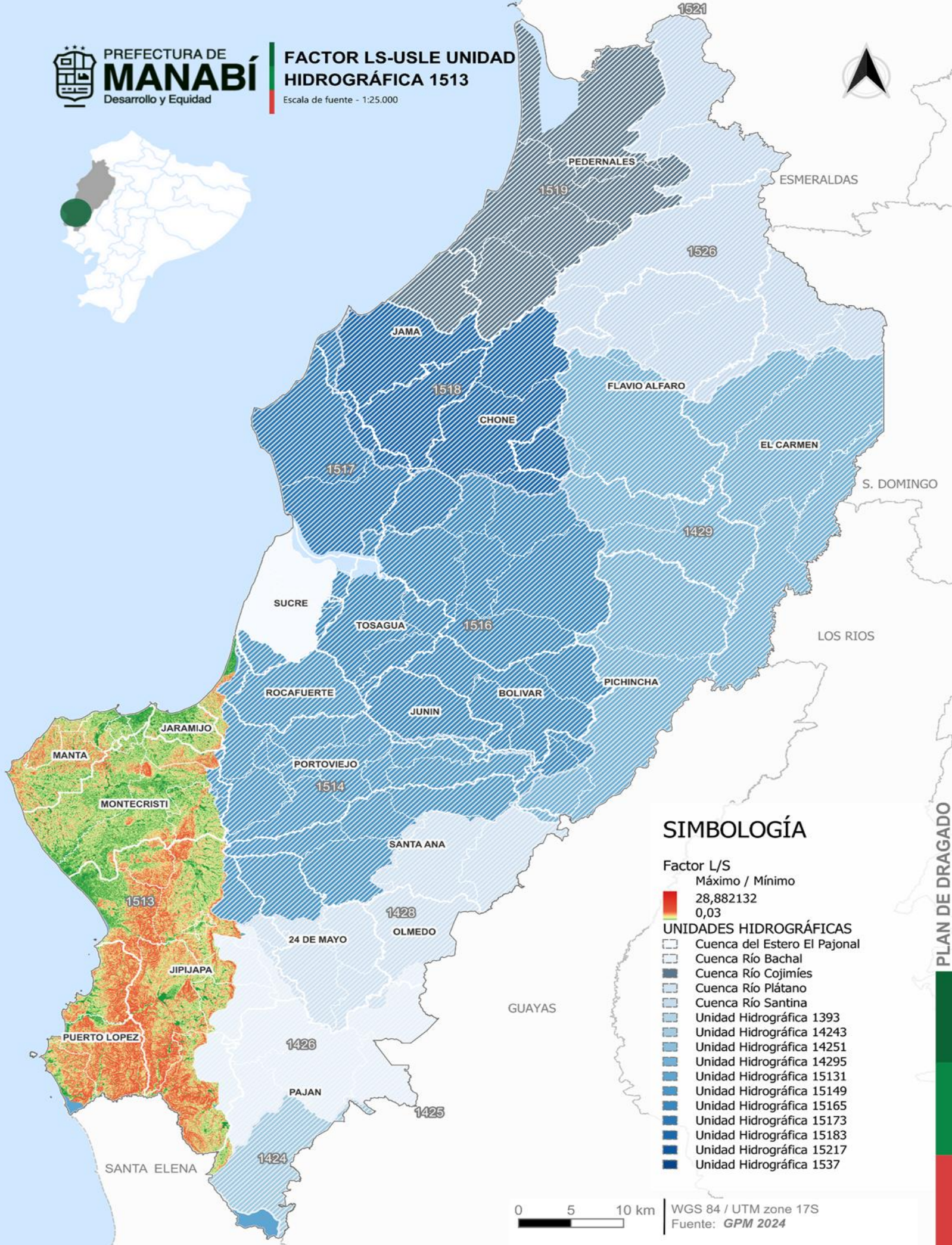
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

FACTOR LS-USLE UNIDAD HIDROGRÁFICA 1513

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Factor L/S

Máximo / Mínimo

28,882132

0,03

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimies
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: GPM 2024

2.3.1.1.48 Cálculo del USLE

La *erosión hídrica potencial* (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

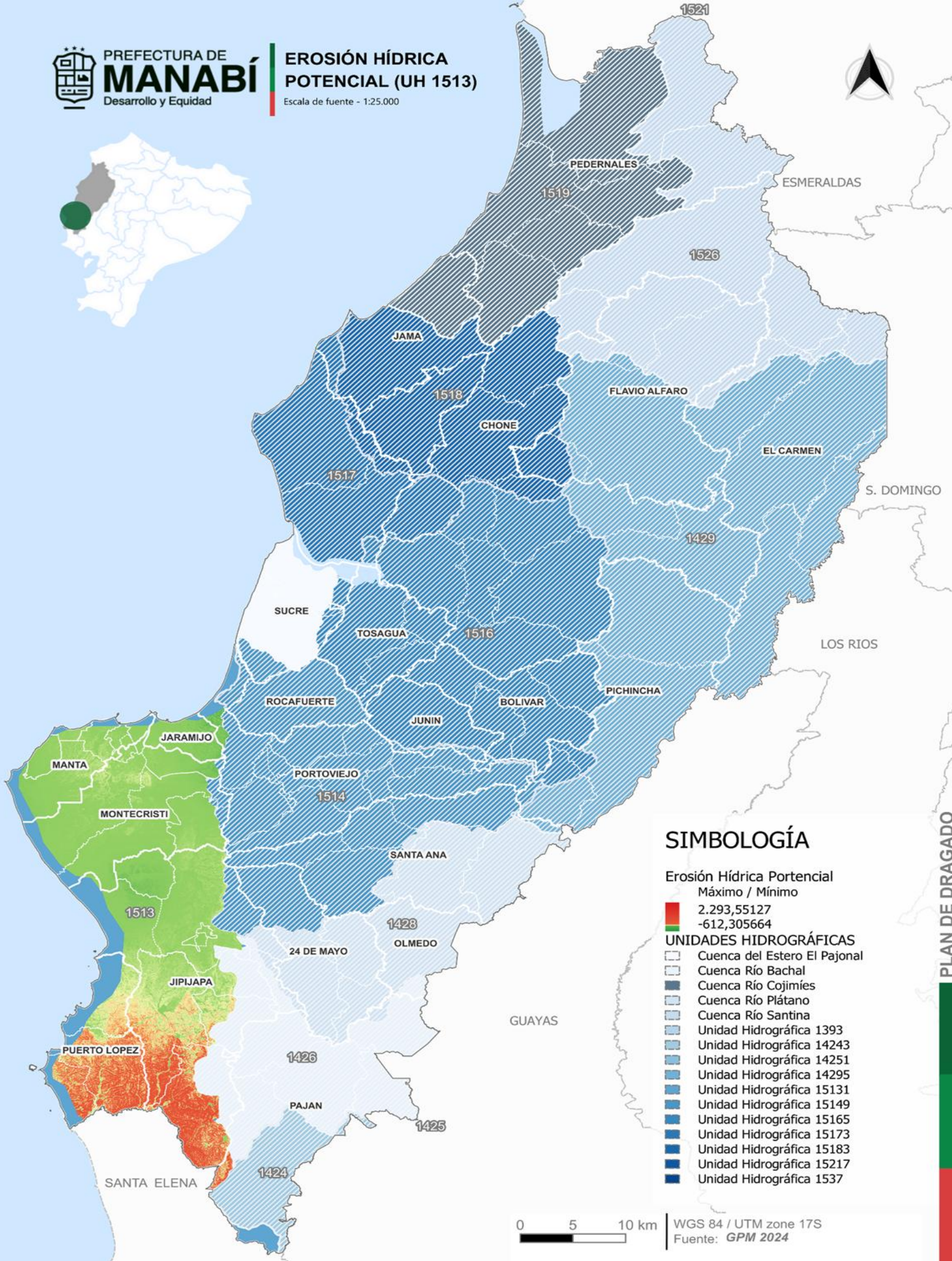
$$A = R * K * LS$$



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL (UH 1513)

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Erosión Hídrica Portencial
Máximo / Mínimo

2.293,55127
-612,305664

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimíes
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

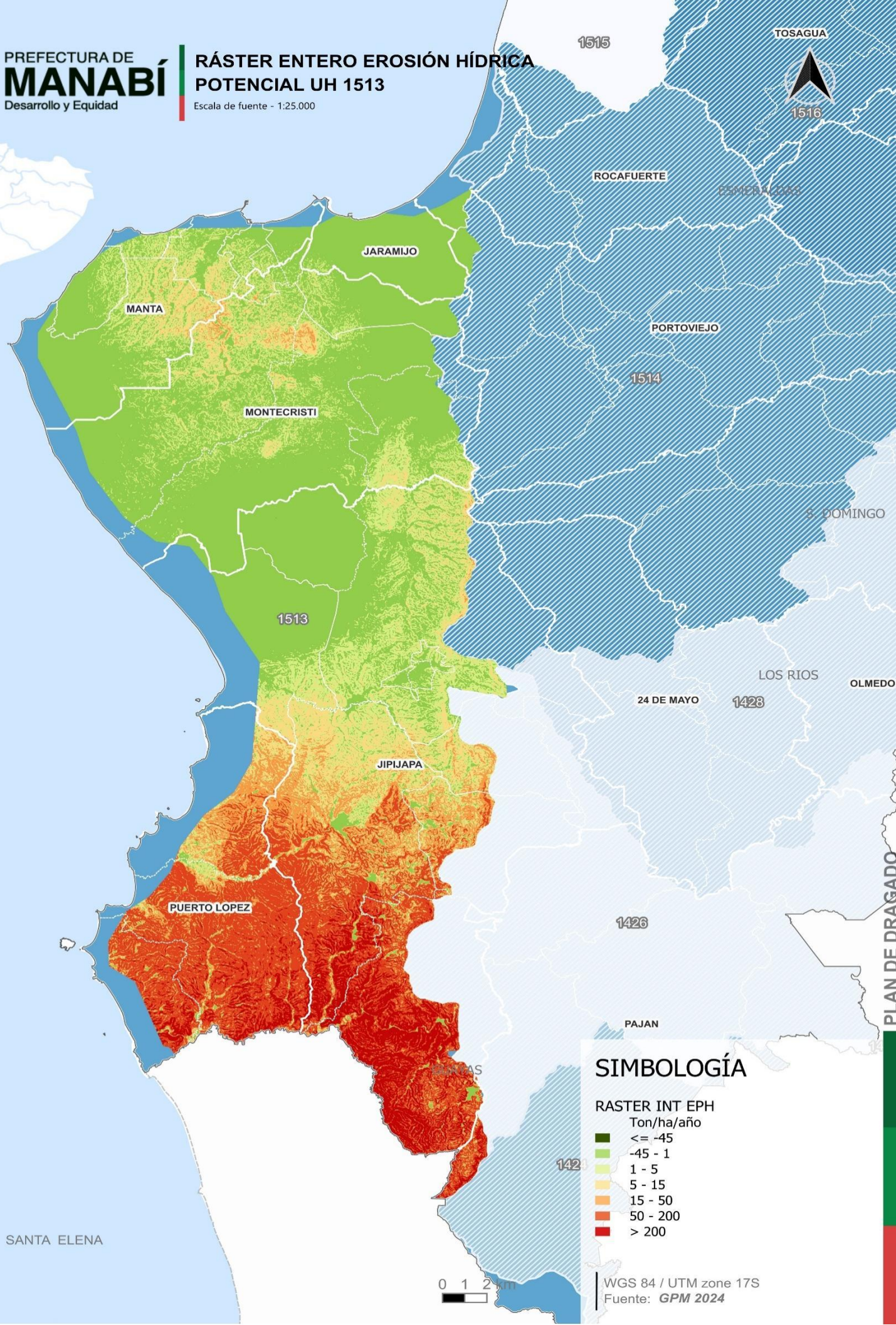
WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1513

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER INT EPH

Ton/ha/año

- <= -45
- 45 - 1
- 1 - 5
- 5 - 15
- 15 - 50
- 50 - 200
- > 200

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

Ráster entero Erosión Hídrica Potencial adaptar

Tabla 82.-Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.49 Valoración de la Erosión Hídrica Potencial.

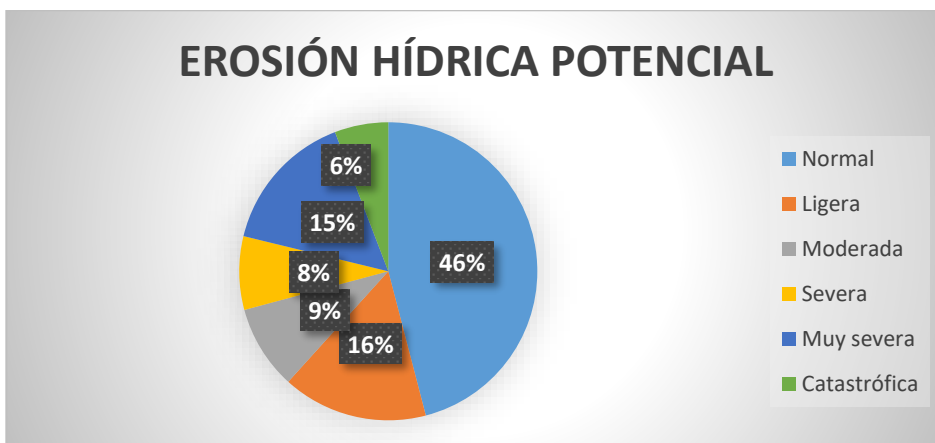
El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 17.39 y 3075.85 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de jipijapa.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0.013885 – 0.018344 ton.ha.h/ (MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 236.23.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Jipijapa se encuentra en los límites de 35.39 y 5137.04 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muysevera y catastrófica.

Gráfico 7.-Distribución porcentual de a EHP



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Tabla 83.-Clasificación de la erosión hídrica Jipijapa

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	1078.153173	45.95
Ligera	369.947348	15.77
Moderada	213.718635	9.11
Severa	187.1756123	7.98
Muy severa	360.9935353	15.38
Catastrófica	136.5288667	5.82

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Los valores críticos de la EHP (normal, ligera) alcanzan un total del 45.95 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “<0.5 t/ha/año” a “0.5 - 15 t/ha/año” en un 15.77% de la cuenca significando una erosión.

2.3.1.1.50 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

Esta cuenca, cuenta en el territorio con zonas propensas a inundaciones debido al desbordamiento de ríos o por fuertes precipitaciones, y zonas de inundación permanente al contar con manglares o pantanos en el territorio.

Una manera de prevenir y mitigar las inundaciones es retirar sedimentos, desechos y obstrucciones del lecho de los ríos, ya que se mejora el flujo del agua y se reduce el riesgo de inundaciones, especialmente durante períodos de lluvias intensas. La limpieza y desazolvide ríos ayudan a proteger infraestructuras críticas como puentes, carreteras, edificaciones cercanas a las riberas y sistemas de drenaje, evitando daños causados por inundaciones repentinas o desbordamientos.

Por ello, la Prefectura de Manabí, por medio de la Dirección de Riego y Drenaje, ha destinado un total de \$253.109,29 desde el año 2020 para llevar a cabo operaciones de dragado mecánico con el fin de limpiar y desazolvar ríos y quebradas en esta cuenca.

Tabla 84.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO INVERSIÓN
2020	1,58	639,14	0,25%	160	\$ 11.051,13
2021	9,62	639,14	1,51%	2145	\$ 29.109,94
2022	8,10	639,14	1,27%	955	\$ 75.523,46
2023	9,24	639,14	1,45%	2703	\$ 90.366,88
2024	1,87	639,14	0,29%	665	\$ 4.352,63
2023-2024	9,66	639,14	1,51%	700	\$ 42.705,25
TOTAL GENERAL	40,07	639,14	6,27%	7328	\$ 253.109,29

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

El propósito de intervenir utilizando maquinaria proporcionada por la Prefectura de Manabí es prevenir y mitigar el riesgo de inundaciones, y se han llevado a cabo en una extensión total de 40,07 kilómetros en diversos puntos del río Burro, río Manta, río San Lorenzo, río Jipijapa, río Muerto, río Jipijapa, río Ayampe, esteros, quebradas, entre otros lugares, esto permitiendobeneficiar a 7328 familias.

Las intervenciones de dragado mecánico en la cuenca Portoviejo entre 2020 y 2024 han cubierto el 6.27% de la longitud total disponible (639.14 km), beneficiando a 7328 familias con una inversión total de \$253,109.29. El año 2023 fue el más significativo en términos de familias beneficiadas (2703) y monto de inversión (\$90,366.88), a pesar de que la longitud intervenida fue relativamente constante en comparación con otros años. Estas intervenciones han demostrado ser cruciales para la mitigación de inundaciones y la mejora de las condiciones de vida en las áreas afectadas.

Aunque solo se ha intervenido una pequeña fracción de la longitud total, los resultados sugieren un impacto positivo en las comunidades locales. Para maximizar los beneficios y asegurar una protección más completa contra inundaciones, es fundamental que futuras intervenciones se planifiquen estratégicamente, priorizando áreas críticas y optimizando los recursos disponibles. Esto garantizará la sostenibilidad de los esfuerzos y la continuidad del desarrollo en la cuenca Jipijapa.

2.3.1.1.51 Unidad Hidrográfica 1426 – Río Colimes

La unidad hidrográfica 1426 o río Colimes con una extensión de 99664,86 hectáreas y 17608,42 hectáreas de áreas protegidas, forma parte de los cantones Jipijapa, Paján, Olmedo y 24 de Mayo, siendo Paján el cantón que abarca mayor área en la cuenca, con más del 73% con un total de 35702 habitantes, la cuenca forma parte del Río Colimes, su afluente más importante, que a su vez está formado por el Río Bachal y el Río Paján. La principal característica en cuanto al tipo de suelo que se presenta es su capacidad para la absorción de agua.

Más del 36% del suelo es arcilloso, y cerca del 60% del restante se cataloga como suelo Franco (recomendado para la producción agrícola) y Franco-Arcilloso con niveles de arcillas superiores al 35%. La producción agrícola de la cuenca es muy alta en relación a su extensión. La mayor cantidad de tierras cultivadas se encuentran en la parte central de la cuenca, y en la zona noroeste de la misma.

Tabla 52. Datos predominantes de la cuenca Río Colimes

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	99664,86	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	17608,42	Hectáreas	18%
HABITANTES	35.702	Familias	N/A
CAUDAL	230,78	m3/s	N/A

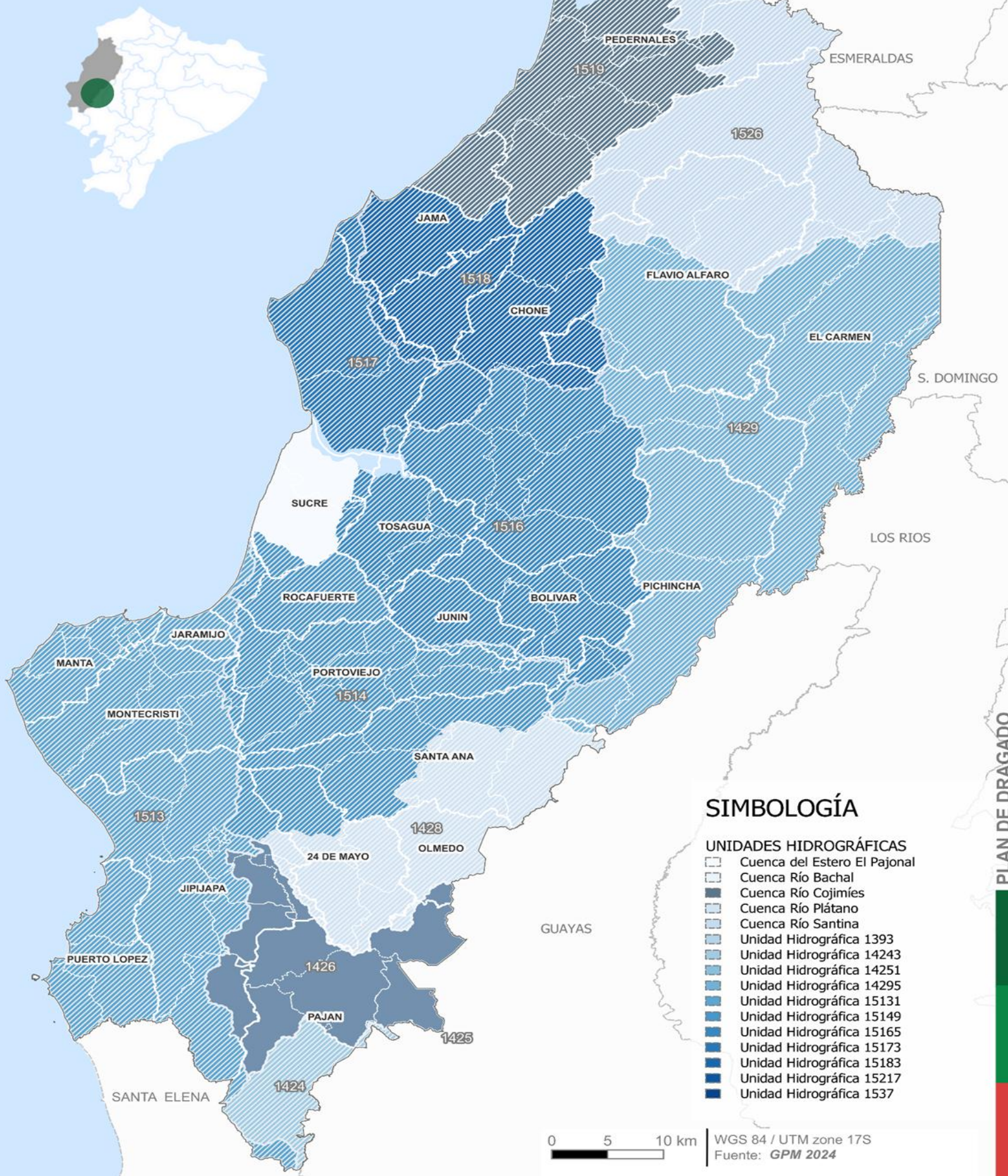
2.3.1.1.52 Fuente: (ET PDM GADPM, 2023-2024)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1426 - RIO COLIMES

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- UNIDADES HIDROGRÁFICAS**
- Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimies
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

Sedimentos de la cuenca del río colimes

Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Colimes con una superficie de 996.64 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: 24 de mayo, Pajan, Jipijapa en la parte centro occidental del Ecuador

2.3.1.1.53 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

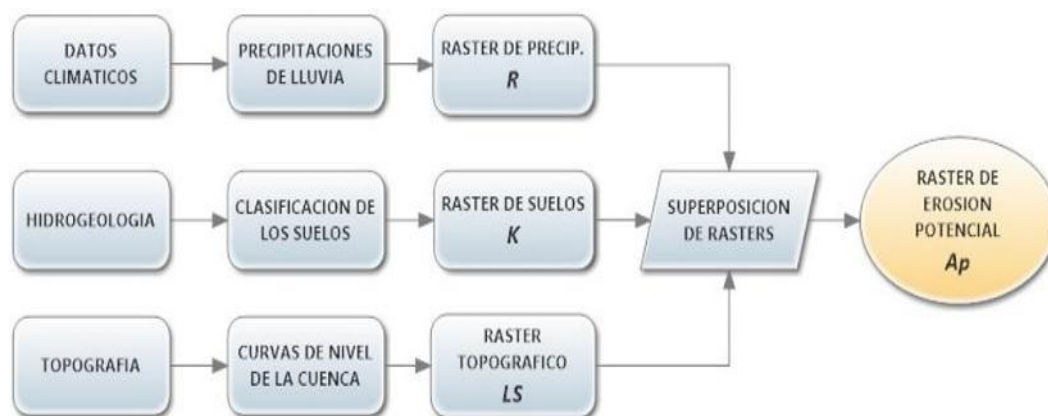
Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)

- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 16.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.54 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978 [Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo. La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtienen los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 85.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

Nº	Código de Estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del FactorR .



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO COLIMES

Escala de fuente - 1:25,000



OLMEDO

24 DE MAYO

1428

1513

S. DOMINGO

1426

PAJAN

1425

1424

SIMBOLOGÍA

FACTOR R

MJ.mm/ (ha.h)

- $\leq 400,6849$
- 400,6849 - 700,2662
- 700,2662 - 999,8476
- 999,8476 - 1299,4290
- $> 1299,4290$

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.55 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quetenga.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharp & Williams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 86.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
BK	81.6	6.8	11.7	0.44
LC	64.3	12.2	23.5	0.63

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

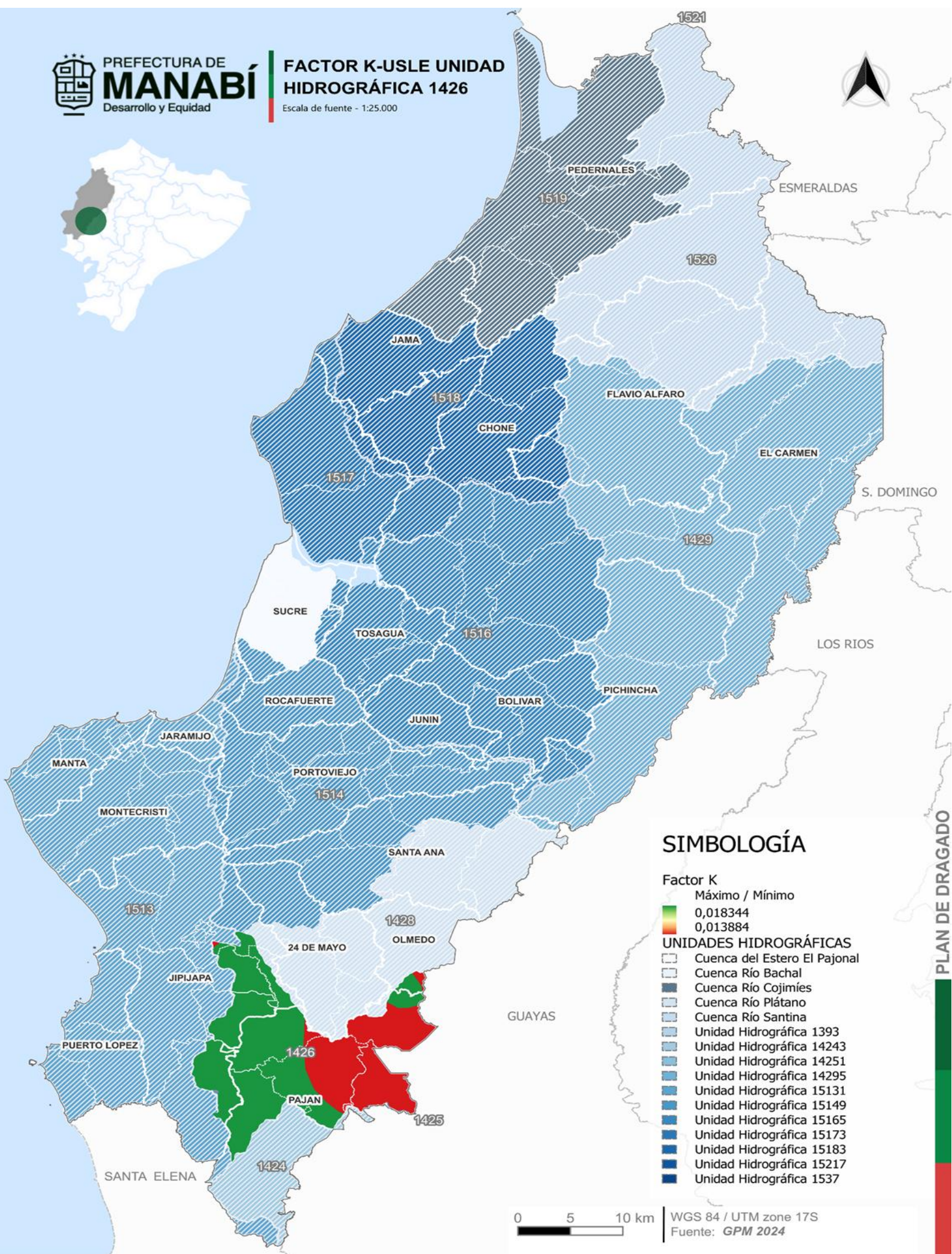
Tabla 87.-Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
BK	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.10542552	0.01388454
LC	0.20000016	0.72461527	0.97770189	0.98303377	0.13928768	0.01834419

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)



Escala de fuente - 1:25.000



2.3.1.1.56 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

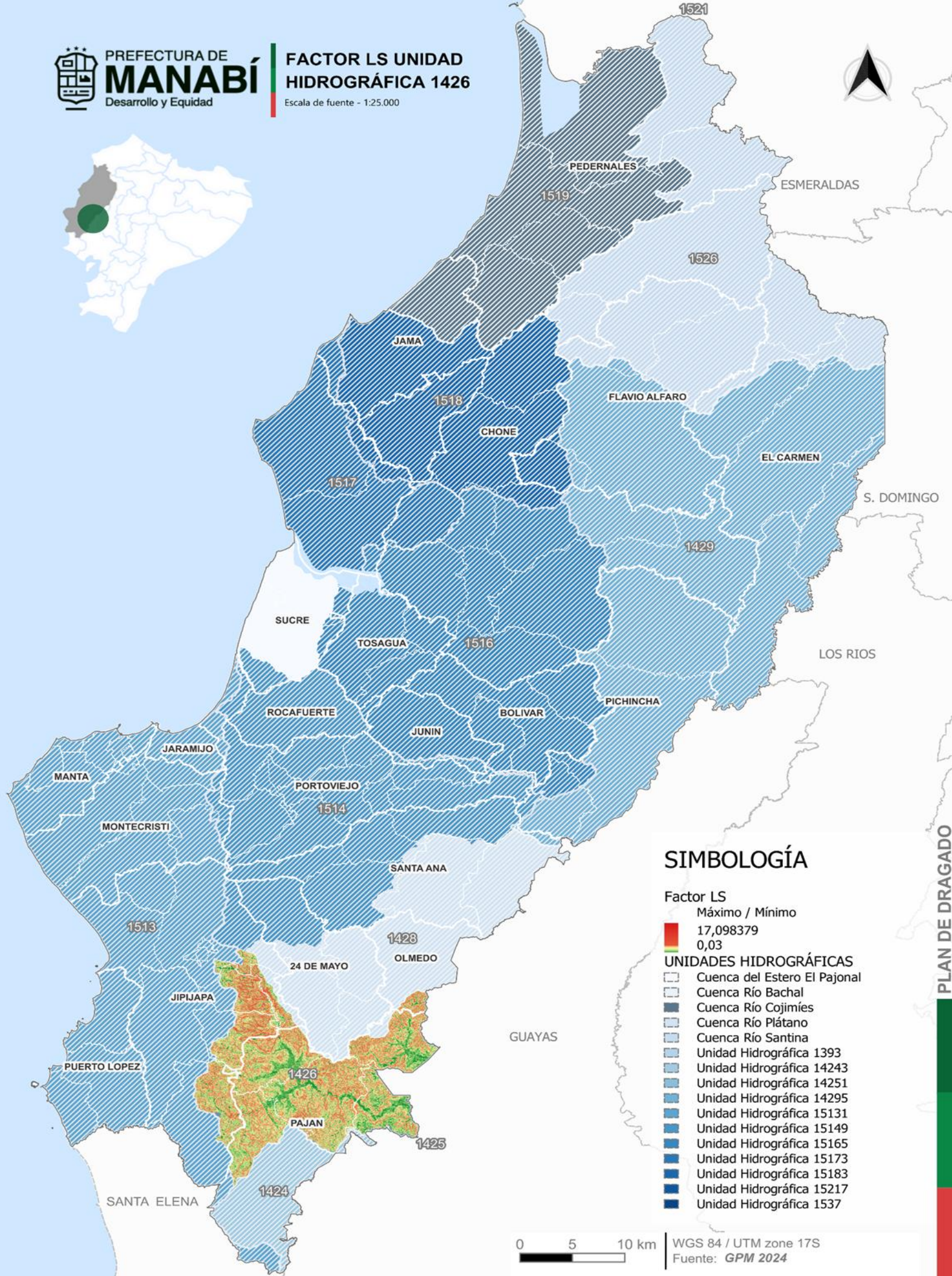
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río colimes para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

FACTOR LS UNIDAD HIDROGRÁFICA 1426

Escala de fuente - 1:25.000



2.3.1.1.57 Cálculo del USLE

La *erosión hídrica potencial* (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

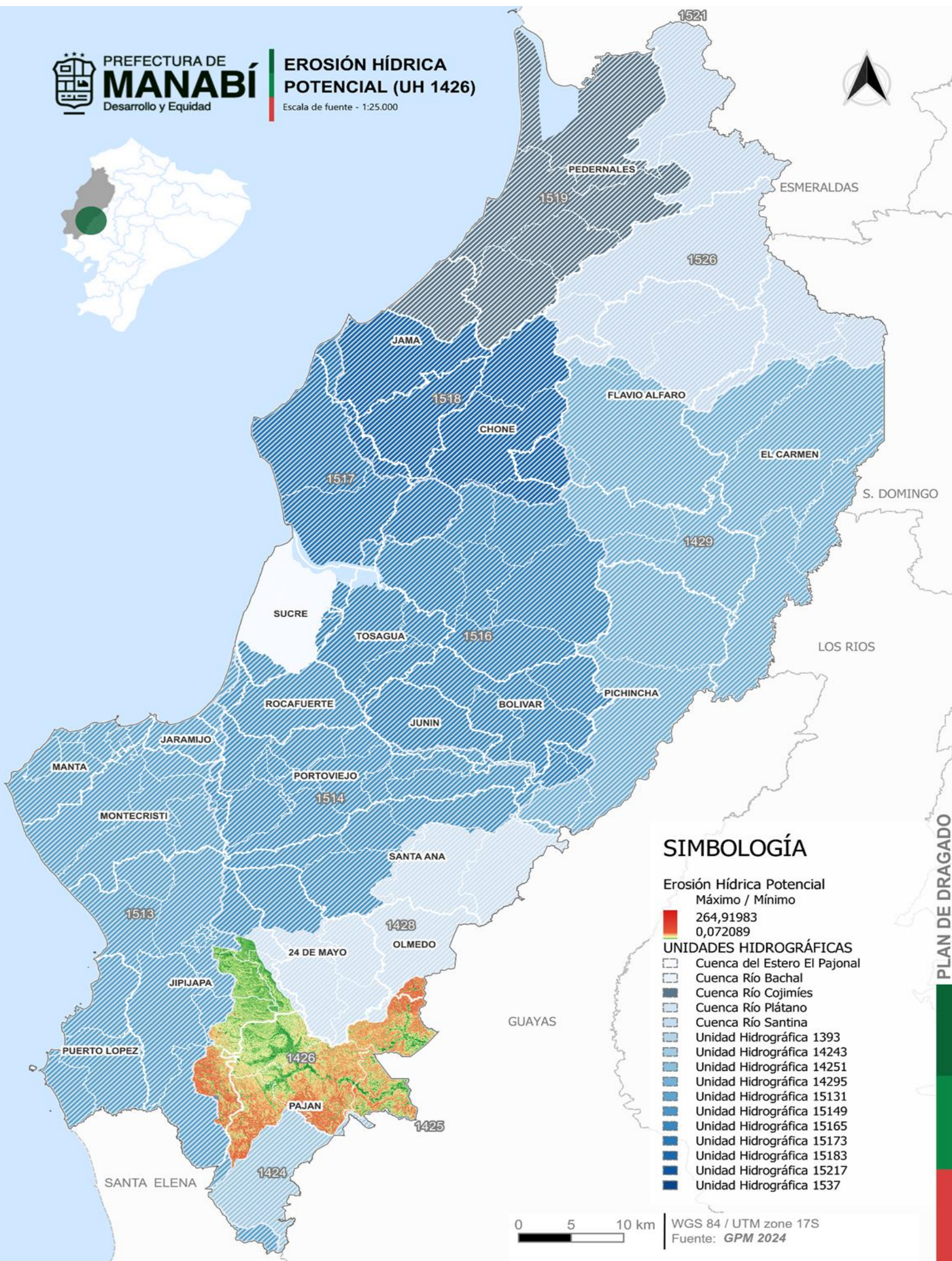
$$A = R * K * LS$$



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL (UH 1426)

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

Erosión Hídrica Potencial
Máximo / Mínimo

264,91983
0,072089

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimies
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL DE LA CUENCA DEL RÍO COLIMES

Escala de fuente - 1:25.000



OLMEDO

24 DE MAYO

1428

1513

1426

PAJAN

2012000

1425

1424

SIMBOLOGÍA

INT EPH	Ton/ha/año
	<= 1
	1 - 5
	5 - 15
	15 - 50
	50 - 200
	> 200

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

PLAN DE DRAGADO

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos de la Tabla 4.

Tabla 88.-Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	0.5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.58 Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

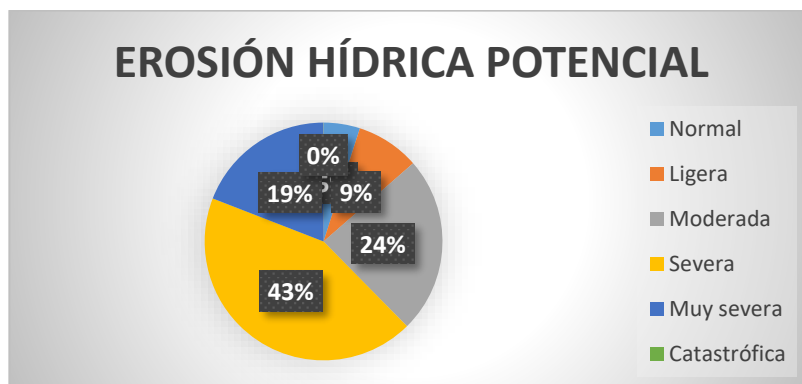
El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 101.10 y 1599.01 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de colimes.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0.0138 – 0.0183 ton.ha.h/ (MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.01 – 55.73.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Colimes se encuentra en los límites de 0.02 y 830.78 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica.

Gráfico 8.-Distribución porcentual de a EHP



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Tabla 89.-Clasificación de la erosión hídrica Colimes

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	48.87059	4.95
Ligera	85.264264	8.63
Moderada	237.623712	24.05
Severa	427.562879	43.27
Muy severa	188.5164925	19.08
Catastrófica	0.26729983	0.03

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Los valores críticos de la EHP (severa a moderada) alcanzan un total del 43.27 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “15 - 50 t/ha/año” a “0.5 - 15 t/ha/año” a en un 24.05% de la cuenca significando una erosión.

2.3.1.1.59 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

Tabla 57. Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO INVERSIÓN
2020	0,05	224,61	0,02%	415	\$ 11.536,56
2021	2,26	224,61	1,01%	1139	\$ 68.162,87
2022	6,35	224,61	2,83%	775	\$ 47.756,88
2023	1,73	224,61	0,77%	375	\$ 8.925,00
TOTAL GENERAL	10,39	224,61	4,63%	2704	\$ 136.381,31

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Las intervenciones de dragado mecánico en la cuenca Colimes entre 2020 y 2023 han cubierto el 4.63% de la longitud total disponible para dragado (224.61 km), beneficiando a 2704 familias con una inversión total de \$136,381.31. El año 2022 fue el más significativo en términos de longitud intervenida (6.35 km) y porcentaje intervenido (2.83%), mientras que 2021 tuvo la mayor inversión (\$68,162.87) y el mayor número de familias beneficiadas (1139). Estas intervenciones han sido esenciales para mitigar las inundaciones y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales, evidenciando un impacto positivo a pesar de la fracción relativamente pequeña de la longitud total intervenida.

A pesar de los logros, es evidente que solo se ha intervenido una pequeña parte de la longitud total disponible, lo que indica que hay margen para ampliar los esfuerzos de dragado. Para maximizar los beneficios y proporcionar una protección más completa contra las inundaciones, es crucial que futuras intervenciones sean cuidadosamente planificadas y priorizadas en las áreas más vulnerables. Esto asegurará que los recursos sean utilizados de manera eficiente y que se continúe mejorando el desarrollo y la resiliencia de la cuenca Colimes frente a eventos de inundación.

2.3.1.1.60 Unidad Hidrográfica Puca 1428

La unidad hidrográfica 1428 se cuenta al suroeste de la provincia de Manabí con un área de 116168,80 hectáreas. Los cantones Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo forman parte de la cuenca con un total de 83.987 habitantes. Al ser parte de una cuenca mayor, la unidad hidrográfica es limitada por los límites propiamente de la provincia, siendo el Río Puca, su afluente de mayor importancia en conjunto con el Río La Unión. La cuenca, por su ubicación privilegiada, posee alrededor del 83% de suelo agropecuario y un 16,24% del área en bosques. El porcentaje restante se resuelve en zonas de vegetación herbácea y arbustiva y zonas antrópicas. En consecuencia, esta cuenta posee condiciones apropiadas para el desarrollo agropecuario por su calidad de suelo.

Las características del suelo de la cuenca proporcionan la calidad suficiente para quemás de tres cuartas partes de la misma sea situada como cuenca con potencial agropecuario alto. Su suelo oscila entre Franco y Franco-Arcilloso. La abundante red hídrica de esta cuenca proporciona el desarrollo agropecuario en conjunto con la taxonomía del suelo registrado en sus límites.

Tabla 90.-Datos predominantes Cuenca Río Puca

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	116168,80	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	N/A	Hectáreas	N/A
HABITANTES	83.987	Familias	N/A
CAUDAL	334,40	m3/s	N/A

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.61 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

La unidad hidrográfica 1428, durante los años 2015, 2019 y 2023 es donde se presentaron emergencias por inundaciones provocadas por fuertes precipitaciones.

La Secretaría Nacional de Riesgos (2015) informó “que producto de las fuertes lluvias registradas la tarde noche de este viernes 4 de diciembre del 2015 varios sectores de los cantones Santa Ana y Olmedo quedaron llenos de agua y en el caso de la zona rural algunas viviendas afectadas”, lo que se estima alrededor de 700 viviendas afectadas.

En el año 2019 El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), a través de la Coordinación Zonal 4, informó “que el Comité de Operaciones de Emergencias (COE) cantonal de Santa Ana, declaró la emergencia debido a las inundaciones provocadas por fuertes lluvias en la zona que han afectado alrededor de 1.200 personas de las parroquias La Unión y Pueblo Nuevo”.

Según reporte de la Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos (UMEVA), “la crecida de quebradas y ríos en la zona alta de la cuenca alta de los ríos en el sector de la parroquia La Unión, ocasionó inundaciones en alrededor de 300 viviendas”.

En marzo del 2023, el diario Universo relata que una fuerte lluvia inundó zonas del cantón 24 de Mayo, en Manabí, afectando más de 30 viviendas en algunos sectores de la zona céntrica del cantón.

2.3.1.1.62 Afectaciones valoradas suscitadas en la unidad hidrográfica 1428

En este punto se reflejan las pérdidas en las viviendas afectadas por las inundaciones, al igual que el transporte interno.

Tabla 91.-Afectaciones con declaratorias emergentes valoradas por año unidad hidrográfica 1428

AÑO	N° VIVIENDAS AFECTADAS	FAMILIAS AFECTADAS	PÉRDIDAS DÓLARES \$
2015	700	3500	\$ 1.750.000,00
2019	300	1500	\$ 750.000,00
2023	30	150	\$ 75.000,00
TOTAL	1030	5150	\$ 2.575.000,00

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Los eventos de emergencias reportados en esta cuenca durante los años 2015, 2019 y 2023, los cuales registraron 5150 familias afectadas de manera directa, distribuidas en 1030 viviendas afectadas.

Es importante mencionar, que el mitigar y reducir estas afectaciones por inundación apunta favorablemente a la continuidad del empleo y a las condiciones laborales en el sector, sin que se vean interrumpidas por la temporada invernal, que es el escenario ideal.

Por ello, la Prefectura de Manabí, por medio de la Dirección de Riego y Drenaje, ha destinado un totalde \$34,511.93 desde el año 2021 para llevar a cabo operaciones de dragado mecánico con elfin de limpiar y desazolver ríos y quebradas en esta cuenca.

Tabla 92.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

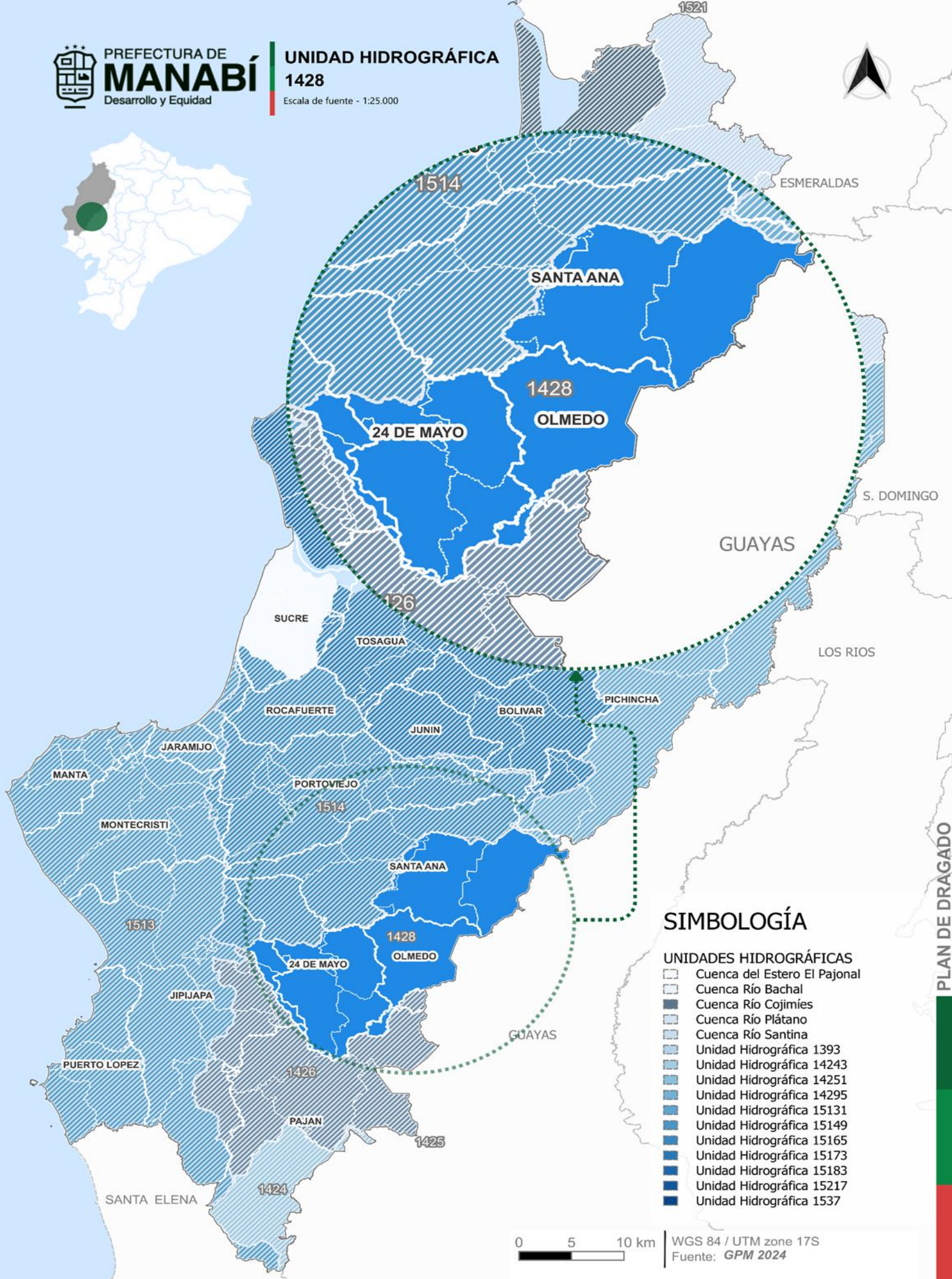
AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO INVERSIÓN
2021	4,81	326,36	1,47%	415	\$ 49.412,69
2022	3,63	326,36	1,11%	1062	\$ 25.549,70
2023	2,01	326,36	0,62%	2633	\$ 47.663,04
2024	0,18	326,36	0,06%	110	\$ 7.000,00
TOTAL GENERAL	10,63	326,36	3,26%	4220	\$ 129.625,43

Fuente: (ET PDPM GADPM , 2023-2027)

El propósito de estas acciones es prevenir y mitigar el riesgo de inundaciones, y se han llevado a cabo en una extensión total de 10,63 kilómetros en diversos puntos del río Viejo, río Bachillero, río Portoviejo, río Grande, río Mata de Plátano, así como estero el Guarumo y La Laguna, entre otros lugares, esto permitiendo beneficiar a 4220 familias.

El análisis de las intervenciones de dragado en la unidad hidrográfica 1428 desde 2021 hasta 2024 muestra un esfuerzo continuo para mitigar y prevenir inundaciones, con una inversión total de \$129,625.43. Durante este período, se intervinieron 10.63 km de un total disponible de 326.36 km, lo que representa un 3.26% de la longitud total. A lo largo de los años, el número de familias beneficiadas ha aumentado significativamente, de 415 en 2021 a 2633 en 2023, aunque disminuyó a 110 en 2024, lo cual podría indicar una mayor eficiencia en las intervenciones o la finalización de las áreas más críticas. El porcentaje de intervención anual también varía, siendo el más alto en 2021 con 1.47% y el más bajo en 2024 con 0.06%.

Estas intervenciones han sido cruciales para mejorar las condiciones de vida en el territorio, al reducir el riesgo de inundaciones y sus impactos negativos. La inversión ha permitido no solo proteger las viviendas y propiedades, sino también promover un entorno más seguro para las actividades económicas y sociales. La tendencia de aumento en el número de familias beneficiadas hasta 2023 sugiere una respuesta positiva a las necesidades de la comunidad, mientras que la disminución en 2024 podría reflejar la finalización de los proyectos más urgentes o una estrategia de mantenimiento a largo plazo. En conjunto, estos esfuerzos han contribuido a una mayor resiliencia frente a desastres naturales y a una mejora sustancial en la calidad de vida de los habitantes de la cuenca del río Puca.



PLAN DE DRAGADO

SIMBOLOGÍA

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

-

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

Sedimentos de la cuenca del río Puca

Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Puca con una superficie de 1161.688013 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Pichincha, Pajan, Balzar y 24 de mayo en la parte centro occidental del Ecuador

2.3.1.1.63 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 17.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.64 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978 [Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo. La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtienen los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 93.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

Nº	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

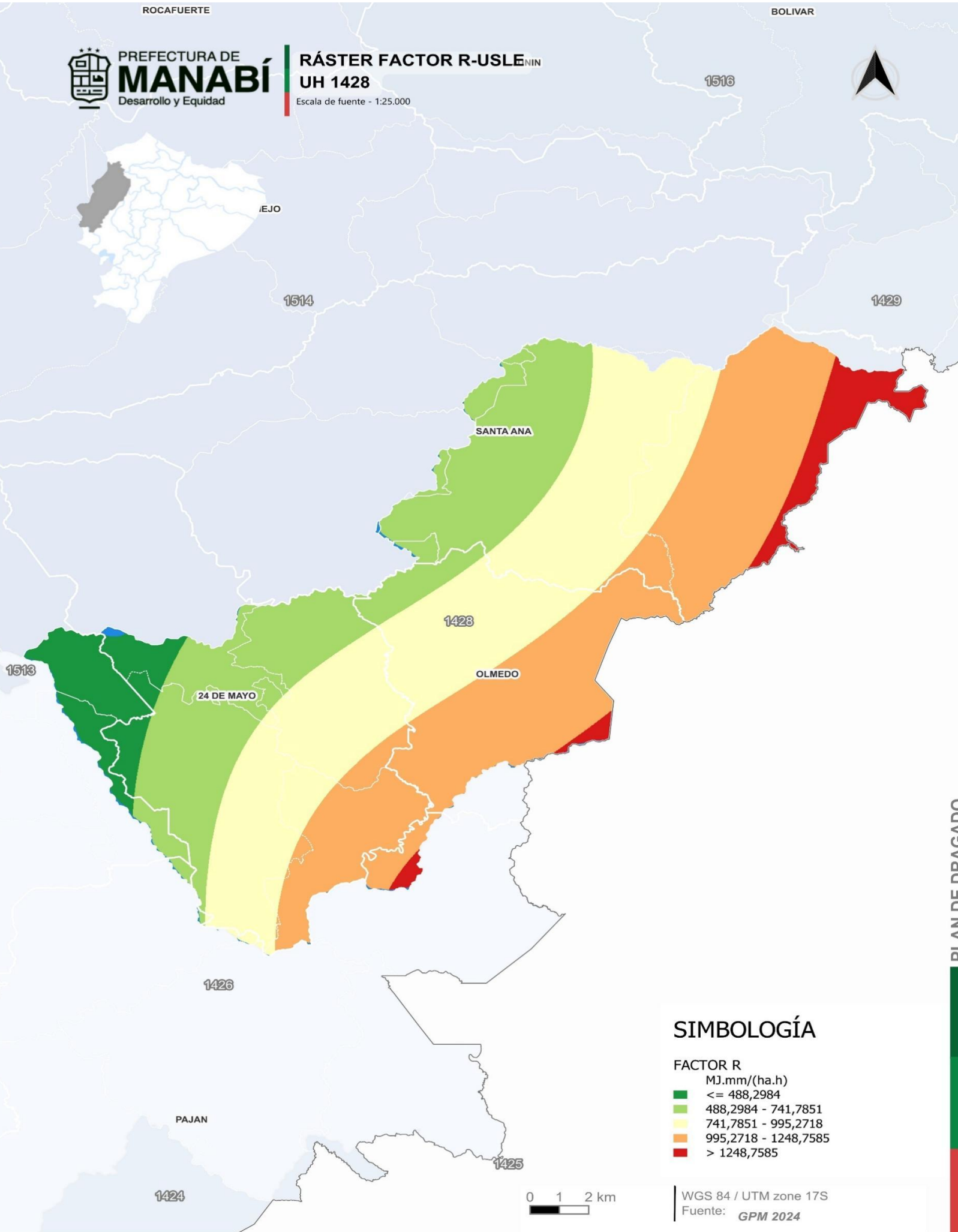
Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-USLE^{NIN} UH 1428

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR R

MJ.mm/(ha.h)

- $\leq 488,2984$
- $488,2984 - 741,7851$
- $741,7851 - 995,2718$
- $995,2718 - 1248,7585$
- $> 1248,7585$

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

2.3.1.1.65 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quetenga.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Wiliams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 94.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
TV	64,5	26,2	9,3	1,4
VP	25,1	12,2	62,7	0,68
BK	81,6	6,8	11,7	0,44
LC	64,3	12,2	23,5	0,63

Tabla 3: Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
TV	0,20000153	0,91289721	0,83039762	0,98235569	0,14893956	0,01961534
VP	0,20106407	0,58018087	0,97271759	0,99999539	0,11347042	0,01494405
BK	0,2	0,74062975	0,99060501	0,71847898	0,10542552	0,01388454
LC	0,20000016	0,72461527	0,97770189	0,98303377	0,13928768	0,01834419

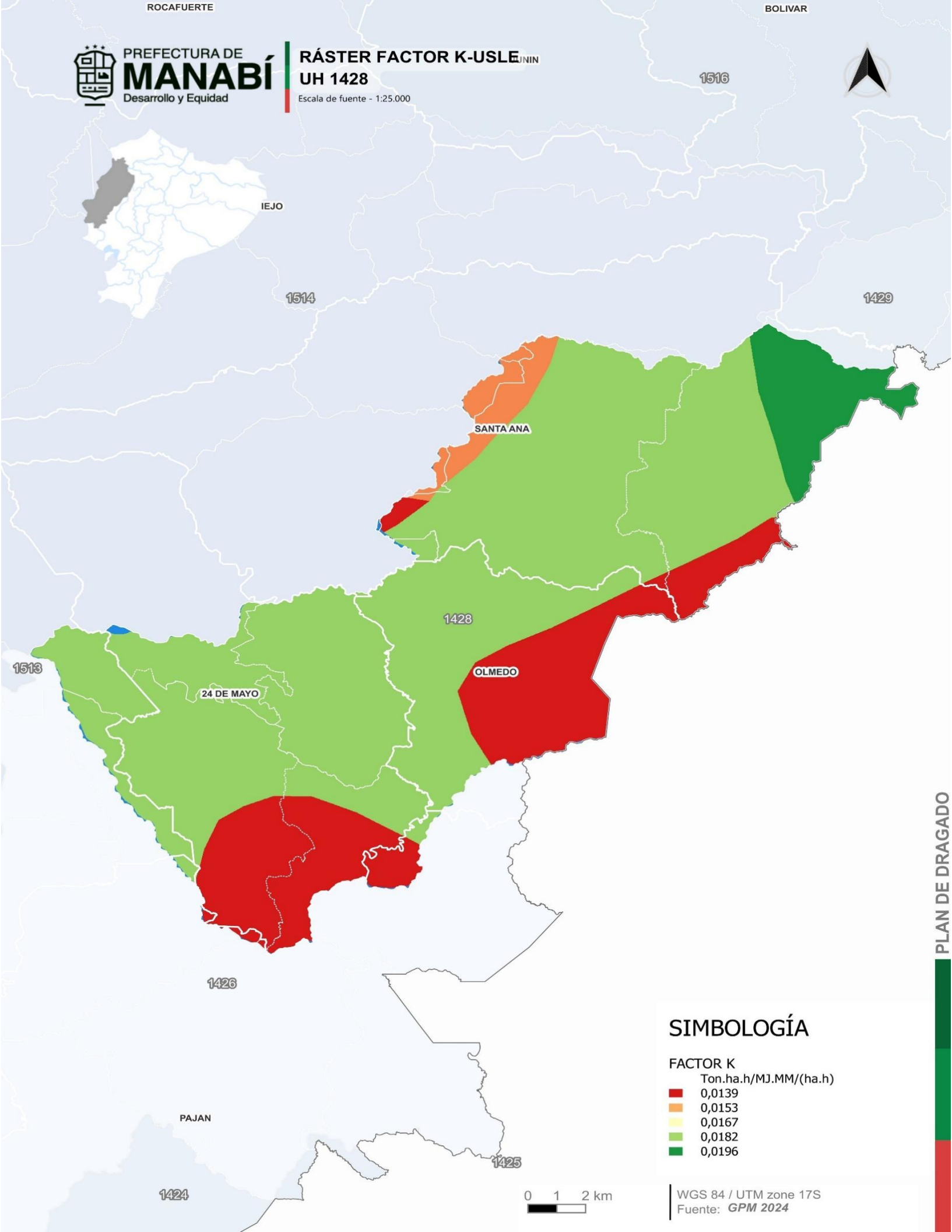


PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UNIN

UH 1428

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR K

Ton.ha.h/MJ.MM/(ha.h)

- 0,0139
- 0,0153
- 0,0167
- 0,0182
- 0,0196

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

2.3.1.1.66 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

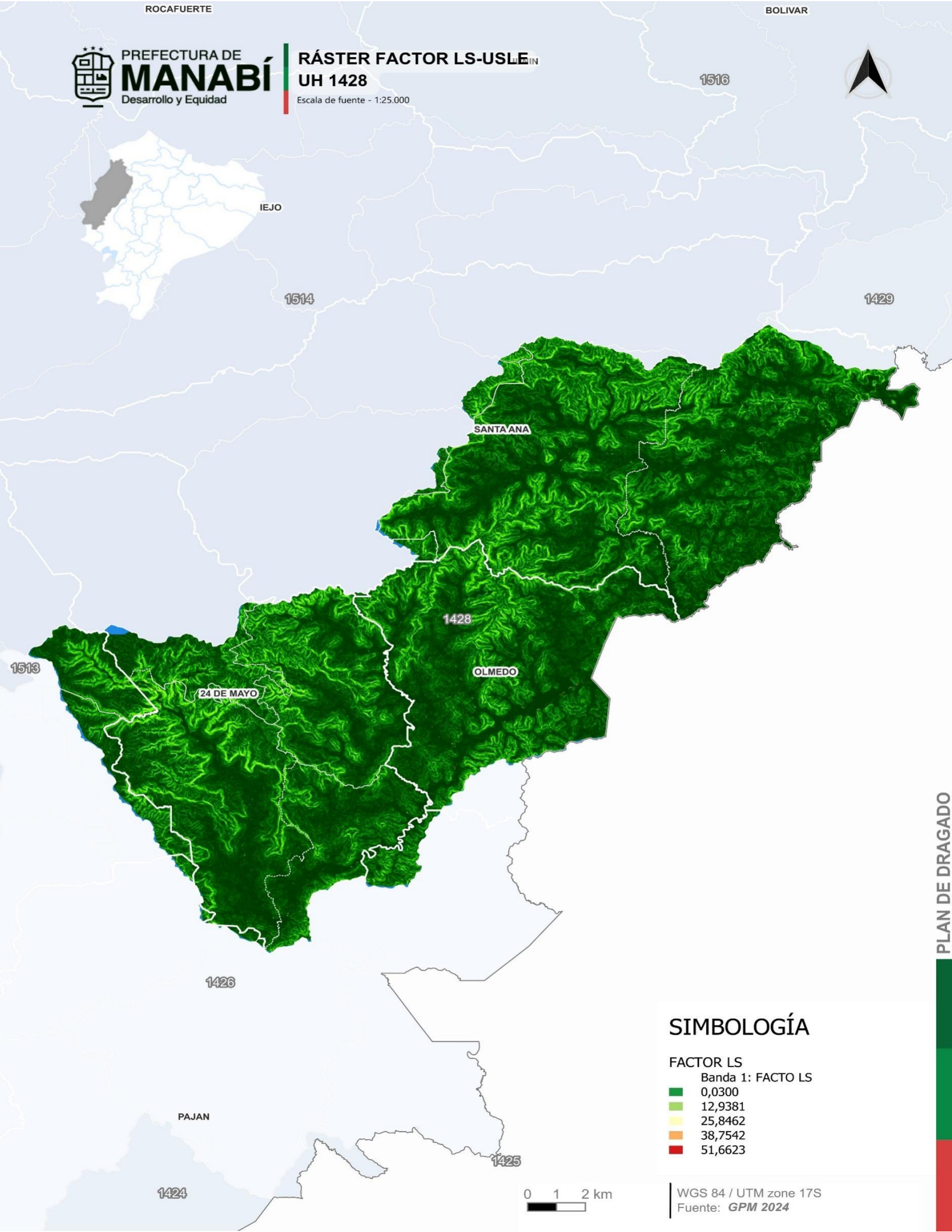
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR LS-USLE UH 1428

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR LS

Banda 1: FACTO LS

- 0,0300
- 12,9381
- 25,8462
- 38,7542
- 51,6623

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

Cálculo del USLE

La erosión hídrica potencial (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

$$A = R * K * LS$$



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RRÁSTER DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1428

Escala de fuente - 1:25.000

1516



IEJO

1514

1429

SANTA ANA

1428

OLMEDO

24 DE MAYO

1513

1426

PAJAN

1425

1424

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

EPH	Ton/ha/año
	0
	117
	233
	350
	466

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1428

Escala de fuente - 1:25.000

1516



IEJO

1514

1429

SANTA ANA

1428

OLMEDO

24 DE MAYO

1513

1426

PAJAN

1425

1424

0 1 2 km

SIMBOLOGÍA

EPH INT	
Ton/ha/año	
	<= 1
	1 - 5
	5 - 15
	15 - 50
	50 - 200
	> 200

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos de la Tabla 4.

Tabla 4: Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 231.09 y 1508.39 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de Puca.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0,01834419 – 0,01961534 ton.ha.h/ (MJ.mm. ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 181.56.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Puca se encuentra en los límites de 0.14 y 2913.14 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica. En la Figura 8 y en la tabla 5 se indican los porcentajes de afectación de la EHP según dicha clasificación.

Figura 8: Distribución porcentual de a EHP

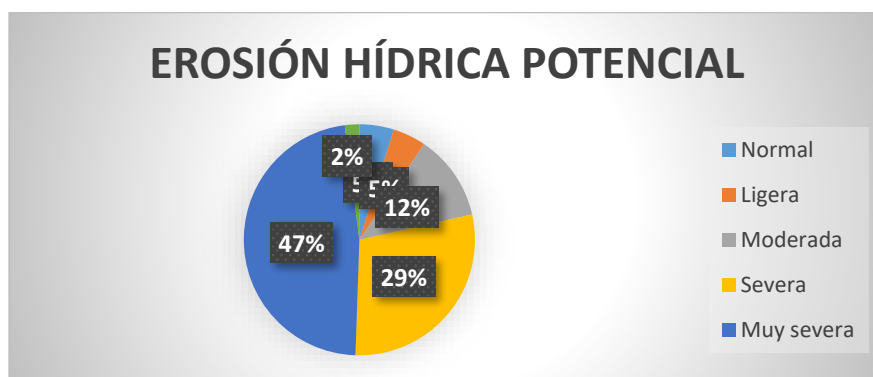


Tabla 5: Clasificación de la erosión hídrica del Rio Puca

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	55,76634	4,83
Ligera	53,525696	4,64
Moderada	138,642435	12,01
Severa	335,5343215	29,06
Muy severa	547,7046577	47,44
Catastrófica	23,34418532	2,02

Los valores críticos de la EHP (severa y muy severa) alcanzan un total del 47.44 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “15 – 50 t/ha/año” a “50 – 200 t/ha/año”, por otro lado, se puede observar en la tabla 5 que hay dos valores representativos con un porcentaje de 47.44 y 29.06.

2.3.1.1.67 Unidad Hidrográfica Pichincha 1429

La unidad hidrográfica 1429 es una de las más grandes en extensión territorial de la provincia de Manabí con un área de 358264,02 hectáreas y 187356,32 hectáreas de áreas protegidas. Conformada por los cantones Flavio Alfaro, El Carmen y Pichincha con 170.898 habitantes, esta cuenca se caracteriza por drenar al Rio Daule, siendo la subcuenca del Río de Oro lamás importante, pues descarga sus aguas al Rio Daule, formando parte de la represa Daule-Peripa. Esta cuenca posee precipitaciones relativamente altas, pues su morfometría combinada por una serie de ríos y esteros, así como la morfometría de los relieves que la conforman, la poca intervención humana, genera un caudal constante a lo largo del año.

El 83,51% del área de la cuenca es característica y propicia para la actividad agropecuaria, por su humedad y fertilidad, este tipo de actividades podrían desarrollarse con facilidad. Sin embargo, el relieve escarpado de esta cuenca imposibilita en gran medida el desarrollo de esta actividad. La cuenca, posee una taxonomía abundante, destacando aquellos suelos Francos y Francos Arcillosos, otorgando características favorables para el desarrollo agro productivo. Las características de estos suelos, en relación con las condiciones atmosféricas y derivadas en precipitaciones abundantes, generan de esta cuenca una de las más importantes zonas con recurso hídrico de la provincia.

Tabla 95.-Datos predominantes en la unidad hidrográfica 1429

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	358264,02	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	187356,32	Hectáreas	52%
HABITANTES	170.898	Familias	N/A
CAUDAL	606,75	m3/s	N/A

2.3.1.1.68 Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.69 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

Evaluar la susceptibilidad de afectaciones es importante para la gestión y planificación de recursos hídricos, así como para la implementación de medidas de mitigación y adaptación frente a posibles riesgos o impactos en la cuenca hidrográfica, por eso se muestra a continuación las afectaciones en el cantón Flavio Alfaro en el año 2023.

Tabla 96.-Afectaciones con declaratorias emergentes valoradas por año unidad hidrográfica 1429

AÑO	INFRAESTRUCTURA PÚBLICA	TOTAL
2023	900.000,00	\$900.000,00

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Los eventos de emergencias reportados en esta cuenca durante el año 2023, los cuales registraron 1000 familias afectadas de manera directa, distribuidas 4 Unidades Educativas (U.E. Pablo Zamora, U.E. María Eugenia Durán, U.E. Flavio Alfaro y U.E. Cenepa), y 1 Establecimiento de Salud (C.S. Flavio Alfaro).

Tabla 97.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGADO KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO DE INVERSIÓN
2020	0,04	2478,27	0,002%	500	\$ 3.179,00
2022	3,21	2478,27	0,130%	1230	\$ 53.688,82
2023	16,57	2478,27	0,669%	2430	\$ 607.828,55
2024	0,05	2478,27	0,002%	300	\$ 6.030,00
TOTAL GENERAL	19,87	2478,27	0,802%	4460	\$ 670.726,37

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

El análisis de las intervenciones de dragado en la cuenca de Pichincha entre 2020 y 2024 revela un esfuerzo significativo y creciente para mitigar y prevenir inundaciones, así como para reducir las pérdidas de cultivos y mejorar las condiciones de vida de los habitantes del área. En total, se intervinieron 19,87 km de los 2478,27 km disponibles para dragado, lo que representa un 0,802% del total. La mayor intervención se produjo en 2023 con 16,57 km (0,669%), beneficiando a 2430 familias con una inversión de \$607.828,55. Esto contrasta notablemente con los años 2020 y 2024, donde las intervenciones fueron mínimas (0,04 km y 0,05 km, respectivamente), beneficiando a menos familias y con inversiones significativamente menores.

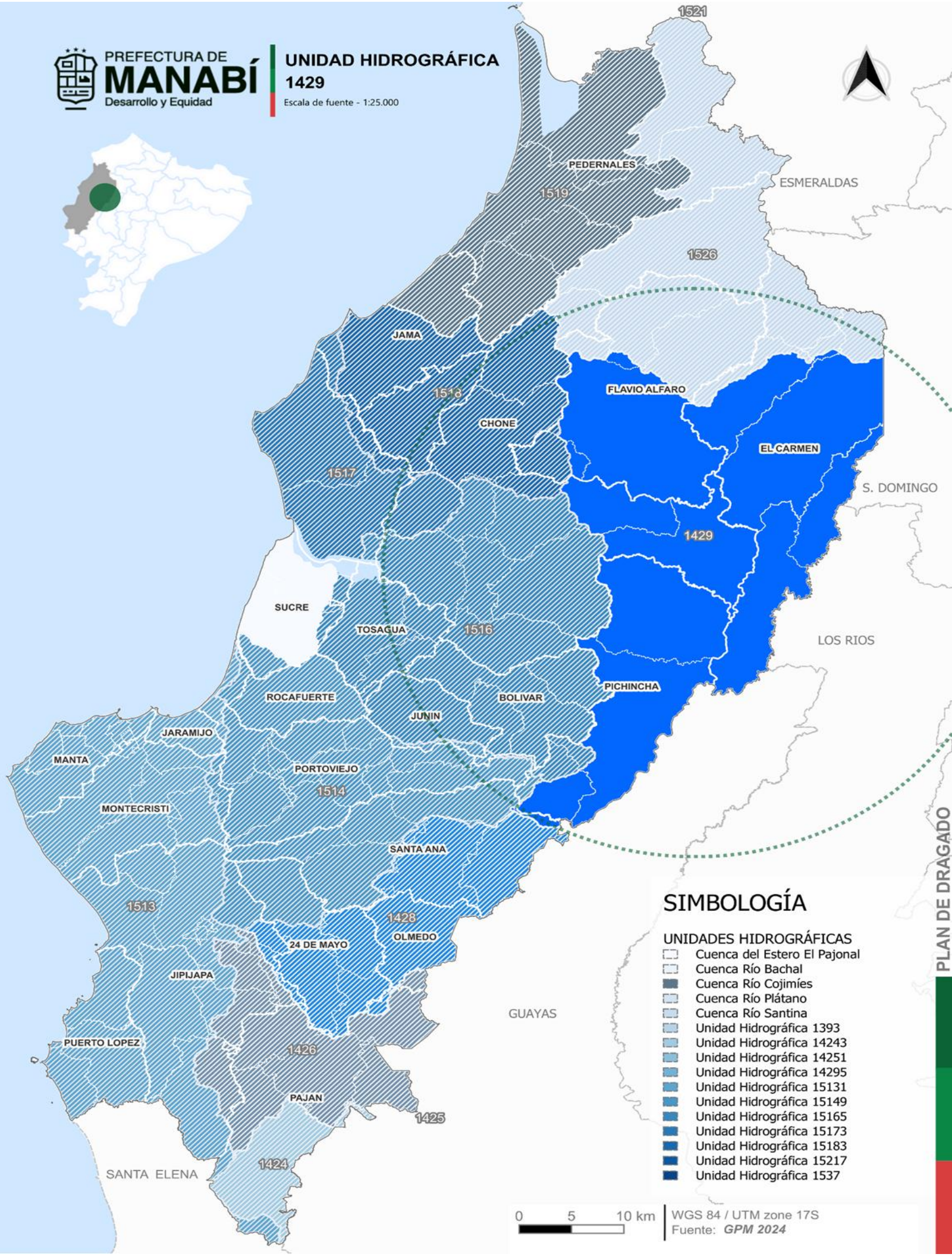
Estas intervenciones han sido cruciales para mejorar la resiliencia del territorio frente a inundaciones, que anteriormente habrían causado pérdidas significativas de cultivos y daños a las propiedades. El aumento en la longitud intervenida en 2023 sugiere una respuesta dirigida a abordar áreas críticas y vulnerables, resultando en beneficios directos para un mayor número de familias. La considerable inversión financiera en 2023 destaca la prioridad dada a estos esfuerzos en ese año. En conjunto, estas acciones no solo han reducido el riesgo de inundaciones y sus impactos económicos, sino que también han promovido una mayor estabilidad y seguridad para las actividades agrícolas y la vida diaria de los residentes, mejorando así su calidad de vida general.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1429

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

- UNIDADES HIDROGRÁFICAS**
- Cuenca del Estero El Pajonal
 - Cuenca Río Bachal
 - Cuenca Río Cojimíes
 - Cuenca Río Plátano
 - Cuenca Río Santina
 - Unidad Hidrográfica 1393
 - Unidad Hidrográfica 14243
 - Unidad Hidrográfica 14251
 - Unidad Hidrográfica 14295
 - Unidad Hidrográfica 15131
 - Unidad Hidrográfica 15149
 - Unidad Hidrográfica 15165
 - Unidad Hidrográfica 15173
 - Unidad Hidrográfica 15183
 - Unidad Hidrográfica 15217
 - Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

Sedimentos de la cuenca del río Pichincha

Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Pichincha con una superficie de 3582.64011 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Flavio Alfaro, Chone, Bolívar y Los ríos en la parte centro occidental del Ecuador

2.3.1.1.70 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

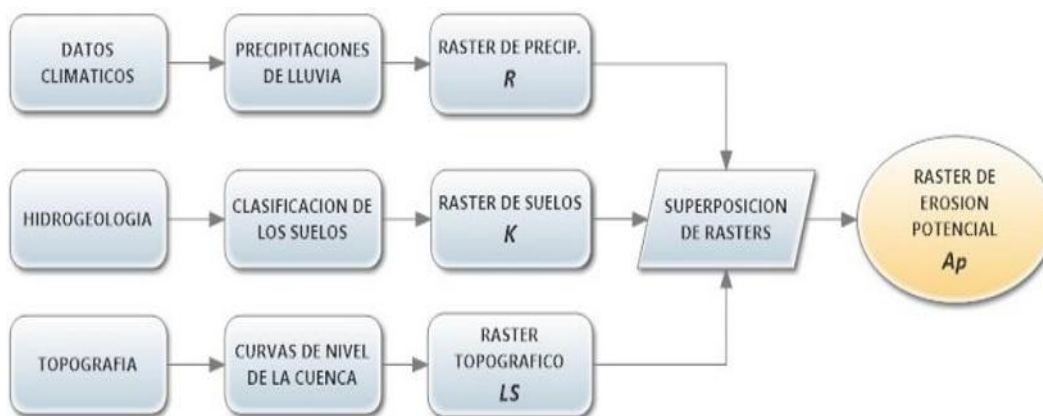
Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 18.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.71 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978 [Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo
La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtienen los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 98.-Valores anuales medios a largo plazo del factor *RUSLE*

Nº	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

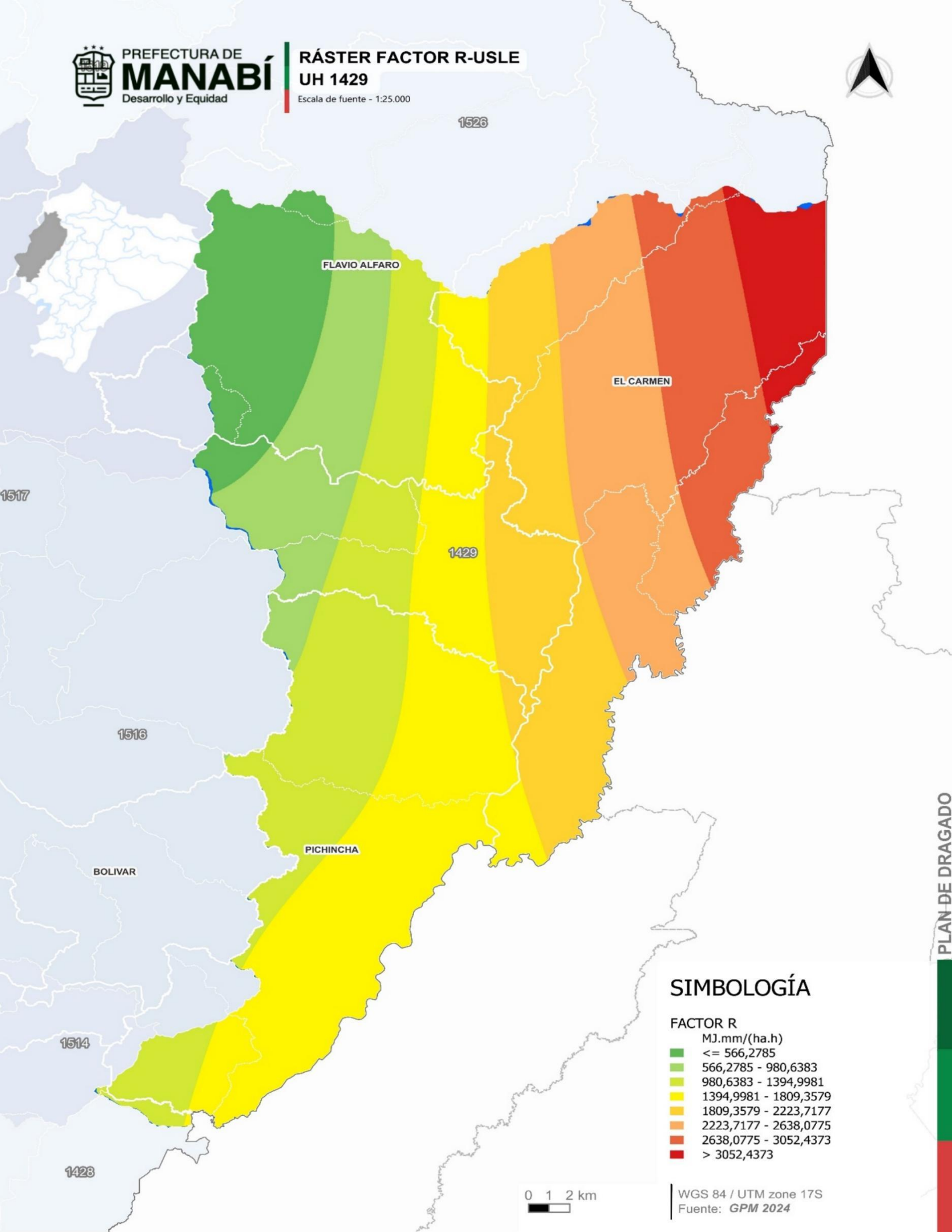
Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del Factor R (Figura 3).



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-USLE UH 1429

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR R

MJ.mm/(ha.h)

- $\leq 566,2785$
- $566,2785 - 980,6383$
- $980,6383 - 1394,9981$
- $1394,9981 - 1809,3579$
- $1809,3579 - 2223,7177$
- $2223,7177 - 2638,0775$
- $2638,0775 - 3052,4373$
- $> 3052,4373$

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Wiliams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 \text{ orgC}}{\text{orgC} + \exp[3.72 - 2.95 \text{orgC}]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

orgC = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 2: Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
ND	38,9	17,6	43,6	1,57
TV	64,5	26,2	9,3	1,4

Tabla 3: Cálculos determinación de Factor K

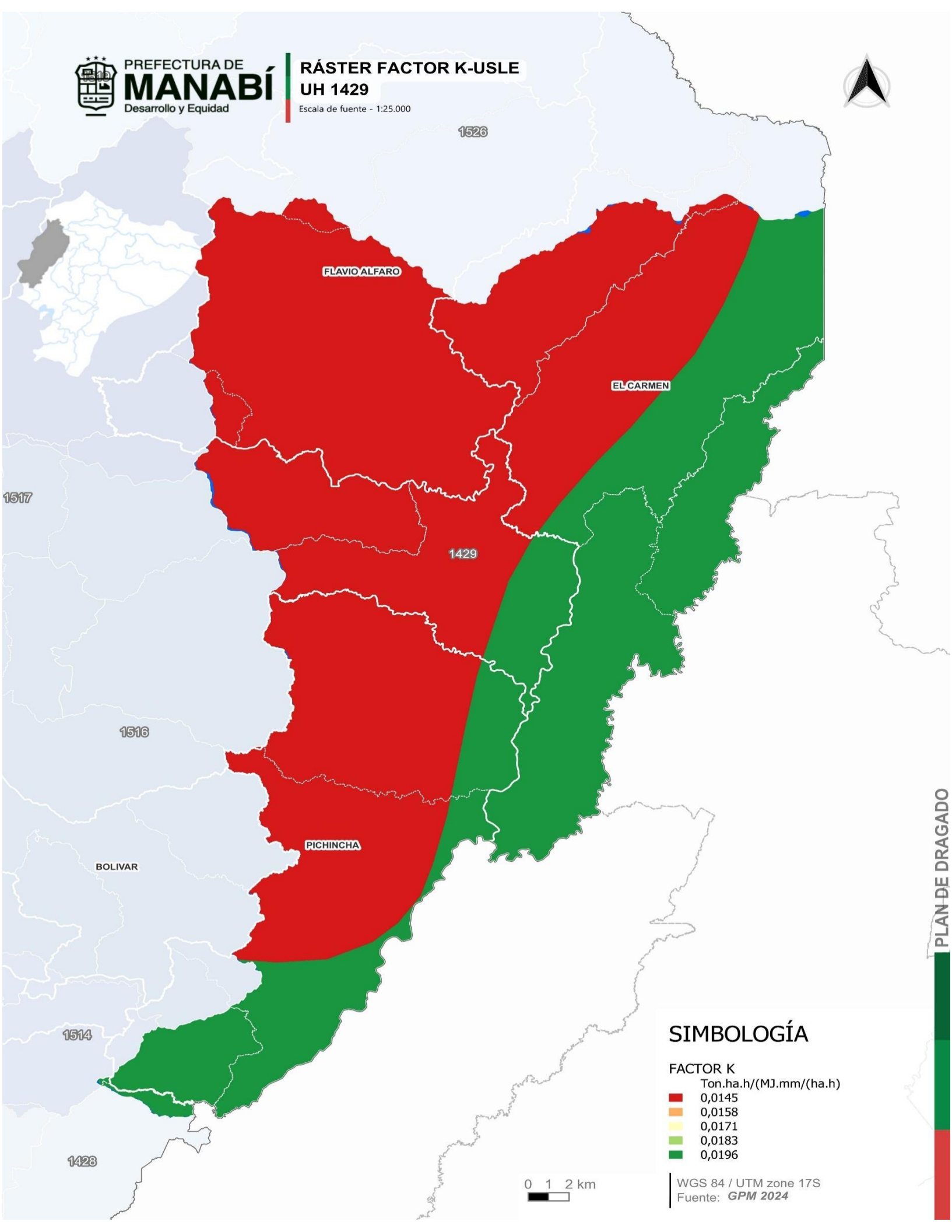
Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
ND	0,20008193	0,68806327	0,8009555	0,9999114	0,11025699	0,01452085
TV	0,20000153	0,91289721	0,83039762	0,98235569	0,14893956	0,01961534



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UH 1429

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR K

Ton.ha.h/(MJ.mm/(ha.h))

- 0,0145
- 0,0158
- 0,0171
- 0,0183
- 0,0196

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.72 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

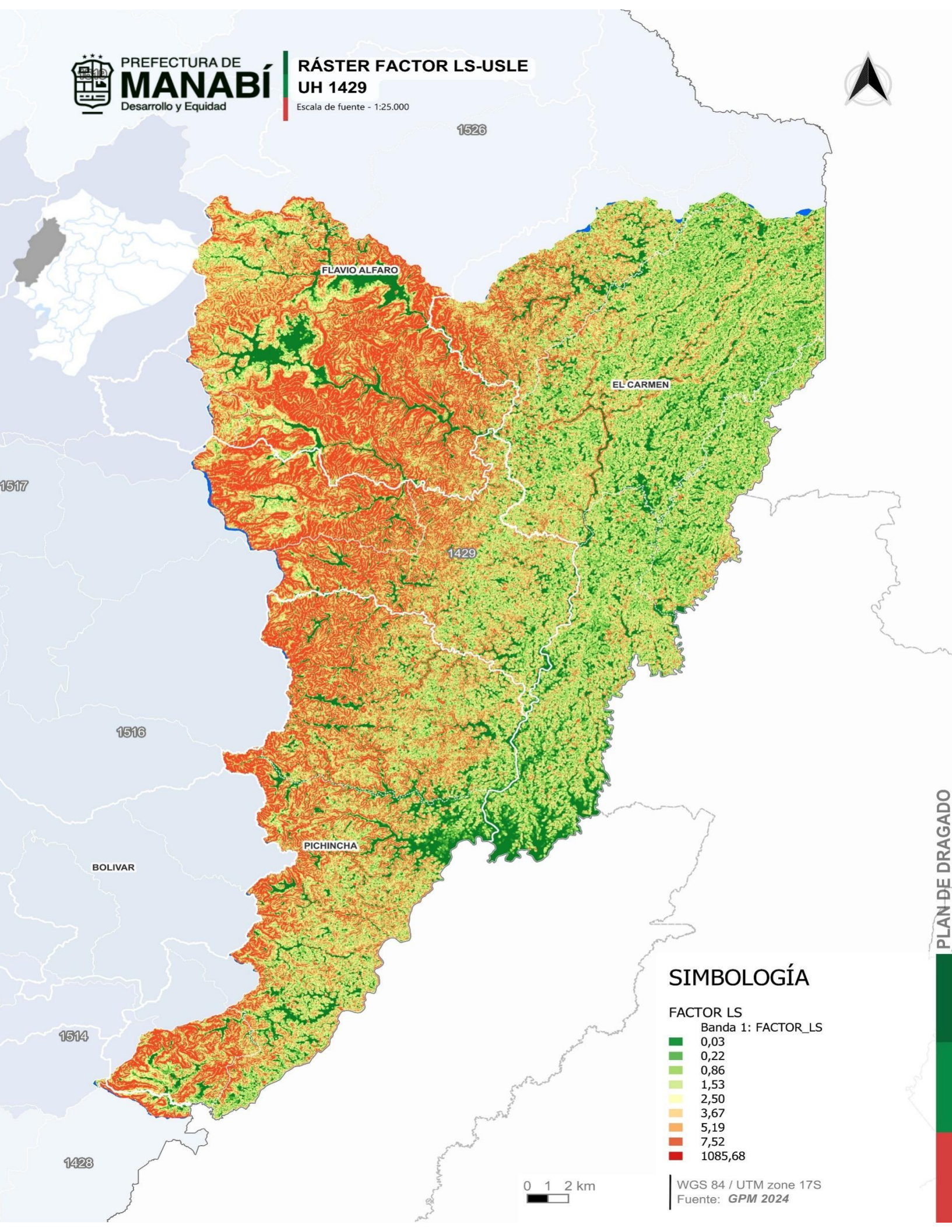
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR LS-USLE UH 1429

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR LS	
Banda 1: FACTOR_LS	
0,03	
0,22	
0,86	
1,53	
2,50	
3,67	
5,19	
7,52	
1085,68	

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

2.3.1.1.73 Cálculo del USLE

La *erosión hídrica potencial* (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

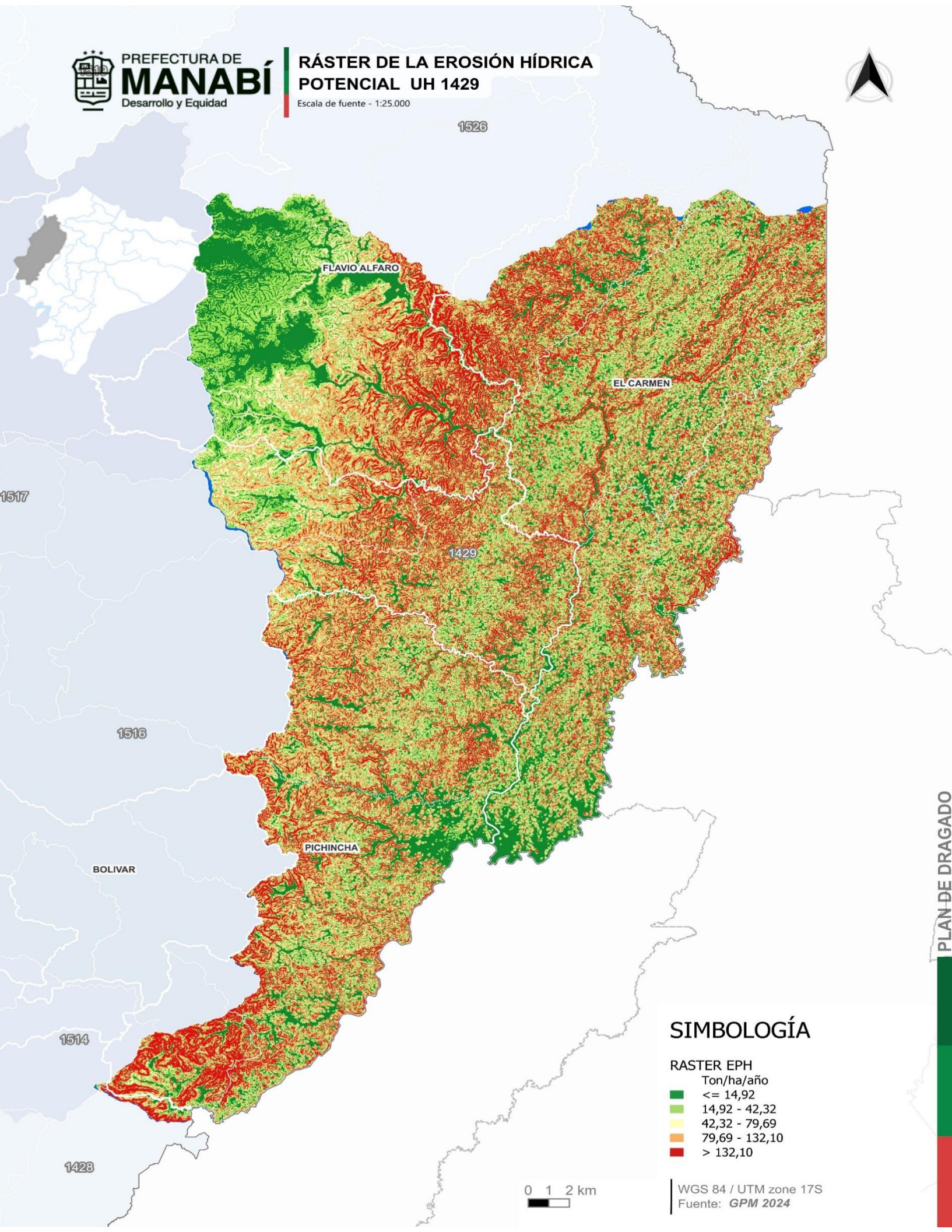
$$A = R * K * LS$$



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1429

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER EPH

	Ton/ha/año
Green	$\leq 14,92$
Light Green	14,92 - 42,32
Yellow	42,32 - 79,69
Orange	79,69 - 132,10
Red	$> 132,10$

0 1 2 km

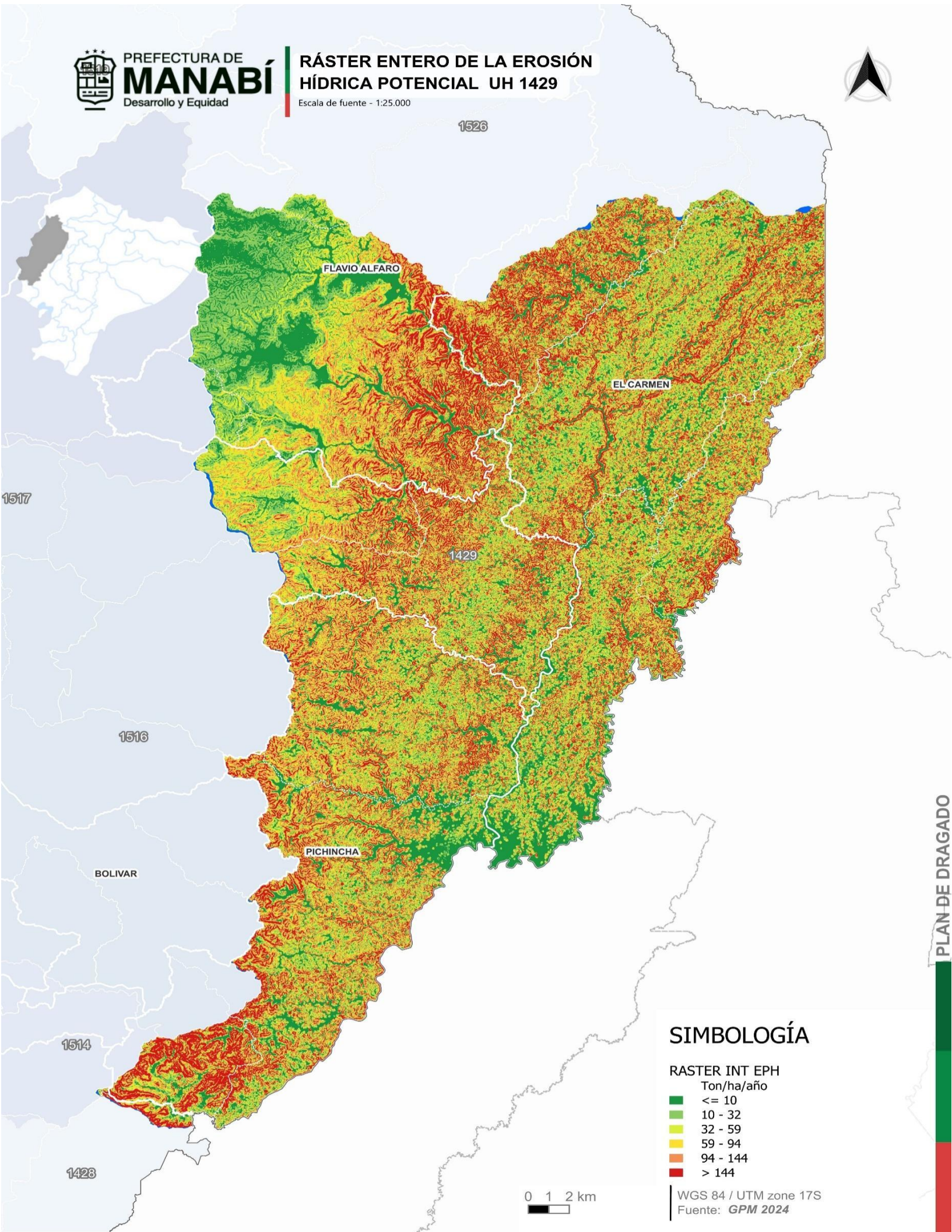
WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1429

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER INT EPH

Ton/ha/año

- <= 10
- 10 - 32
- 32 - 59
- 59 - 94
- 94 - 144
- > 144

WGS 84 / UTM zone 17S

Fuente: **GPM 2024**

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos que se muestran a continuación:

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 151.86 y 3478.49 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de Pichincha.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0,01452085 – 0,01961534 ton.ha.h/(MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 1085.68.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Pichincha se encuentra en los límites de 0.07 y 49718.20 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica. En la Figura 8 y en la tabla 5 se indican los porcentajes de afectación de la EHP según dicha clasificación.

Figura 8: Distribución porcentual de a EHP

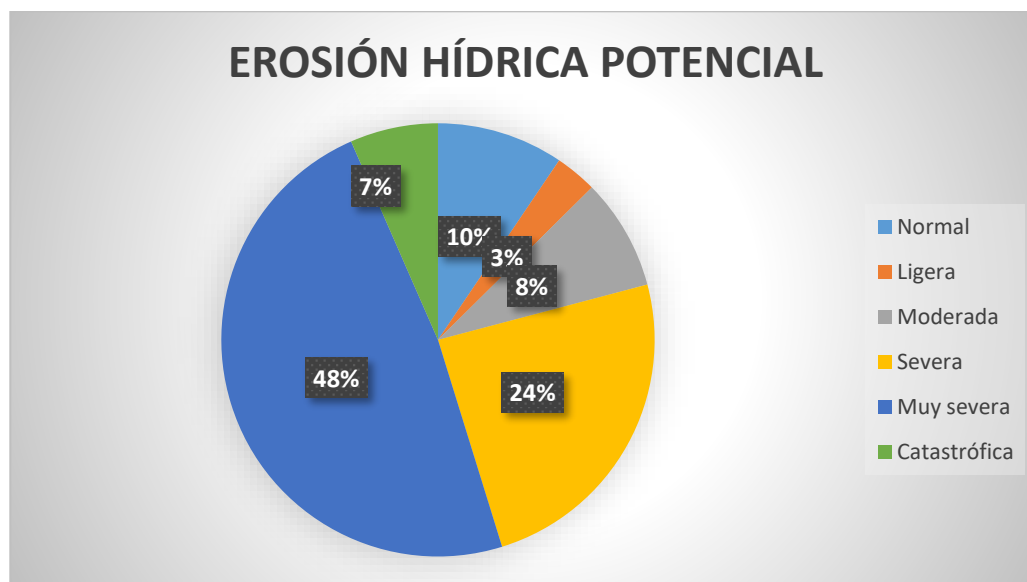


Tabla 5: Clasificación de la erosión hídrica Pichincha

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	337,254976	9,45
Ligera	111,633468	3,13
Moderada	296,396076	8,31
Severa	868,087612	24,33
Muy severa	1720,465874	48,22
Catastrófica	234,3518418	6,57

Los valores críticos de la EHP (severa y muy severa) alcanzan un total del 48,22 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “15 – 50 t/ha/año” a “50 – 200 t/ha/año”, por otro lado, se puede observar en la tabla 5 que hay dos valores representativos con un porcentaje de 48,22 y 24,33.

2.3.1.1.74 Unidad Hidrográfica 1526 - Río Quinindé

La Cuenca Hidrográfica 1526 pertenece a la cuenca del río Quinindé y cuenta con un área de 214098,40 hectáreas y con 24710,90 hectáreas de áreas protegidas, esta se encuentra ubicada en la zona norte de Manabí, está conformada por los cantones El Carmen, Chone, Flavio Alfaro y Pedernales con un total de 24918 habitantes. La cuenca del río Quinindé posee alrededor del 81% de tierras aptas para el sistema agrícola o dedicadas a este tipo

de actividades, mientras que el 18.24% es ocupada por bosques. El tipo de suelo de la cuenca tiene características favorables para el desarrollo agropecuario predominando suelos arcillosos y franco. Se generan una gran variedad de productos agrícolas en la cuenca alta del Río Quinindé, más, sin embargo, por las condiciones de humedad y precipitaciones abundantes, los productos de ciclo corto no se generan con mayor frecuencia que los de su contraparte.

Tabla 99.-Datos predominantes de la cuenca Hidrográfica 1526

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PORCENTAJE
AREA TOTAL	214098,40	Hectáreas	100%
AREAS PROTEGIDAS	24710,90	Hectáreas	12%
HABITANTES	24.918	Familias	N/A
CAUDAL	359,70	m3/s	N/A

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.75 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

En la cuenca hidrográfica 1526, no se han registrado inundaciones significativas hasta la fecha actual. El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Cascol, señala que, aproximadamente el 80% (equivalente a 172,200 hectáreas) del área de la cuenca se identifica como susceptible a inundaciones de nivel medio-bajo.

No obstante, la Prefectura de Manabí, por medio de la Dirección de Riego y Drenaje, ha destinado un total de \$34,511.93 desde el año 2021 para llevar a cabo operaciones de dragado mecánico con el fin de limpiar y desazolver ríos y quebradas en esta cuenca.

Tabla 100.-Resumen de intervenciones de dragado mecánico

AÑO	KM INTERVENIDOS	LONGITUD DRAGA KM	% INTERVENIDO	FAMILIAS BENEFICIADAS	MONTO INVERSIÓN
2021	0,60	559,61	0,11%	80	\$ 14.354,93
2022	4,53	559,61	0,81%	430	\$ 20.157,00
2023	0,48	559,61	0,09%	60	\$ 10.000,00
TOTAL GENERAL	5,61	559,61	1,00%	570	\$ 44.511,93

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Se han realizado operaciones de intervención utilizando maquinaria proporcionada por la Prefectura de Manabí. El propósito de estas acciones es prevenir y mitigar el riesgo de inundaciones, y se han llevado a cabo en una extensión total de 5,61 kilómetros en diversos puntos del río Cascol, así como en la quebrada Tomasito, entre otros lugares, esto permitiendo beneficiar a 570 familias.

El análisis de las intervenciones de dragado mecánico en la cuenca de Quinindé entre 2021 y 2023 muestra un esfuerzo enfocado y significativo en mitigar inundaciones y mejorar las condiciones de vida en la región. En total, se dragaron 5,61 km de los 559,61 km disponibles, lo que representa un 1,00% de la longitud total. La intervención más grande ocurrió en 2022 con 4,53 km, beneficiando a 430 familias y con una inversión de \$20,157.00. Este año destaca como el de mayor impacto en términos de extensión intervenida y número de beneficiarios, sugiriendo que se abordaron áreas de alta prioridad para prevenir inundaciones y proteger los cultivos.

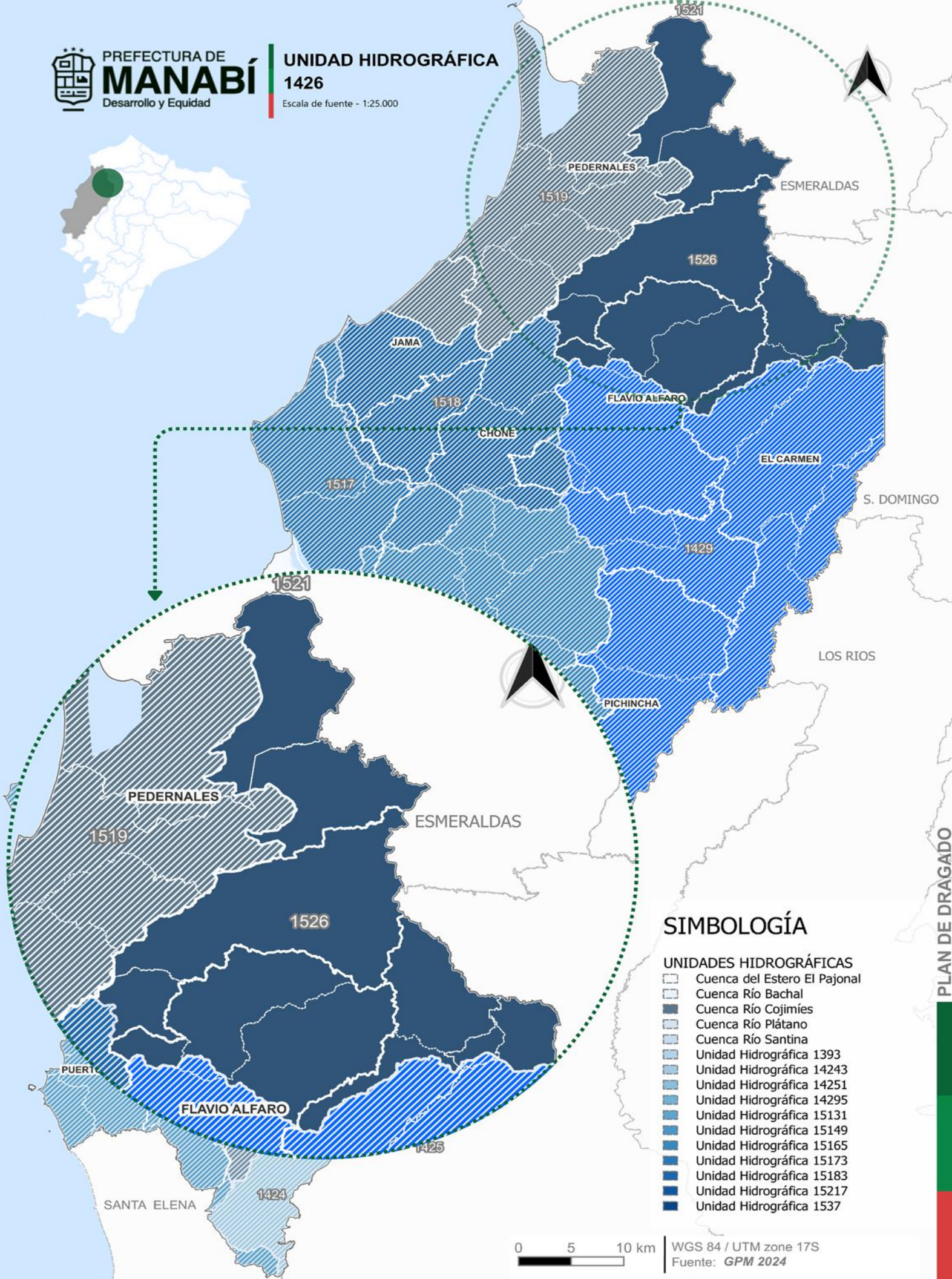
Estas acciones de dragado han sido esenciales para reducir el riesgo de inundaciones, que podrían causar pérdidas significativas en cultivos y daños a la infraestructura local. La inversión total de \$44,511.93 ha beneficiado a 570 familias, lo que indica un impacto positivo en la comunidad al mejorar la seguridad y la estabilidad del territorio frente a eventos climáticos adversos. La distribución de las intervenciones a lo largo de los años muestra un enfoque estratégico y continuo para abordar las necesidades más urgentes y mantener la eficiencia de las acciones realizadas, contribuyendo a una mejora sostenida en la calidad de vida de los habitantes de la cuenca de Quinindé.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

UNIDAD HIDROGRÁFICA 1426

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimíes
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

Sedimentos de la cuenca del río Quinindé

Características del área de estudio

En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Quinindé con una superficie de 2140.984011 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Esmeraldas, Pedernales, Flavio Alfaro, La Concordia y Santo Domingo en la parte centro occidental del Ecuador

2.3.1.1.76 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 19.-Flujograma de procesos para la obtención del ráster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.77 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978 [Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo. La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

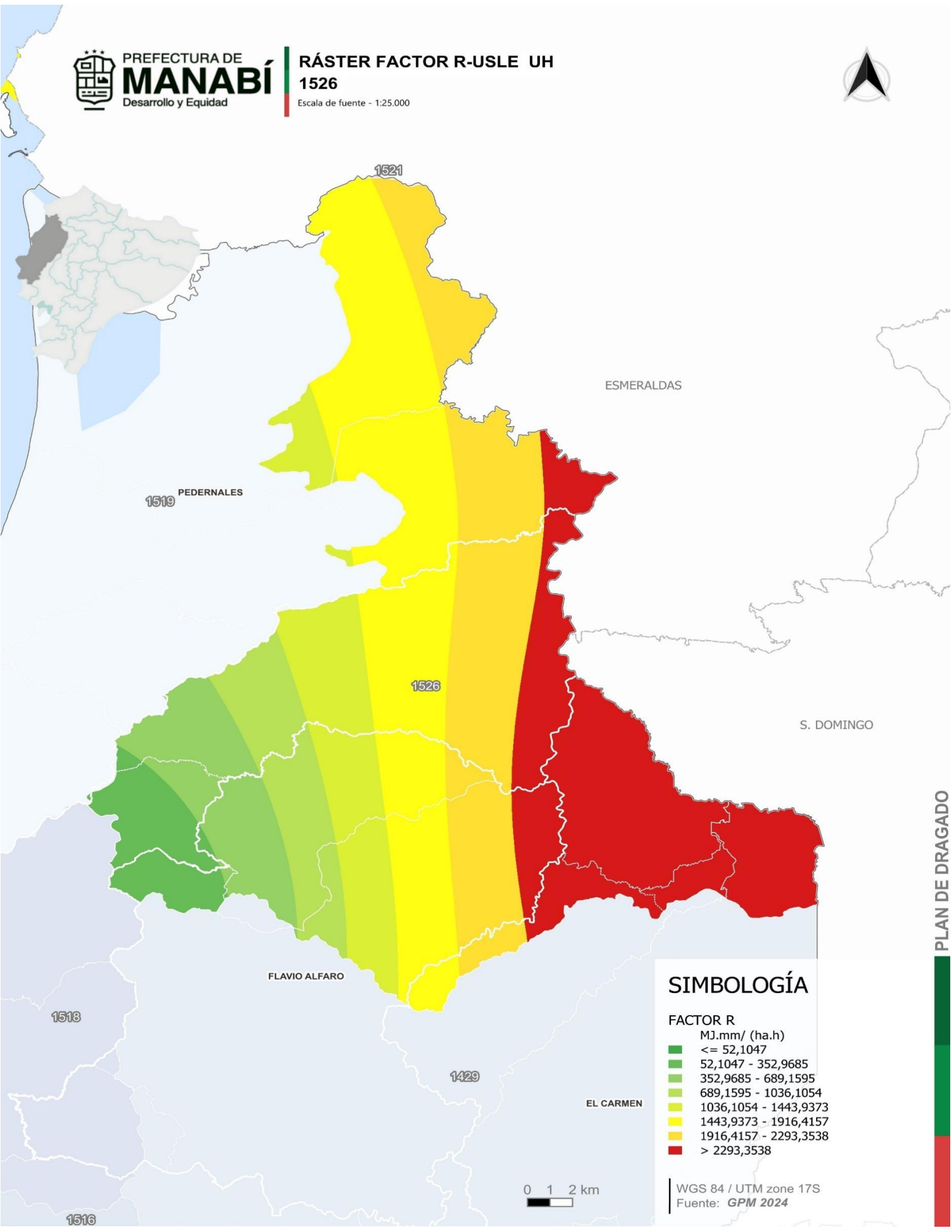
Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtienen los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 101.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

N°	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Con los datos del Factor R de la Tabla, con la ayuda de SIG, se elaboró en ráster del Factor R (Figura 3).



2.3.1.1.78 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharpli & Wiliams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

$orgC$ = Contenido de carbono orgánico, %.

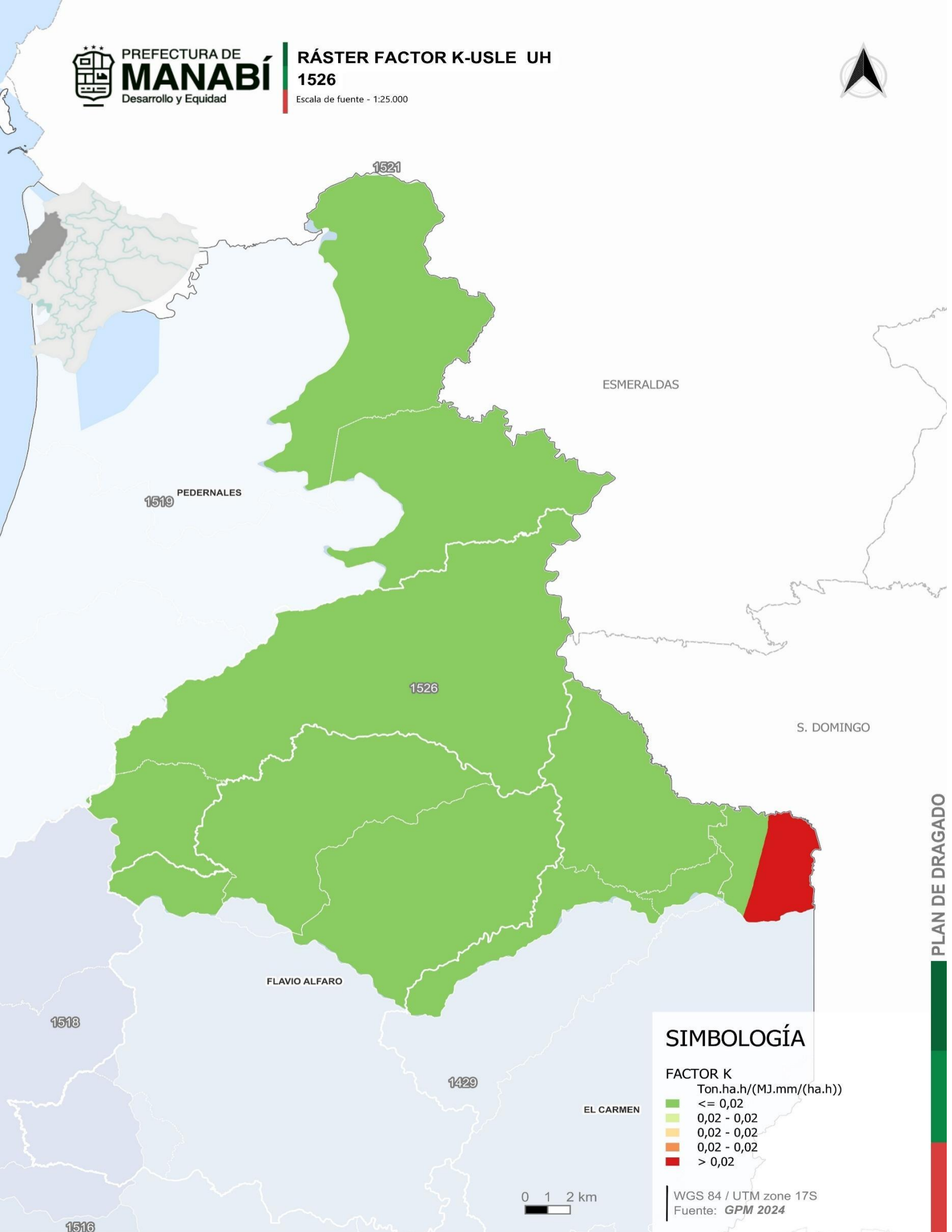
Los datos de las variables de los suelos han sido tomada del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 2: Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
ND	38,9	17,6	43,6	1,57
TV	64,5	26,2	9,3	1,4

Tabla 3: Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
ND	0,20008193	0,68806327	0,8009555	0,9999114	0,11025699	0,01452085
TV	0,20000153	0,91289721	0,83039762	0,98235569	0,14893956	0,01961534



ESMERALDAS

1519 PEDERNALES

1526

S. DOMINGO

FLAVIO ALFARO

1518

1429

EL CARMEN

SIMBOLOGÍA

FACTOR K

Ton.ha.h/(MJ.mm/(ha.h))

- $\leq 0,02$
- $0,02 - 0,02$
- $0,02 - 0,02$
- $0,02 - 0,02$
- $> 0,02$

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

2.3.1.1.79 Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3 (\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

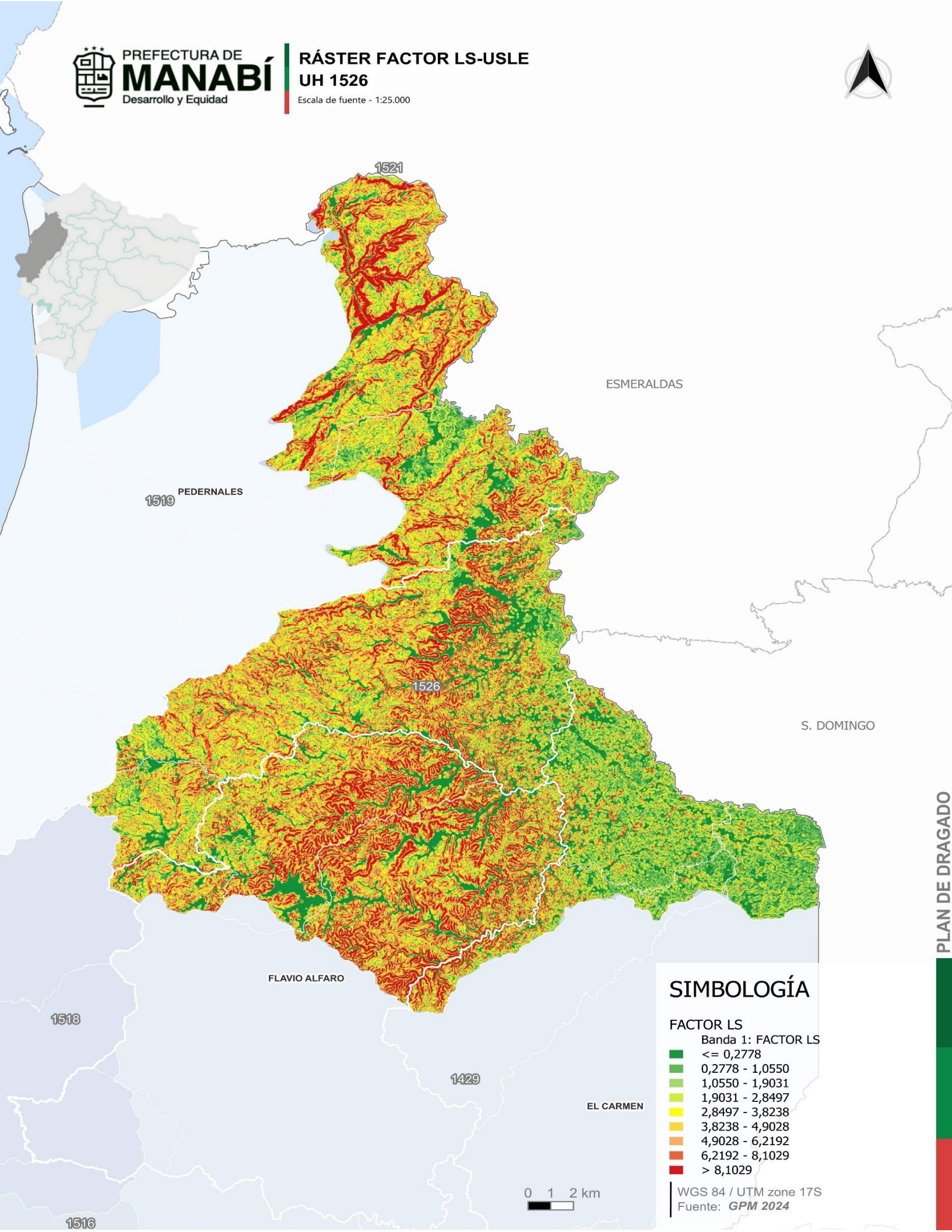
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR LS-USLE UH 1526

Escala de fuente - 1:25.000



ESMERALDAS

1519 PEDERNALES

S. DOMINGO

FLAVIO ALFARO

1429

EL CARMEN

1518

1516

SIMBOLOGÍA

FACTOR LS

Banda 1: FACTOR LS

- <= 0,2778
- 0,2778 - 1,0550
- 1,0550 - 1,9031
- 1,9031 - 2,8497
- 2,8497 - 3,8238
- 3,8238 - 4,9028
- 4,9028 - 6,2192
- 6,2192 - 8,1029
- > 8,1029

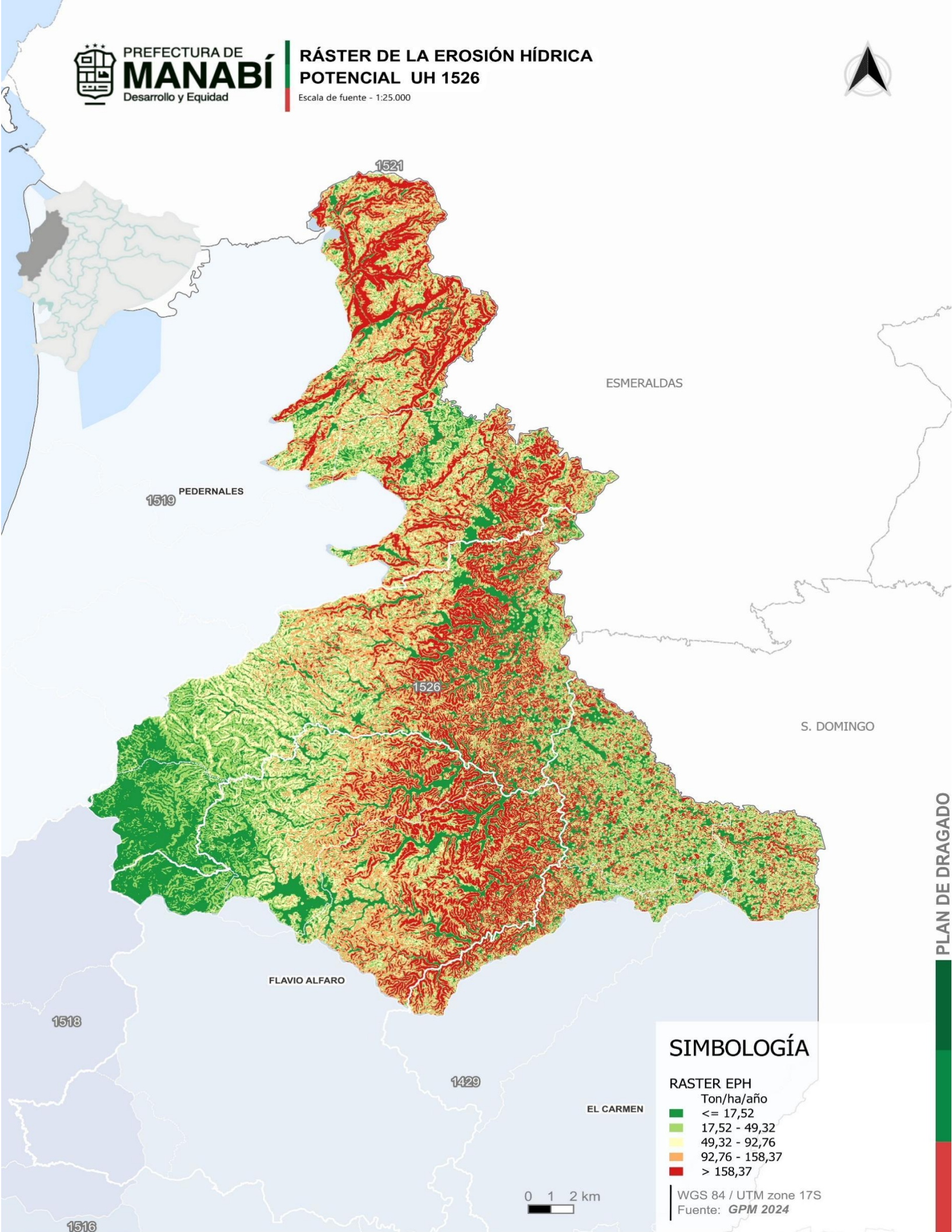
WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.80 Cálculo del USLE

La *erosión hídrica potencial* (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

$$A = R * K * LS$$



SIMBOLOGÍA

RASTER EPH

Ton/ha/año

- $\leq 17,52$
- 17,52 - 49,32
- 49,32 - 92,76
- 92,76 - 158,37
- $> 158,37$

WGS 84 / UTM zone 17S

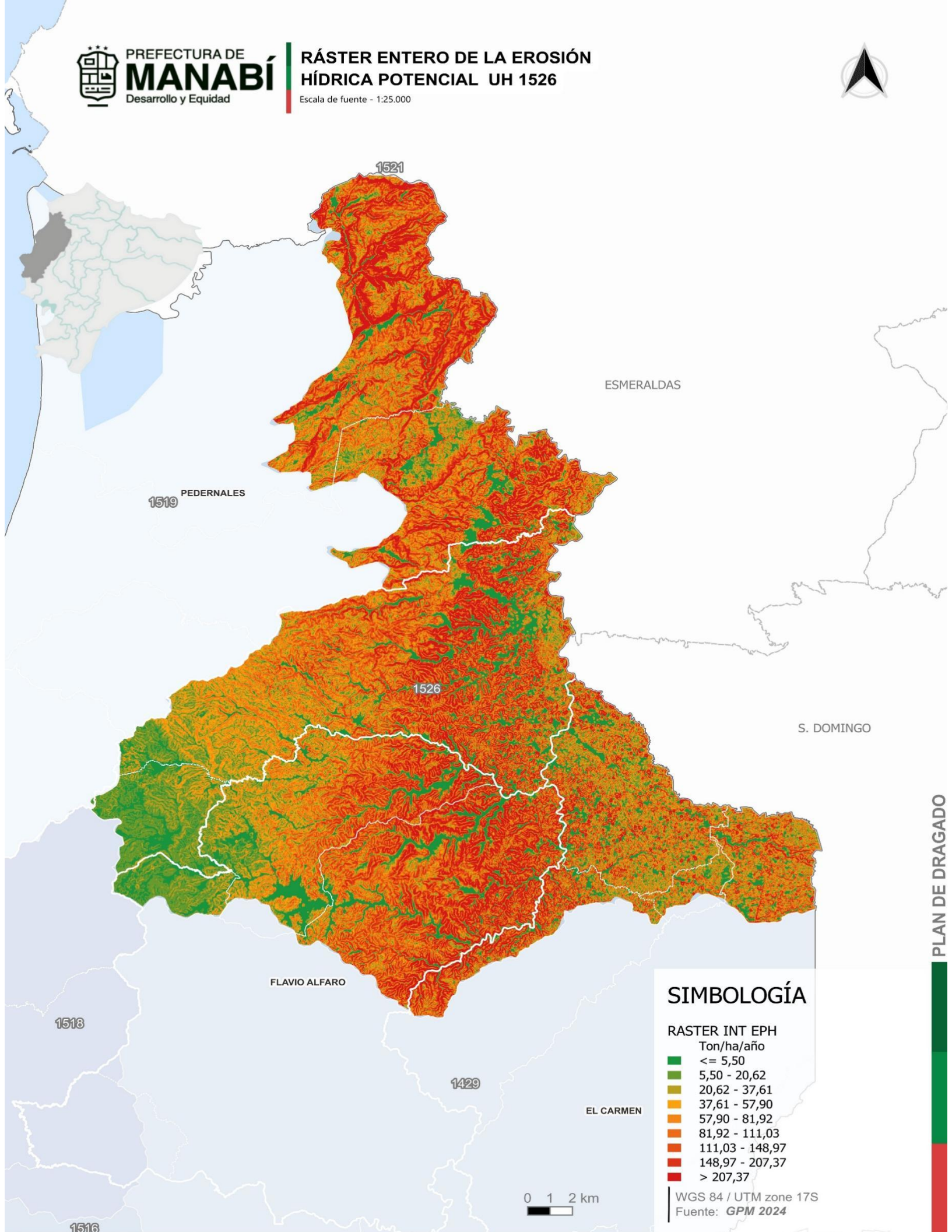
Fuente: **GPM 2024**



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1526

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

RASTER INT EPH
Ton/ha/año

- <= 5,50
- 5,50 - 20,62
- 20,62 - 37,61
- 37,61 - 57,90
- 57,90 - 81,92
- 81,92 - 111,03
- 111,03 - 148,97
- 148,97 - 207,37
- > 207,37

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

La FAO clasifica la erosión hídrica en concordancia con los datos que se muestran a continuación:

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 - 15	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 149.13 y 3543.20 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas sur de Quinindé.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0,01452085 – 0,01961534 ton.ha.h/(MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 612.35.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Quinindé se encuentra en los límites de 0,07 y 21578.50 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica. En la Figura 8 y en la tabla 5 se indican los porcentajes de afectación de la EHP según dicha clasificación.

Figura 8: Distribución porcentual de a EHP

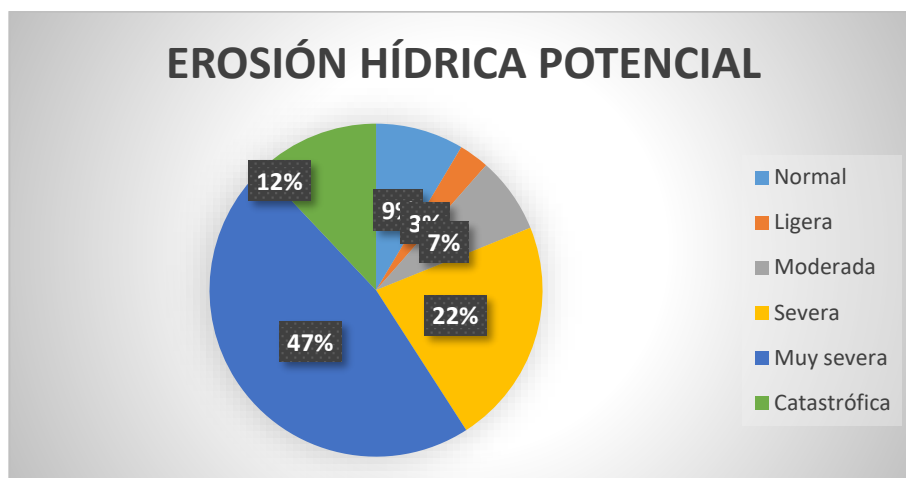


Tabla 5: Clasificación de la erosión hídrica Quinindé

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	182,213768	8,56
Ligera	62,581756	2,94
Moderada	157,192751	7,38
Severa	468,418856	22,00
Muy severa	1001,918644	47,07
Catastrófica	256,3843592	12,04

Los valores críticos de la EHP (severa y muy severa) alcanzan un total del 47.07 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “15 – 50 t/ha/año” a “50 – 200 t/ha/año”, por otro lado, se puede observar en la tabla 5 que hay dos valores representativos con un porcentaje de 47,07 y 22,00.

2.3.1.1.81 Unidad Hidrográfica 1424 – Río Magro

La unidad hidrográfica 1424 con un área de 31712,47 hectáreas se encuentra en el extremo sur de la provincia. Forma parte de la Demarcación Hidrográfica del Guayas, por lo que sus ríos componen subcuencas endorreicas, que culminan alimentando al Río Daule y, en consecuencia, al Río Guayas. Por su extensión territorial, es una de las cuencas más pequeñas que forman parte de la hidrografía de Manabí. De esta cuenca nacen ríos como el Río Guanábano, Río Muñoz, Río Blanco y Río Cade.

La parte de la unidad hidrográfica 1424 que toma sección de la Provincia de Manabí, está conformada por alrededor del 27,45% de su área, en bosques. Mientras que las tierras agropecuarias conforman alrededor de dos tercios del área de la cuenca. La cuenca posee una alta cantidad de suelo arcilloso, capaz de retener el agua lluvia generada por las precipitaciones, especialmente en temporada invernal. La combinación de los suelos Arcilloso y Francos (que predominan en la cuenca), las convierte en una de las cuencas con mayor potencialidad de explotación agrícola por relación del tipo de suelo y su porcentaje de área total.

Tabla 102.-Datos predominantes de la Unidad Hidrográfica 1424-Magro

CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
AREA TOTAL	31712,47 ha	100,00%
AREAS PROTEGIDAS	13149,96 ha	41,47%
HABITANTES	N/A	N/A
CAUDAL	N/A	N/A

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.83 Sedimentos de la cuenca del río Magro

2.3.1.1.83 Características del área de estudio

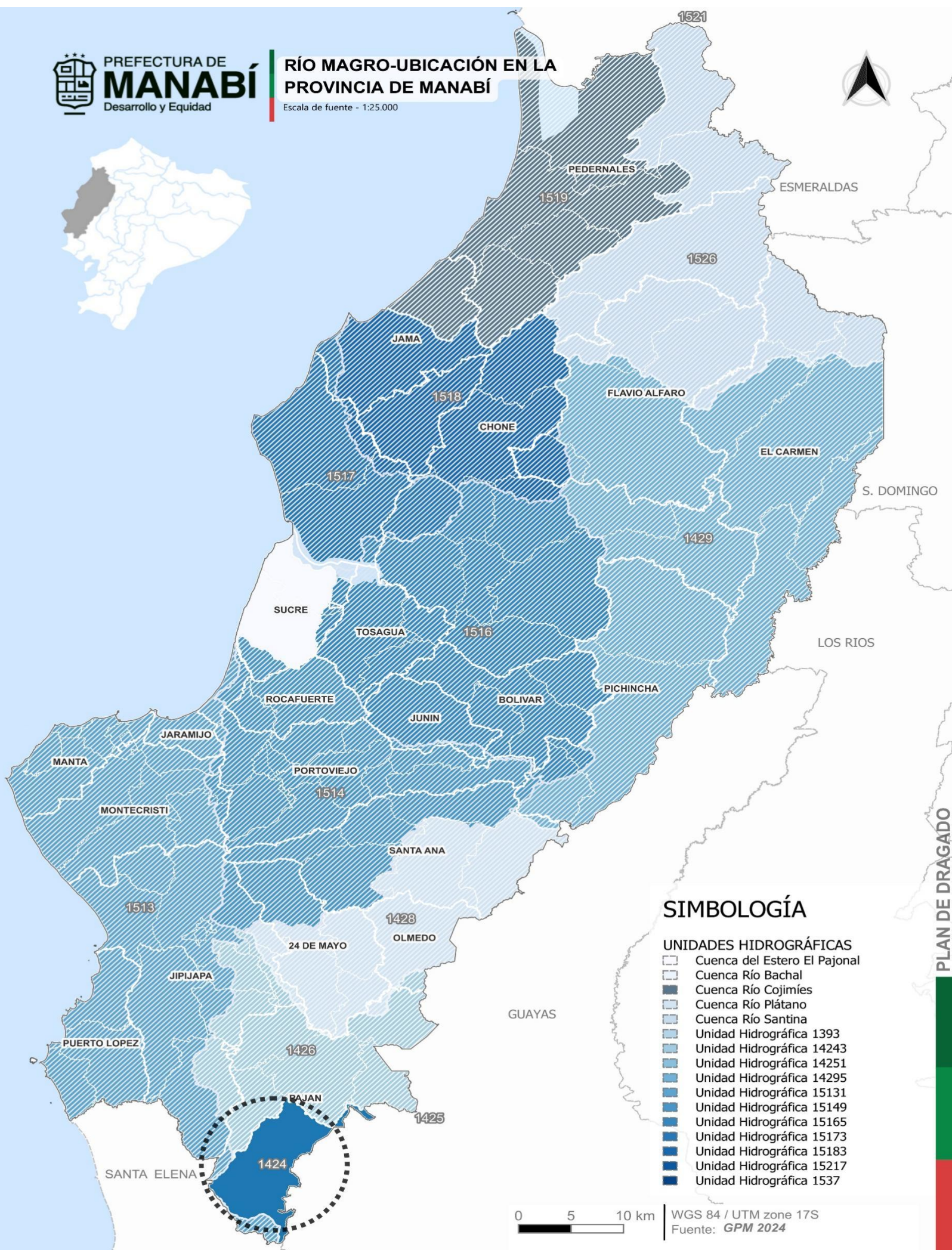
En el presente trabajo se realizó en la cuenca del río Magro con una superficie de 317.12 km², el cual se encuentra ubicada en la región Costa de la provincia de Manabí, entre los cantones: Pajan, Jipijapa, Portoviejo, Pedro Carbo y Santa Elena, en la parte centro occidental del Ecuador.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÍO MAGRO-UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DE MANABÍ

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

UNIDADES HIDROGRÁFICAS

- Cuenca del Estero El Pajonal
- Cuenca Río Bachal
- Cuenca Río Cojimies
- Cuenca Río Plátano
- Cuenca Río Santina
- Unidad Hidrográfica 1393
- Unidad Hidrográfica 14243
- Unidad Hidrográfica 14251
- Unidad Hidrográfica 14295
- Unidad Hidrográfica 15131
- Unidad Hidrográfica 15149
- Unidad Hidrográfica 15165
- Unidad Hidrográfica 15173
- Unidad Hidrográfica 15183
- Unidad Hidrográfica 15217
- Unidad Hidrográfica 1537

0 5 10 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: GPM 2024

PLAN DE DRAGADO

2.3.1.1.84 Ecuación de Pérdida del Suelo (RUSLE)

Para la estimación de la erosión hídrica efectiva (EHE) se emplea la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE - Universal Soil Loss Equation) desarrollada en los Estados Unidos por el Departamento de Agricultura del Servicio de Conservación de Suelos (USDA SCS, hoy Resources Conservation Service, NRCS).

$$A = R * K * LS * C * P$$

A = Pérdida anual de suelo, ton/ha/año

R = Factor de Erosividad, MJ.mm/ (ha.h)

K = Factor de Erodibilidad, ton.ha.h/ (MJ.mm.ha)

L = Factor de Longitud, adimensional

S = Factor de Pendiente, adimensional

C = Factor de cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación del suelo, adimensional.

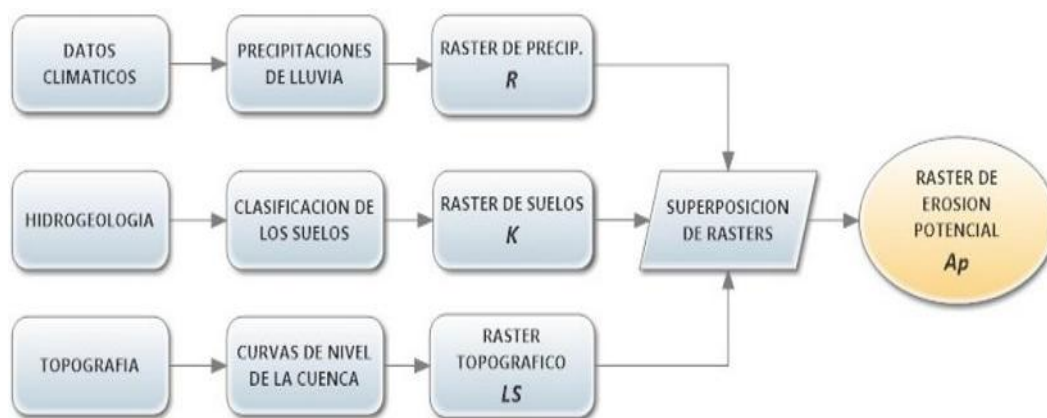
Dentro de la metodología empleada se utilizó la propuesta del Departamento de Agricultura (U.S.D.A), donde se determina que la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (U.S.L.E), es el método más empleado para este tipo de estudios cuando se trata de la erosión del suelo.

Para el análisis de la erosión hídrica se utilizó los sistemas de información geográfica, en la cual se empleó información temática y gráfica. Primeramente, se procedió a recopilar información mediante trabajos de campo cuya información se analizó con el programa SIG y también se recurrió a datos de estudios anteriores relacionados con los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (R , K , LS , C , P), siendo necesario entrar en contacto con instituciones encargadas de realizar los estudios geográficos como son:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)
- Instituto geográfico militar (IGM)

Para así poder elaborar, ordenar y codificar la información en una base de datos para el estudio con información confiable y actualizada de la Provincia de Manabí y sus respectivos cantones, de cuya información se obtuvieron en el flujograma de procesos para la estimación de la EHP con la ayuda de los sistemas de información geográfica (GIS).

Ilustración 20.-Flujograma de procesos para la obtención del raster de la EHP con los SIG



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

2.3.1.1.85 Factor de Erosividad — R

Es un factor que caracteriza el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y depende de la intensidad máxima de lluvia de 30 minutos y de su energía cinética.

Un lugar importante en los cálculos lo tiene la denominada energía cinética específica, misma que debe calcularse para cada intervalo que tenga un valor uniforme de intensidad de lluvia mediante la fórmula de Wischmeier-Smith 1978[Correa Calle, 2003]

$$e = 0.1191 + 0.0873 \log_{10} I$$

Donde

I = Intensidad de lluvia en mm/h para cada intervalo de cálculo
La energía de la lluvia se la determina con

$$E = eP$$

Mediante la suma de todos los valores de las energías específicas multiplicada por la intensidad de lluvia de 30 minutos se obtiene los valores de EI. El Factor R anual se lo obtiene sumando todos los valores de EI que se tienen en el año. En la Tabla 40 se indican los valores medios multi anuales calculados del Factor R para las estaciones analizadas de la DHM.

Tabla 103.-Valores anuales medios a largo plazo del factor RUSLE

N°	Código de estación	X	Y	Precipitación media multianual
1	M005	559523	9884982	528.04
2	M006	671167	9878373	2156.72
3	M026	684860	9947353	2768.8
4	M047	529608	9896745	397.18
5	M074	535232	9894995	270.19
6	M160	671939	9968948	2650.26
7	M162	599186	9922067	1233.37
8	M163	588400	9937145	1190.71
9	M165	561350	9905400	454.09
10	M166	587791	9845734	1657.17
11	M167	580800	9977125	778.77
12	M168	605098	9993552	1036.9
13	M169	540911	9836412	990.61
14	M171	566617	9823940	1308.59
15	M296	587159	9909725	847.61
16	M297	579744	9926307	705.81
17	M298	568607	9871041	859.8
18	M446	593441	9959038	767.51
19	M447	564710	9858637	1024.32
20	M448	541813	9872580	378.45
21	M449	545983	9860943	530.07
22	M450	524785	9875161	443.12
23	M451	551325	9836471	994.62
24	M452	605084	9896272	1472.58
25	M453	534613	9883481	609.91
26	M454	578716	9883443	891.33
27	M455	540758	9847496	459.02
28	M456	582963	9969540	480.27
29	M457	529325	9850844	416.03
30	M458	554628	9823913	1131.94
31	M459	545421	9825480	1671.5
32	M462	588084	9896706	1058.6
33	M464	585361	9885407	1234.47
34	MA29	589006	9876563	1287.81
35	COMP	507285	9883367	579
36	COMP	549661	9795165	949
37	COMP	624697	10054669	2035

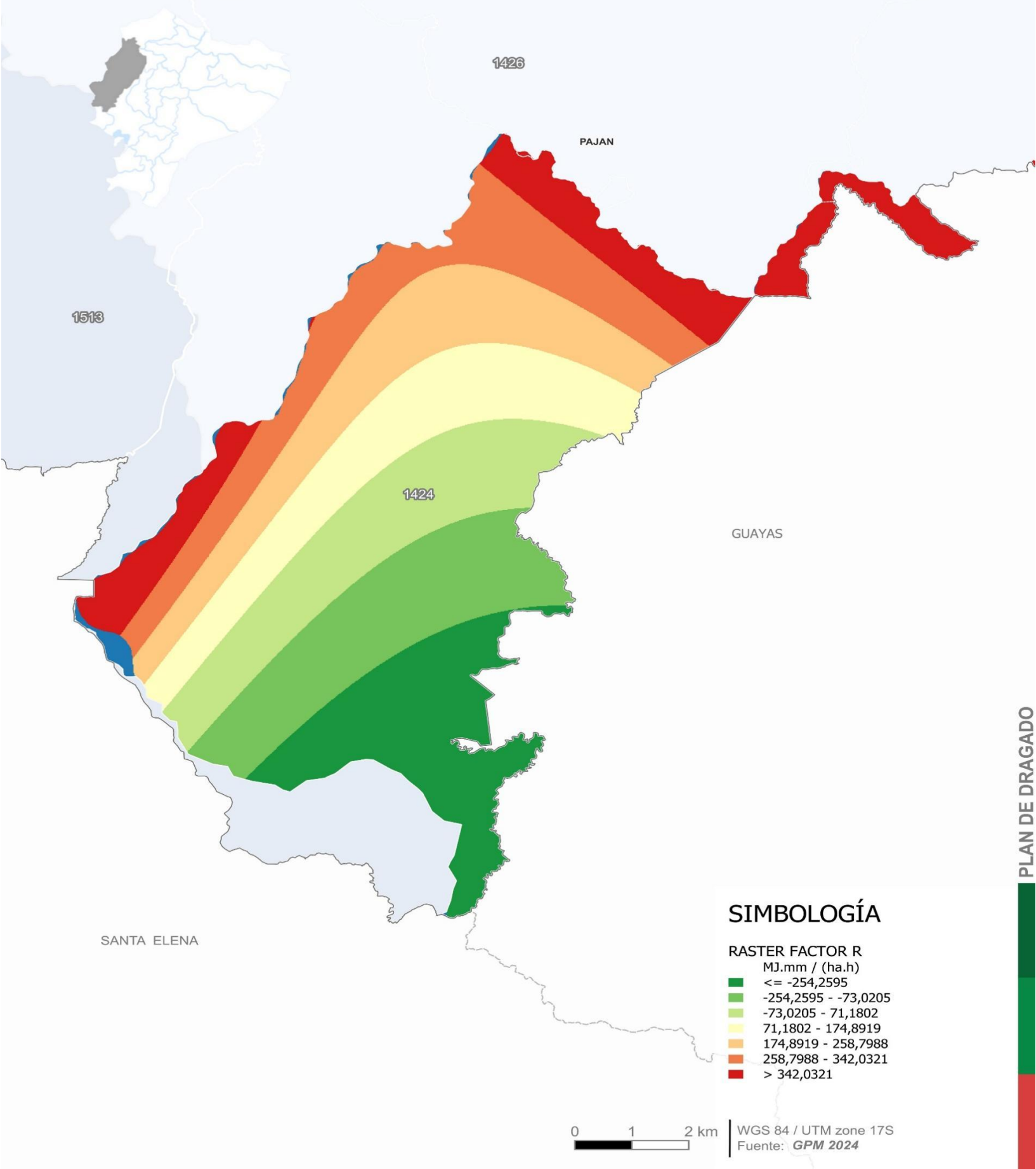
Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR R-USLE UH 1424

Escala de fuente - 1:25.000



2.3.1.1.86 Factor de Erodibilidad — K

Este factor expresa la potencialidad del suelo a ser erosionado en función de su estructura como tal, esto es, en relación con el contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, quedando.

Existen varios métodos desarrollados para su estimación, entre los que resalta la ecuación de Sharp & Williams (1990) [Anache, Bacchi, Panachuki, & Alve Sobrinho, 2015; Wawer, Nowocień, & Podolski, 2005]

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

De donde

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 \exp [-0.0256 m_s (1 - \frac{m_{silt}}{100})])$$

$$f_{cl-si} = (\frac{m_s}{m_c m_{silt}})^{0.3}$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.25 \text{ orgC}}{\text{orgC} + \exp[3.72 - 2.95 \text{orgC}]}]$$

$$f_{orgc} = [1 - \frac{0.70 (1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100})]}]$$

Donde

m_s , m_{silt} u m_c = porción de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo, %

orgC = Contenido de carbono orgánico, %.

Los datos de las variables de los suelos han sido tomados del Mapa Digital de Suelos (Digital Soil Map of the World - DSMW) desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations) [Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2017]. En la Tabla 2 se presentan las características de los suelos identificados en el DSMW para la DHM y en la Tabla 3, los parámetros para la determinación del factor K.

Tabla 104.-Tipos de suelo de la DHM – Mapa FAO

Soil unit symbol	sand % topsoil	silt % topsoil	clay % topsoil	OC % topsoil
BK	81.6	6.8	11.7	0.44
LC	64.3	12.2	23.5	0.63

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Tabla 105.-Cálculos determinación de Factor K

Soil sample	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	Factor K
BK	0.2	0.74062975	0.99060501	0.71847898	0.10542552	0.01388454
LC	0.20000016	0.72461527	0.97770189	0.98303377	0.13928768	0.01834419

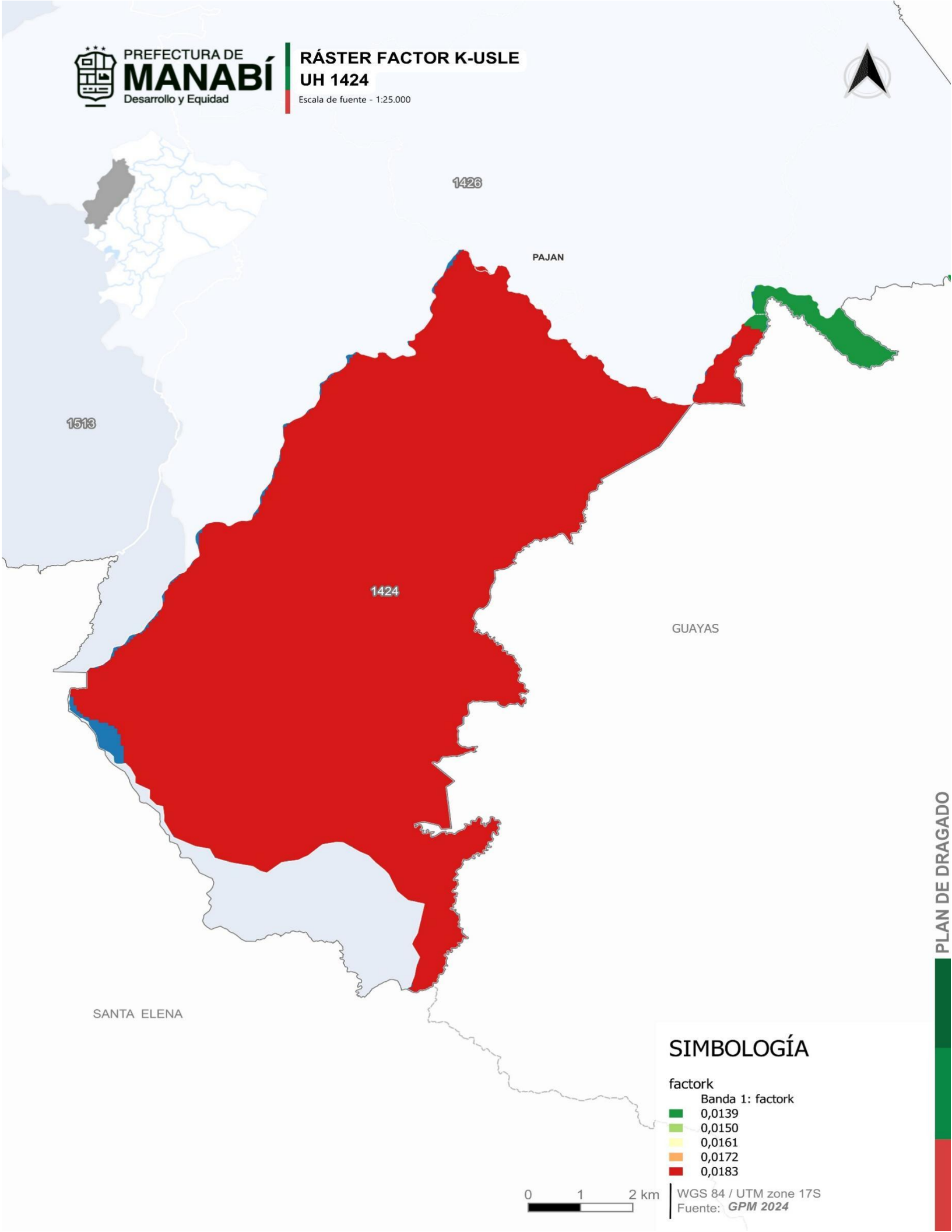
Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UH 1424

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

factork

Banda 1: factork

- 0,0139
- 0,0150
- 0,0161
- 0,0172
- 0,0183

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

Factor de Topografía — LS

Es un factor que expresa la topografía de los suelos en lo relacionado a longitudes y pendientes.

Los Factores L y S se determinan con la ayuda de los SIG con las fórmulas [Díaz, 2014]

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3(\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

La fórmula para la determinación de L que se emplea en los SIG es la siguiente:

$$L_{(i,j)} = \frac{[A_{(i,j)} + D^2]^{(m+1)} - A_{(i,j)m+1}}{x^m D^m (22.13)^m}$$

Donde

(i,j) = Longitud aportante (acumulación del flujo) en el pixel

D = tamaño del pixel

x = factor de forma.

El Factor S depende de la pendiente β de las laderas de la cuenca. Para su determinación se tienen dos casos (McCOOL, 1987,1989):

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} < 0.09$

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03$$

Cuando $\tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09$

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5$$

Para ejecutar este factor se utilizó la fórmula propuesta por Moore et al (1991) que determina que este factor es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de la escorrentía del paisaje.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{0.4} \left(\frac{\sin \beta}{0.0896}\right)^{1.3}$$

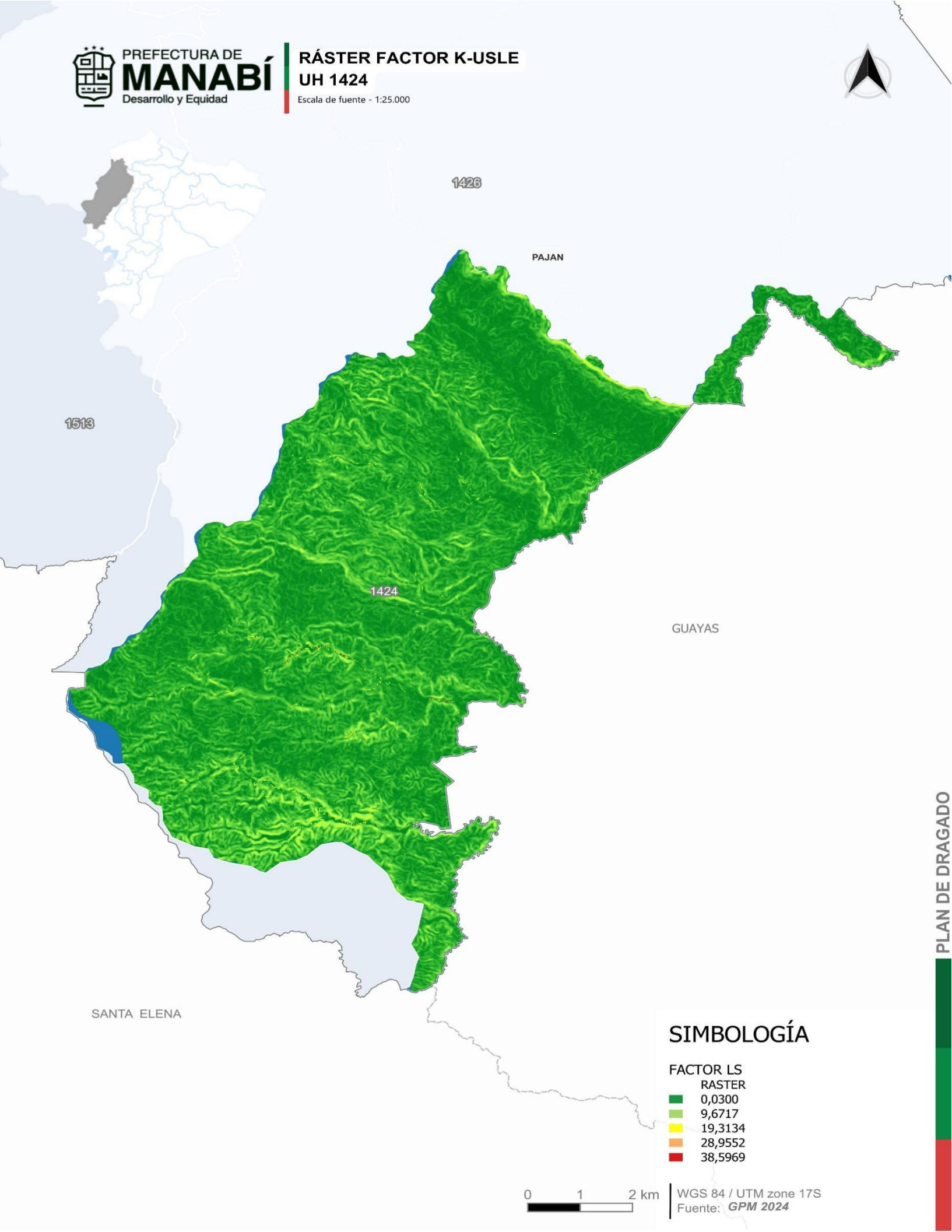
Donde A_s representa el Área de Captación Específica y β la pendiente en grados. Se utiliza la herramienta LS Factor utilizando como entradas las capas de Ancho de Flujo y Área de Captación Específica y la capa de Pendiente en Grados de la cuenca del Río Coaque para obtener una capa ráster con el cálculo del factor LS.



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER FACTOR K-USLE UH 1424

Escala de fuente - 1:25.000



SIMBOLOGÍA

FACTOR LS RASTER	
	0,0300
	9,6717
	19,3134
	28,9552
	38,5969

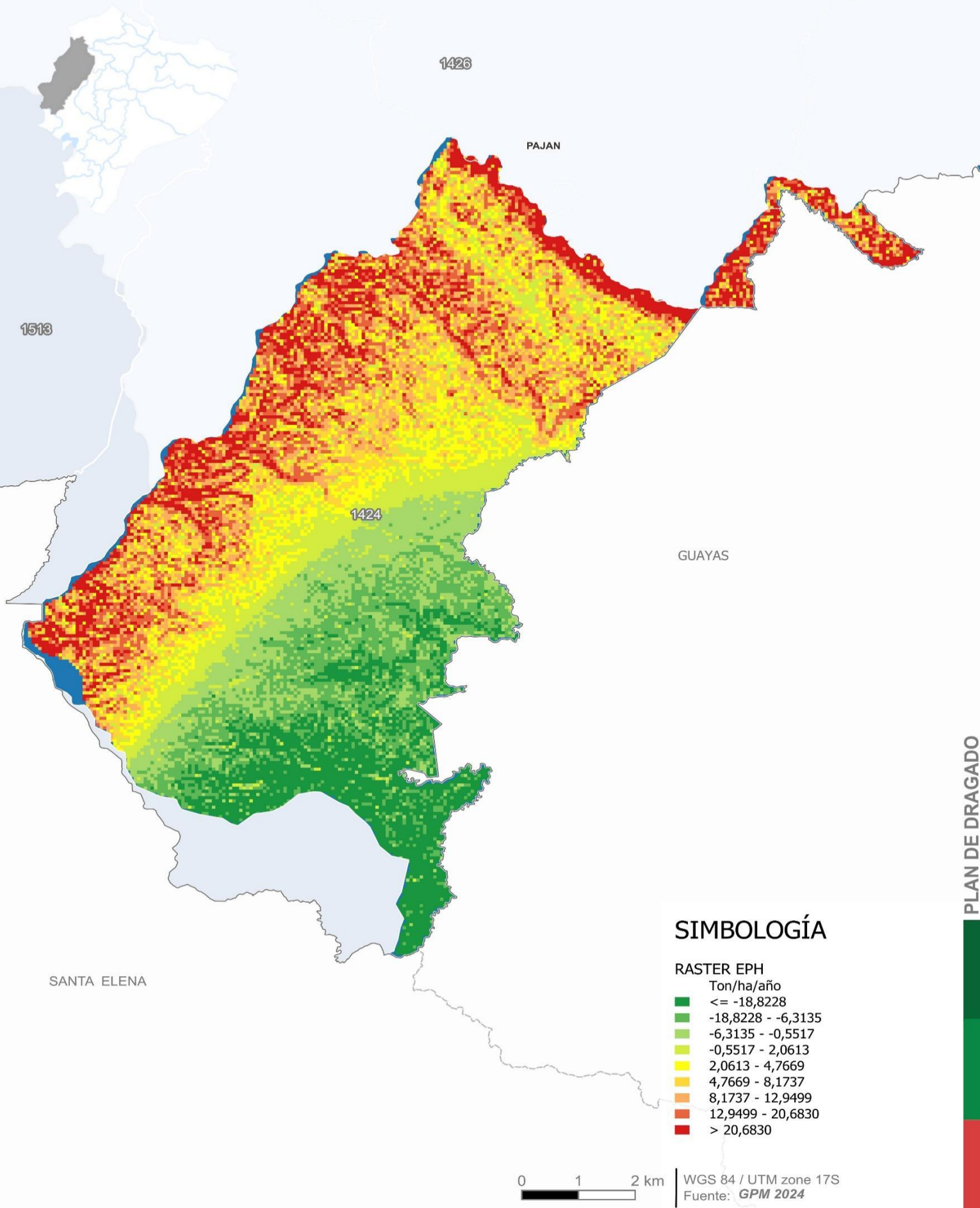
0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: *GPM 2024*

2.3.1.1.87 Cálculo del USLE

La *erosión hídrica potencial* (EHP) es aquella que se produciría en el caso que el suelo se encuentre completamente desnudo y no se lleven a cabo prácticas para su conservación, en este caso los factores C y P adoptan el valor de la unidad. De esta manera, para la estimación de la erosión potencial hídrica, tiene lugar la siguiente ecuación:

$$A = R * K * LS$$



SIMBOLOGÍA

RASTER EPH

Ton/ha/año

Dark Green	<= -18,8228
Green	-18,8228 - -6,3135
Light Green	-6,3135 - -0,5517
Yellow-Green	-0,5517 - 2,0613
Yellow	2,0613 - 4,7669
Orange	4,7669 - 8,1737
Red-Orange	8,1737 - 12,9499
Red	12,9499 - 20,6830
Dark Red	> 20,6830

0 1 2 km

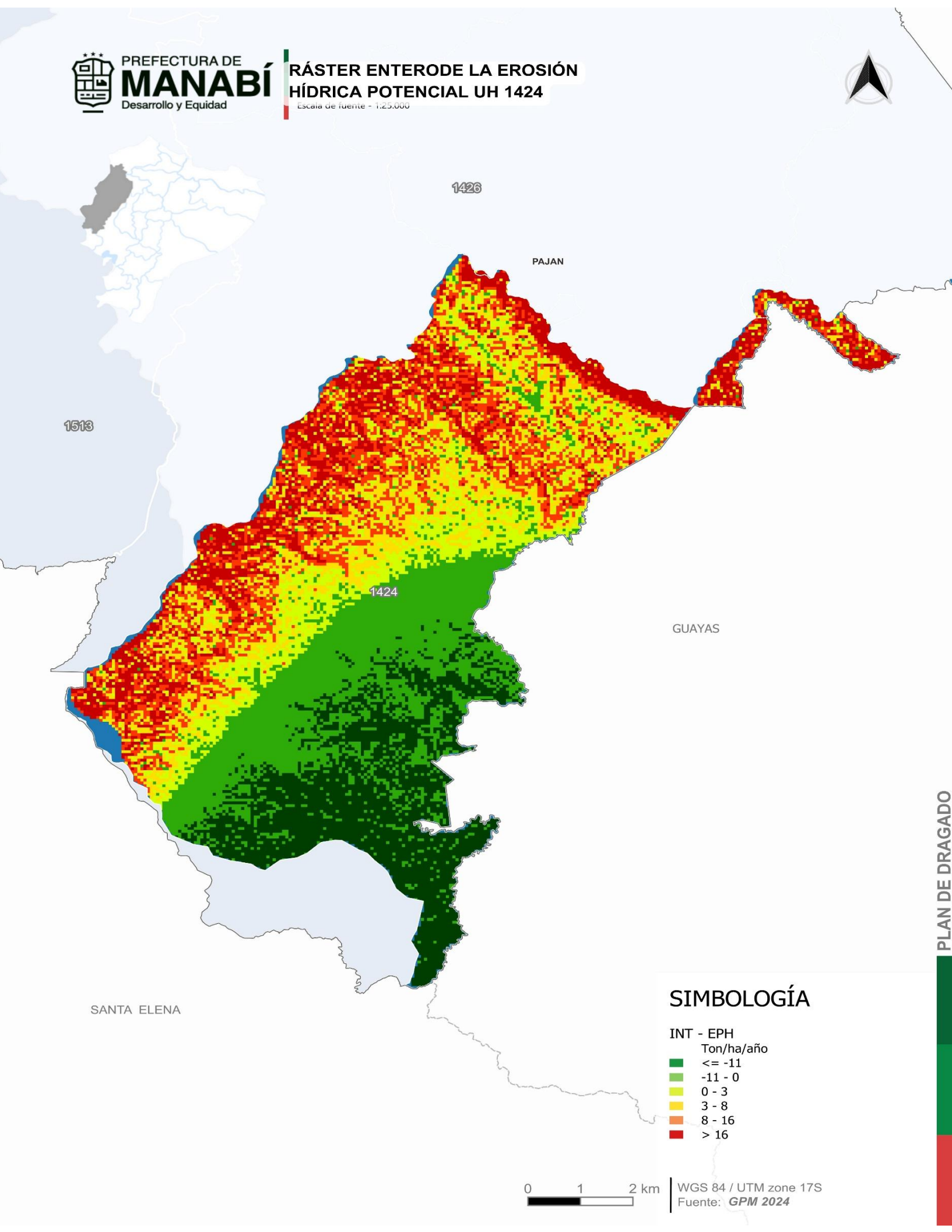
WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**



PREFECTURA DE
MANABÍ
Desarrollo y Equidad

RÁSTER ENTERO DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL UH 1424

Escala de fuente = 1:25,000



SIMBOLOGÍA

INT - EPH	
Ton/ha/año	
	<= -11
	-11 - 0
	0 - 3
	3 - 8
	8 - 16
	> 16

0 1 2 km

WGS 84 / UTM zone 17S
Fuente: **GPM 2024**

Tabla 106.-Clasificación de la erosión hídrica FAO

Nivel	Perdida de suelo	Tipo de erosión
	(Ton/ha/año)	
1	<0.5	Normal
2	0.5 - 5	Ligera
3	5 -1 5	Moderada
4	15 - 50	Severa
5	50 - 200	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Valoración de la Erosión Hídrica Potencial

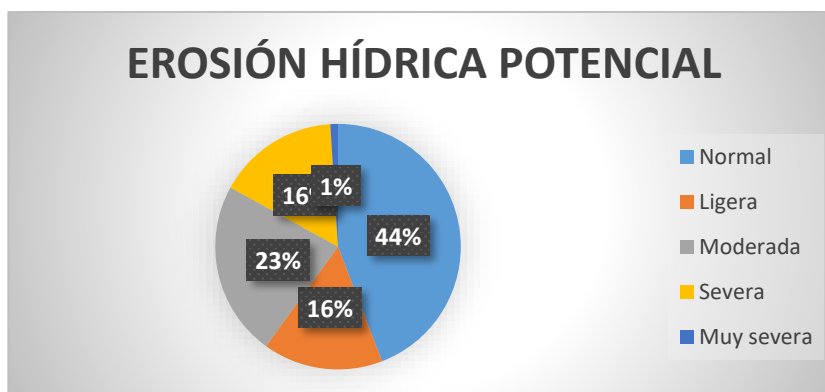
El factor R, que caracteriza la erosión debido a la energía cinética de las lluvias, oscila entre 147.16 y 1169.18 MJ.mm/(ha.h). Los mayores valores se han dado en las zonas norte de la demarcación.

El factor K, que expresa el potencial de la erosión del suelo, en función de su contenido de arena, limo, arcilla y carbono orgánico, varía entre 0.0138 – 0.0183 ton.ha.h/(MJ.mm.ha).

El factor LS, que expresa el estado de las pendientes de las cuencas hidrográficas se encuentra entre los valores 0.03 – 89.31 Las mayores pendientes del terreno se han encontrado en el centro de la demarcación de la cuenca del río magro.

La erosión hídrica potencial de la demarcación hidrográfica de la cuenca del río Magro se encuentra en los límites de 10 y 140.17 ton/ha/año. En concordancia con la clasificación de la FAO, se tienen 6 tipos de erosión: normal, ligera, moderada, severa, muy severa y catastrófica.

Gráfico 9.-Distribución porcentual de a EHP



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Tabla 107.-Clasificación de la erosión hídrica Magro

Rusle (t/ha/año)	Km2	%
Normal	136.152	44.169859
Ligera	48.672	15.789965
Moderada	71.0064	23.035597
Severa	49.3056	15.995515
Muy severa	3.1104	1.0090629

Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Los valores críticos de la EHP (normal, moderada y ligera) alcanzan un total del 44 % de toda la superficie de la demarcación, determinó las áreas con mayor erosión del suelo con una tasa que va desde “<0.5 t/ha/año” a “15 t/ha/año” en un 23% de la cuenca significando una erosión.

2.3.1.1.88 Susceptibilidad de afectaciones en la cuenca

La cuenca hidrográfica 1424 Magro presenta una susceptibilidad a diversas afectaciones debido a sus características geográficas, climáticas y ambientales. La cuenca puede ser vulnerable a inundaciones, especialmente en áreas bajas y planas donde el agua puede acumularse rápidamente durante eventos de fuertes lluvias, sin embargo hasta la presente fecha no ha presentado afectaciones. Además, la deforestación y la degradación del suelo en la cuenca pueden aumentar la escorrentía superficial y reducir la capacidad del suelo para absorber el agua, incrementando el riesgo de erosión y deslizamientos de tierra. Estos factores combinados pueden provocar pérdidas significativas en la agricultura y daños a la infraestructura local, afectando negativamente a la economía y la vida de los habitantes.

Adicionalmente, la cuenca Magro enfrenta problemas de calidad del agua debido a la contaminación por actividades agrícolas, industriales y urbanas. La falta de una gestión adecuada de residuos y el uso de agroquímicos pueden contaminar los cuerpos de agua, afectando la salud de los ecosistemas acuáticos y de las comunidades que dependen de estos recursos para su suministro de agua potable y actividades recreativas. La presencia de especies invasoras y la pérdida de biodiversidad también son preocupaciones importantes que pueden alterar el equilibrio ecológico de la cuenca. Por lo tanto, es crucial implementar estrategias integradas de gestión de cuencas que aborden tanto la mitigación de riesgos como la protección ambiental para reducir la susceptibilidad a estas afectaciones y promover un desarrollo sostenible en la región.

ANÁLISIS DEL DRAGADO EN MANABI

2.2.12. Actividades de limpieza de ríos, represas, y esteros.

La estrategia de ordenamiento institucional dirigida a fortalecer los factores tanto naturales como antrópicos en el territorio Manabita, se logra mediante la mejora de la accesibilidad y la gestión del agua; con intervenciones periódicas de limpieza y desazolve de los cauces y drenajes naturales. La limpieza de los ríos, represas, y esteros se realiza con la finalidad de mantener limpio los cauces de los ríos, para evitar inundaciones y taponamientos en los diferentes sectores, estas acciones se llevan a cabo anualmente para mitigar los riesgos asociados a las inundaciones durante la temporada invernal.

Las actividades de limpieza de ríos, represas, y esteros se dividen en dos grandes grupos; por un lado, las que se encuentran enfocadas a la prevención de la inundación, y tienen lugar fundamentalmente entre los meses de julio a octubre; mientras que, por otro lado, se encuentran las acciones de emergencia, las cuales se desarrollan entre los meses enero a abril para atender los estragos que se puedan generar.

En la provincia de Manabí la estación lluviosa es cada vez menos predecible (dura 4 meses de enero a abril); a lo largo de este periodo se producen intensas precipitaciones con su correlato de inundaciones y deslizamientos en toda la provincia; las cuencas que registran las áreas inundadas más extensas son las Unidades Hidrográficas de Portoviejo y Chone, territorio donde su cuenca ha sido afectada por la presencia del fenómeno del Niño, en este cantón 60.306,33 hectáreas son vulnerables a inundaciones, de las cuales las parroquias con mayor cantidad de hectáreas inundables son: Santa Rita, Canuto, San Antonio, Chone, Ricaurte y Boyacá.

Las fuertes precipitaciones acontecidas en el cantón Chone, particularmente desde la noche del lunes 6 de marzo a la madrugada del 7 de marzo del 2023, generaron crecientes y desbordamientos en los ríos Garrapata y Mosquito, ocasionando problemas de inundaciones en extensas zonas agropecuarias, taponamiento de puentes y vías rurales, deslizamientos de tierra, y pérdidas de vidas humanas.

En virtud de los hechos suscitados en el cantón de los naranjos en flor, el 7 de marzo del 2023 se activa El COE Cantonal, y COE Provincial de Manabí; posteriormente, mediante Resolución Administrativa No. GADMCH-2023-0042 de fecha 8 de marzo del 2023 se resolvió en el Art. 1. Declarar en emergencia al cantón Chone en sus zonas urbanas y rurales, por los efectos de la estación invernal, a fin de coordinar acciones institucionales con los diferentes niveles de gobierno para proteger la vida de las personas y, para atender la prevención y mitigación de los efectos de inundaciones, deslaves y deslizamientos.

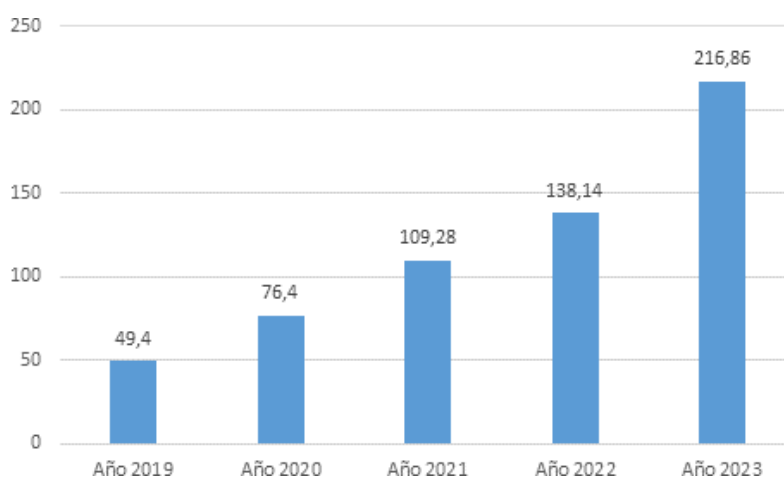
En este contexto fue pertinente la suscripción de un *Convenio Marco Tripartito de*

*Cooperación Interinstitucional entre El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Ministerio de Transporte y Obras Públicas y El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí, para la ejecución de las actividades establecidas en el del proyecto “**Plan de obras para la prevención y mitigación de inundaciones en el Cantón Chone, Provincia de Manabí.**”;* propuesta que tiene como objetivo la intervención con dragado mecánico de 31,41 km, distribuidos: Río Garrapata (15.45 km), Río Chone (9.96 km) y Canal de encauzamiento (6 km).

En el caso del sistema Poza Honda, para poder intervenir en obras y actividades de limpieza de ríos, represas, y esteros, el Gobierno de Provincial de Manabí firma convenios con actores a cargo de la competencia de Riego y Drenaje, facultándole la intervención en cada punto referente.

En octubre de 2020 el Gobierno Provincial de Manabí firmó un convenio interinstitucional con la EPA-EP, con el objetivo de articular acciones de limpieza y extracción de lechuguines.

Gráfico 24: Comportamiento de las actividades de limpieza de ríos, represas, y esteros.



Fuente: (ET PDM GADPM, 2023-2024)

Con la finalidad de cubrir la demanda de agua para riego a nivel de la provincia y cumplir con las metas establecidas en el PDOT Manabí, la Prefectura de Manabí realiza acciones limpieza y desazolve de canales, ríos, esteros, mantenimiento de . Es importante mencionar los recursos en maquinaria que posee la prefectura para cubrir la demanda en toda la provincia:

Tabla 1. Maquinaria Prefectura de Manabí, disponible para el dragado mecánico

Nº	MAQUINA	TIPO
1	RE- 09	RETROEXCAVADORA
2	E-20	EXCAVADORA BRAZO CORTO
3	E-22	EXCAVADORA BRAZO LARGO
4	E-23	EXCAVADORA BRAZO CORTO
5	E-25	EXCAVADORA BRAZO CORTO
6	E-26	EXCAVADORA BRAZO LARGO
7	E-28	EXCAVADORA BRAZO CORTO
8	E-36	EXCAVADORA BRAZO LARGO
9	E-37	EXCAVADORA BRAZO LARGO
10	E-38	EXCAVADORA BRAZO LARGO
11	E-42	EXCAVADORA BRAZO LARGO
12	E-44	EXCAVADORA BRAZO CORTO
13	E-45	EXCAVADORA BRAZO LARGO
14	E-47	EXCAVADORA BRAZO CORTO
15	E-48	EXCAVADORA BRAZO LARGO
16	E-50	EXCAVADORA BRAZO LARGO

El Gobierno Provincial de Manabí posee un total 16 excavadoras para rotar a nivel de las necesidades hídricas de los 22 cantones de provincia. Cada año la entidad provincial draga de manera mecánica aproximadamente 112km lo que equivalen a 2.873.804,48 m³ anuales, esto interviniendo en limpieza y desazolve de canales, ríos, presas, y esteros, mantenimiento a canales de riego, entre otras intervenciones solicitadas por los Gobiernos Cantonales, parroquiales y otras entidades públicas como la Empresa Pública del Agua (EPA) y el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).



Maquinaria de la Prefectura de Manabí, disponible para el dragado mecánico

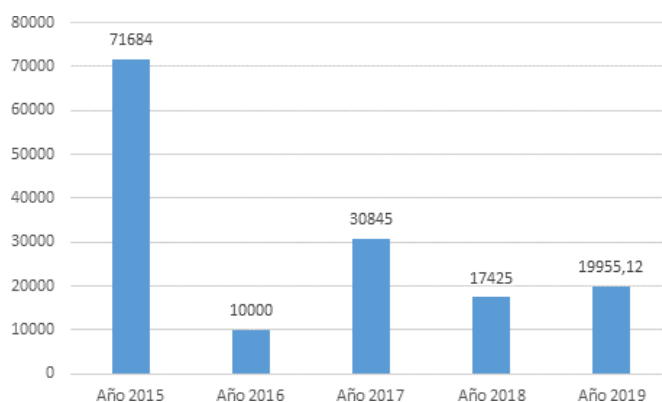


2.4 Actividades de Dragado Hidráulico

Las actividades de dragado hidráulico, desde la planificación que realiza la institución, tiene como objetivo aumentar la capacidad de transporte de materia en los ríos, apuntando a la prevención de las inundaciones aguas abajo. Por tanto, es concordante que las mismas se localizan fundamentalmente en las desembocaduras de los principales afluentes del territorio, entre ellos, los ríos Portoviejo y Chone los cuales son los únicos que cuentan con esta gestión.

En el caso de la desembocadura del río Chone, en el sitio Simbocal, se ubica la draga La Esperanza, con una capacidad de 250 m³/h la cual fue transferida en el año 2012 al Gobierno Provincial, mientras que, en la desembocadura del río Portoviejo, conocido como la Boca se ubica desde el año 2016, la draga Manabí 1, con 100 m³/h de capacidad operativa.

Gráfico 25: Metros cúbicos dragados por año (2015-2019).



Fuente: (ET PDM GADPM , 2023-2024)

Consideraciones sobre los equipos de dragado

Existe una diversidad de dragas y métodos para utilizarlas, dependiendo de los detalles articulares de cada proyecto, no hay un tipo de draga o sistema que sea universalmente aplicable a todos los proyectos.

Es importante destacar, que la selección de la draga se ve influenciada por diversos factores, como la cantidad y características del material a dragar, las posibilidades de colocación o reubicación, la disponibilidad de equipos y los costos de movilización, así como la precisión requerida. En este apartado se detalla los tipos de dragas existentes acorde a lo publicado por la Asociación Internacional de Empresas de Dragado (IADC, 2010).

Tipos de dragas

Existen múltiples esquemas para describir tipos de dragas. A efectos de este Plan, los tipos de dragas se describen en cuatro clasificaciones amplias basadas en la manera de excavar y de su funcionamiento, tal como lo señala (IADC, 2010).

- Dragas mecánicas
- Dragas hidráulicas
- Dragas hidráulicas/mecánicas (utilizan ambos elementos básicos en combinación)
- Dragas hidrodinámicas

Dentro de estas cuatro categorías, se puede realizar una subdivisión basada en el sistema de propulsión, es decir, si son autopropulsadas durante la fase de excavación, de transporte, o ambas, y las que son estacionarias. El rendimiento de producción de las dragas puede variar significativamente, dependiendo de varios factores como las condiciones específicas del sitio, el tipo de material a dragar y los métodos de transporte y disposición utilizados. Otros factores que influyen en el rendimiento de producción incluyen las condiciones meteorológicas y del mar, el tráfico marítimo, así como la profundidad y el espesor de la capa de material a ser eliminado. Los rendimientos pueden oscilar desde los 50 metros cúbicos por hora hasta más de 5.000 metros cúbicos por hora.

Dragas mecánicas. - Esta categoría utiliza medios mecánicos para la excavación del material y en general los equipos son similares a los que se utilizan para excavaciones en tierra seca. Ejemplos de dragas mecánicas son: Las Dragas de cuchara (o Almeja) y Dragalinas, las Retroexcavadoras, las Dragas de Pala de empuje (Dipper), y las Dragas de Cangilones.

Dragas hidráulicas. - Estas dragas utilizan bombas centrífugas hidráulicas que les proveen la fuerza de excavación, sin elementos de corte mecánicos, para el posterior transporte hidráulico de una mezcla de agua con material sólido desde el lugar de excavación, a través de un tubo, a la superficie y desde allí al lugar de descarga. En algunos casos especiales, las dragas hidráulicas vierten el material sobre barcasas para su

transporte al lugar de colocación. Como dragas hidráulicas se tienen: Las Dragas Estacionarias de Succión y las Dragas Dustpan.

Dragas Hidráulicas / Mecánicas. - Entre las dragas mecánicas / hidráulicas están los verdaderos “pesos pesados” de la industria del dragado. La draga de succión con cortador, la draga de rueda de cangilones y de succión en marcha (THSD) son representativos de las dragas hidráulicas / mecánicas.

Estas dragas se suelen utilizar en proyectos de construcción y de mantenimiento. Se destacan en este tipo: Dragas con Cabezal Cortador y de Rueda de Cangilones y las dragas de tolva de succión en marcha.

Dragas Hidrodinámicas. - Las dragas hidrodinámicas movilizan el material debajo del agua y luego utilizan las pendientes del fondo, las corrientes naturales de agua y los gradientes de densidad en el lugar del dragado para mover el material a una ubicación diferente. Pueden ser mecánicas o hidráulicas. Algunas de las dragas anteriormente descritas pueden utilizarse en modo hidrodinámico. Las que se describen a continuación están especialmente diseñadas para este fin: Las Dragas de Inyección de Agua (WID), Traillas, Vigas y Rastrillos de arrastre por el fondo.

Vale resaltar que para la elección de las dragas depende del objetivo de cada proyecto a plantear, el cual debe estar basado en:

- Las condiciones del suelo o de la roca
- Las opciones de transporte
- La configuración de la zona de dragado, incluyendo las profundidades del agua antes y después del trabajo.
- Los requisitos de la colocación

En resumen, hay una variedad de herramientas o dragas que son adecuadas para diferentes tipos de proyectos. Todos los factores mencionados influirán en la selección del equipo más apropiado para una obra específica. Sin embargo, en última instancia, si la obra se va a realizar a través de un contrato, el proceso de licitación generalmente se utiliza como mecanismo para tomar decisiones sobre la selección del equipo adecuado.

En el marco de la **Resolución N° 005-CNC-2012**, de fecha 26 de abril del 2012, disposiciones transitorias: Primera.- En el plazo de 30 días el Gobierno Central entregará al Gobierno Provincial de Manabí la Draga "La Esperanza", de conformidad con los mecanismos establecidos en la normativa jurídica vigente.

En este contexto El Gobierno Provincial de Manabí en el año 2012 recibe la Draga La Esperanza con el propósito de Dragar el área de intervención del sitio Simbocal, cantón Chone. posteriormente realiza la adquisición mediante compra la Draga Manabita con la

finalidad de retirar los sedimentos acumulados en el estuario La Boca, Parroquia Crucita, cantón Portoviejo, contando con maquinarias complementarias como botes y excavadoras para facilitar el acceso, la seguridad y el apoyo logístico necesario para las operaciones de dragado.

Con la finalidad de continuar con la operatividad de los equipos hidráulicas custodiados por la Dirección de Riego y Recursos Hídricos GPM, en un área de intervención de La Draga La Esperanza: en una longitud a dragar de 4.5 km desde el río carrizal Chone presa derivadora Simbocal hasta el puente Larrea; y La Draga Manabí: en una longitud a dragar de 7km desde la desembocadura del río Portoviejo sector la boca de Crucita hasta aguas arriba sitio San Roque; la entidad provincial se encuentra en proceso de formulación de proyectos para la ejecución de trabajos, para ello se ha sometido a los equipos a una revisión y diagnóstico por parte de técnicos especialistas, que permitirán conocer las necesidades de intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo urgente, garantizando el funcionamiento continuo y la eficacia en la remoción de sedimentos y el mantenimiento de las rutas acuáticas.



DRAGA LA ESPERANZA





DRAGA MANABÍ



2.5 Estimación Técnica y Económica de la Intervención de Dragado

Para garantizar una planificación sustentada en la realidad territorial y financiera de la provincia, el GADPM ha desarrollado un análisis cuantitativo que integra variables hidrológicas, sedimentológicas y económicas. Este diagnóstico permite transitar de la identificación de amenazas hacia la programación presupuestaria precisa.

2.5.1 Metodología de Cálculo y Valoración Económica

La estimación de los volúmenes de azolve y los costos asociados al dragado se fundamenta en un proceso técnico escalonado, utilizando como base la información oficial del Instituto Geográfico Militar (IGM) y la Dirección de Riego y Recursos Hídricos. El modelo de cálculo se estructura en las siguientes fases:

1. **Delimitación Hidrográfica:** Se utilizaron las capas topográficas vigentes para delimitar las 12 demarcaciones hidrográficas principales bajo la metodología Pfafstetter (Portoviejo, Jipijapa, Coaque, Chone, Jama, Sucre, Briceño, Quinindé, Puca, Colimes, Carmen y Magro).
2. **Cálculo de Sedimentación:** Mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (RUSLE), se estimó la producción de sedimentos anual en toneladas por hectárea, considerando factores de erosividad, erodabilidad y topografía de cada cuenca.
3. **Conversión Volumétrica:** Para transformar la masa de sedimentos a volumen operativo de dragado, se aplicó un peso específico del azolve de 1.65 toneladas/m³
4. **Valoración Económica:** Se estableció un Análisis de Precios Unitarios (APU) referencial para los procesos de contratación de limpieza y desazolve, fijando un costo promedio de 3.61 USD/m^3 .

2.1.1.1. Línea Base: Análisis de Intervención Histórica (2023-2025)

El análisis de la gestión realizada por el GADPM durante el periodo 2023-2025 establece la línea base de capacidad operativa institucional. A través de la ejecución directa con maquinaria propia y procesos de contratación, se han alcanzado los siguientes hitos:

- **Longitud Intervenida:** Se han atendido un total de 396.52 kilómetros de cauces en ríos y esteros prioritarios.
- **Inversión Ejecutada:** El monto total devengado en estas intervenciones asciende a \$9,110,111.79 USD.

Esta inversión histórica evidencia un esfuerzo fiscal sostenido; sin embargo, al contrastarla con la dinámica de sedimentación anual, se identifica que la capacidad de respuesta actual cubre parcialmente las necesidades críticas, generando un pasivo ambiental que requiere un escalamiento en la inversión.

.Ilustración 21 Inversión del GADPM entre el 2023 y el 2025 en la provincia de Manabí por cuenca hidrográfica.

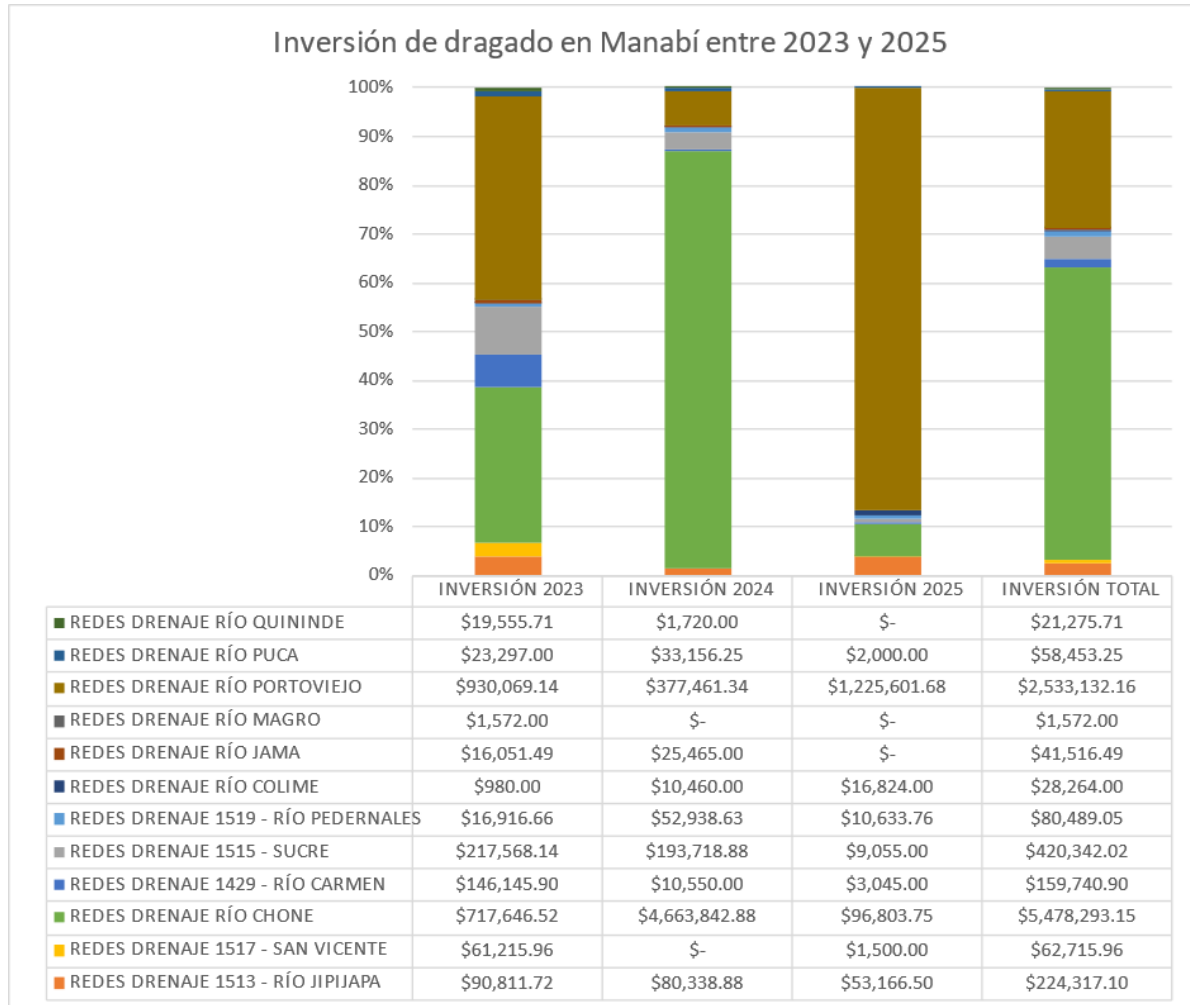
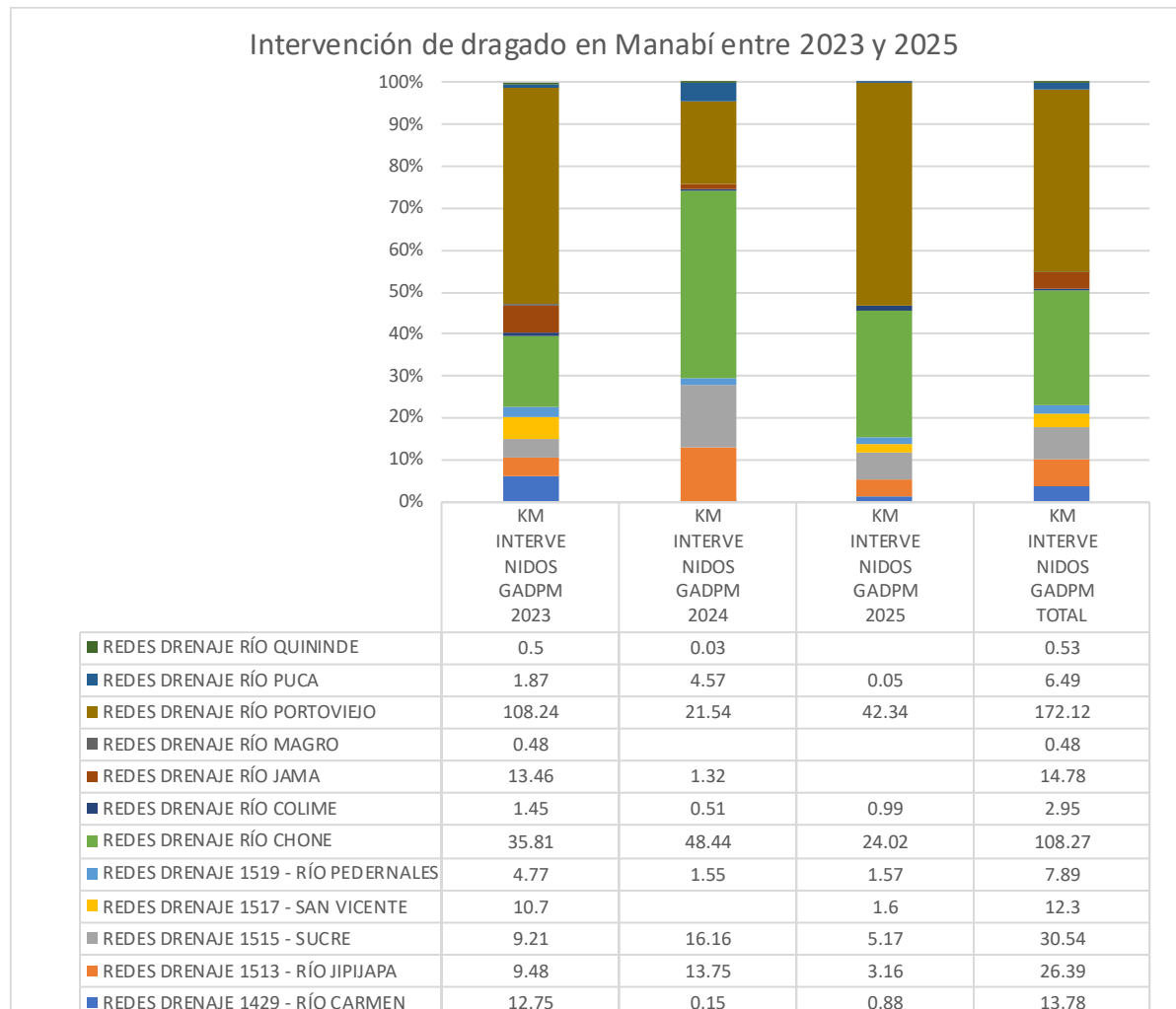


Ilustración 22 Intervención del GADPM entre el 2023 y el 2025 en la provincia de Manabí por cuenca hidrográfica.



2.1.1.2. Proyección de la Demanda Hídrica y Brecha de Inversión

Aplicando la metodología de cálculo al estado actual de las 12 demarcaciones hidrográficas, se ha determinado la necesidad real de intervención para restaurar la capacidad hidráulica y mitigar riesgos de inundación severa. La proyección técnica arroja los siguientes valores totales para la implementación integral del plan:

- **Meta Física de Intervención:** Se requiere el dragado y desazolve de 459.39 kilómetros de cauces críticos ubicados en cuencas bajas y medias.
- **Volumen de Sedimentos:** Se estima la remoción necesaria de 16,441,381.66 metros cúbicos (m³) de material sedimentado.
- **Presupuesto Referencial Total:** La inversión necesaria para cubrir esta demanda asciende a \$57,331,398.77 USD.

El análisis financiero revela una disparidad importante entre la longitud de los ríos y el costo de su intervención, debido a la variabilidad en los volúmenes de sedimentos acumulados por hectárea. La priorización de recursos no debe basarse únicamente en la extensión lineal, sino en el peso presupuestario que demanda cada cuenca.

Tabla 108 Demanda de dragado en la Provincia de Manabí.

DEMARCAACION HIDROGRAFICA METODOLOGÍA PFAFSTETTER	KILOMETROS TOTALES	PORCENTAJE DE KM INTERVENCION	KM A INTERVENIR	M3 X MT LINEAL	PROYECCION DE COSTO DRAGADO	Porcentaje a intervenir (Base 459.39 km)	Porcentaje costo (base 57 millones USD)
REDES DRENAJE 1429 - RÍO CARMEN	1,571.11	1.88	29.60	151.99	\$ 16,241,128.13	6%	28%
REDES DRENAJE 1513 - RÍO JIPIJAPA	930.64	4.62	43.00	10.60	\$ 1,645,231.03	9%	3%
REDES DRENAJE 1515 - SUCRE	74.68	11.65	8.70	21.64	\$ 679,725.76	2%	1%
REDES DRENAJE 1517 - BRICEÑO	375.68	4.47	16.80	20.14	\$ 1,221,728.38	4%	2%
REDES DRENAJE 1519 - RÍO COAQUE	720.13	2.28	16.40	104.34	\$ 6,177,060.48	4%	11%
REDES DRENAJE RÍO CHONE	926.13	11.55	107.00	11.59	\$ 4,477,641.84	23%	8%
REDES DRENAJE RÍO COLIME	336.93	4.45	15.00	71.06	\$ 3,848,023.28	3%	7%
REDES DRENAJE RÍO JAMA	538.15	5.33	28.67	22.17	\$ 2,295,040.68	6%	4%
REDES DRENAJE RÍO MAGRO	141.26	0.00	0.00	57.66	\$ -	0%	0%
REDES DRENAJE RÍO PORTOVIEJO	759.53	22.54	171.22	12.25	\$ 7,569,854.12	37%	13%
REDES DRENAJE RÍO PUCA	446.18	3.14	14.00	93.87	\$ 4,744,380.78	3%	8%
REDES DRENAJE RÍO QUININDE	1,093.66	0.82	9.00	259.51	\$ 8,431,584.31	2%	15%
TOTAL	7,914.08	6.06	459.39	69.74	\$ 57,331,398.77	100%	100%

La distribución porcentual del costo total (\$57.3M) identifica las siguientes prioridades críticas:

1. **Río Carmen (Cuenca 1429):** Representa el 28% de la inversión total necesaria, demandando aproximadamente \$16.2 millones, a pesar de que su longitud de intervención representa solo el 6% del total de kilómetros planificados.
2. **Río Quinindé:** Requiere el 15% del presupuesto total (\$8.4 millones), correspondiendo apenas al 2% de la longitud física a intervenir, lo que denota una altísima concentración de sedimentos.
3. **Río Portoviejo:** Demanda el 13% de la inversión (\$7.5 millones) para intervenir el 37% de la longitud total planificada (171.22 km).
4. **Río Coaque:** Representa el 11% del costo (\$6.1 millones).
5. **Río Chone:** Requiere el 8% de la inversión (\$4.4 millones) para cubrir el 23% de los kilómetros totales (107 km).

El 25% restante del presupuesto se distribuye entre las cuencas de Jipijapa, Sucre, Briceño, Colimes, Jama y Puca. Esta jerarquización económica es determinante para la formulación de los proyectos de inversión en la fase de propuesta.

3 CAPITULO 3: PROPUESTA

La formulación del Plan de Dragado Provincial de Manabí (PDPM) constituye una respuesta estructural frente a la vulnerabilidad hídrica del territorio. Esta propuesta trasciende la mera obra física para consolidarse como un instrumento de planificación que integra la seguridad territorial, el desarrollo productivo y la adaptación al cambio climático, alineándose con la visión de un Manabí resiliente y próspero.

3.1 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA CON EL PDOT 2023-2027

El PDPM se articula directamente con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial "Manabí Bicentenario 2023-2027", actuando como el componente operativo esencial del Eje: Manabí Integrado. Este eje busca garantizar un territorio conectado y seguro, donde la infraestructura sirva como catalizador del bienestar social y económico.

La estrategia de intervención se fundamenta en la gestión integral de riesgos y recursos hídricos, respondiendo a los siguientes lineamientos de planificación:

1. **Sinergia con el Objetivo Estratégico Provincial:** El plan materializa la política de "atenuar los factores naturales y antrópicos que contribuyen a la intensificación de las inundaciones", transformando la gestión de cuencas en un motor para la seguridad alimentaria y la protección de asentamientos humanos.
2. **Contribución a la Agenda 2030:**
 - **Resiliencia (ODS 9 y 11):** Fortaleciendo la infraestructura rural y urbana frente a desastres, garantizando que las comunidades sean inclusivas, seguras y sostenibles.
 - **Acción Climática (ODS 13):** Implementando medidas de adaptación concretas frente a eventos extremos (Fenómeno de El Niño/La Niña) que alteran los ciclos hidrológicos de la provincia.
3. **Gobernanza Multinivel:** El plan activa la competencia de gestión de cuencas y riego, estableciendo un marco de actuación coordinada entre el GAD Provincial, el Gobierno Central y los GAD Cantonales para maximizar el impacto de la inversión pública.

3.2 OBJETIVOS DE DESARROLLO

La propuesta se orienta a transformar la dinámica hídrica de la provincia, pasando de la reacción ante emergencias a una gestión preventiva y sostenible de las 12 demarcaciones hidrográficas.

3.2.1 Objetivo General

Implementar un sistema integral de recuperación y mantenimiento de la capacidad hidráulica en las cuencas hidrográficas de la provincia, bajo el programa "Manabí Equipado", con el fin de reducir la vulnerabilidad territorial ante inundaciones, proteger los medios de vida productivos y garantizar la seguridad hídrica para el desarrollo sostenible de Manabí.

3.2.2 Objetivos Específicos

1. **Reducción de riesgos y seguridad territorial:** Restaurar la funcionalidad hidrológica de los cauces, ríos y esteros priorizados para mitigar el impacto de las crecidas estacionales, protegiendo las zonas de cultivo y los centros poblados expuestos a amenazas recurrentes.
2. **Gestión estratégica de recursos:** Consolidar un modelo de gestión financiera y operativa que permita la movilización eficiente de recursos nacionales e internacionales, asegurando la viabilidad económica de las intervenciones de alto impacto que superan la capacidad fiscal ordinaria.
3. **Sostenibilidad y desarrollo productivo:** Garantizar la durabilidad de las intervenciones mediante programas de mantenimiento preventivo y manejo técnico de sedimentos, asegurando la disponibilidad de agua para riego y drenaje que potencie la reactivación agropecuaria de la provincia.

3.3 ESTRUCTURA PROGRAMÁTICA

La operatividad del presente Plan se enmarca estrictamente en la estructura de planificación provincial vigente. Se adopta el programa insignia de la administración para la gestión de riesgos y recursos hídricos, dotándolo de una cartera de proyectos específica derivada del diagnóstico técnico.

3.3.1 Programa: “Manabí Equipado”

Este programa constituye la columna vertebral de la intervención física en el territorio. Se define como el **"Programa de atención integral a obras y actividades de dragado, relleno hidráulico, limpieza de ríos, presas, embalses y esteros en la provincia de Manabí"**.

Su concepción va más allá de la obra civil; se trata de una estrategia de adaptación climática y seguridad territorial con los siguientes alcances definidos en el PDOT 2023-2027:

- **Descripción y Alcance:** La implementación del programa se enfoca en intervenciones masivas para prevenir inundaciones durante la temporada invernal. Simultáneamente, busca proteger y

preservar la salud de los ecosistemas y el entorno natural, asegurando que las intervenciones mecánicas no comprometan la biodiversidad de las cuencas.

- **Objetivos Estratégicos del Programa:**

1. **Reducción de Factores de Riesgo:** Contribuir directamente a la disminución de factores que intensifican las inundaciones en zonas receptoras o de transmisión en cuencas y microcuencas prioritarias.
2. **Resiliencia de Infraestructura:** Fortalecer la capacidad de respuesta de la infraestructura pública y de las poblaciones asentadas en zonas vulnerables frente a amenazas hídricas (inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo).
3. **Adaptación basada en Ecosistemas (AbE):** Implementar medidas de adaptación al cambio climático enfocadas en el sector hídrico, garantizando que el dragado se realice bajo criterios de sostenibilidad ambiental.

- **Área de Influencia:** La cobertura es provincial, con énfasis en las zonas bajas de las demarcaciones hidrográficas identificadas como críticas en el mapa de riesgos.

3.3.2 Portafolio de Proyectos Priorizados

Para garantizar la viabilidad técnica y financiera, la intervención integral de los \$57.3 millones se ha desagregado en 12 Proyectos de Inversión.

Se ha establecido una Prioridad de Intervención basada en dos criterios técnicos:

1. **Peso Presupuestario:** Cuencas que requieren mayor volumen de inversión por alta sedimentación (ej. Río Carmen, Quinindé).
2. **Longitud Crítica:** Cuencas con mayor extensión lineal de afectación y exposición poblacional (ej. Río Portoviejo, Chone).

Tabla 109 Portafolio de Proyectos: Programa Manabí Equipado.

Prioridad	Nombre del Proyecto (Demarcación Hidrográfica)	Meta Física (Km a Intervenir)	Presupuesto Referencial (USD)	Justificación Técnica de Prioridad
ALTA	Proyecto de Recuperación Integral Cuenca Río	171.22 km	\$7,569,854.12	Representa el 37% de la longitud total a intervenir; cuenca con mayor

Prioridad	Nombre del Proyecto (Demarcación Hidrográfica)	Meta Física (Km a Intervenir)	Presupuesto Referencial (USD)	Justificación Técnica de Prioridad
	Portoviejo			densidad poblacional expuesta.
ALTA	Proyecto de Recuperación Hidráulica del Río Carmen	29.60 km	\$16,241,128.13	Prioridad financiera máxima (28% del costo total) debido a la alta densidad de sedimentos por hectárea.
ALTA	Proyecto de Dragado Crítico Cuenca Río Quinindé	9.00 km	\$8,431,584.31	Alta concentración de sedimentos; requiere el 15% del presupuesto total en un tramo corto pero crítico.
ALTA	Proyecto de Recuperación de Capacidad Hidráulica Río Chone	107.00 km	\$4,477,641.84	Prioridad estratégica por recurrencia histórica de inundaciones severas y extensión (23% de km totales).
ALTA	Proyecto de Intervención Hídrica Integral Río Coaque	16.40 km	\$6,177,060.48	Alta demanda de recursos (11% del presupuesto) por complejidad técnica de intervención.
MEDIA	Proyecto de Limpieza y Desazolve Río Puca	14.00 km	\$4,744,380.78	Nivel de inversión considerable (8% del total) para protección de zonas productivas.
MEDIA	Proyecto de Desazolve de la Cuenca del Río Colime	15.00 km	\$3,848,023.28	Representa el 7% de la inversión requerida; clave para la conectividad hídrica local.
MEDIA	Proyecto de Dragado y Prevención Río Jama	28.67 km	\$2,295,040.68	Intervención preventiva necesaria en el 6% de la longitud total de la red provincial.

Prioridad	Nombre del Proyecto (Demarcación Hidrográfica)	Meta Física (Km a Intervenir)	Presupuesto Referencial (USD)	Justificación Técnica de Prioridad
BAJA	Proyecto de Desazolve y Limpieza del Río Jipijapa	43.00 km	\$1,645,231.03	Extensa longitud (9%), pero con bajo costo unitario relativo y menor carga de sedimentos críticos.
BAJA	Proyecto de Dragado y Mantenimiento Río Briceño	16.80 km	\$1,221,728.38	Intervención de mantenimiento rutinario; representa el 2% del costo total.
BAJA	Proyecto de Mitigación de Riesgos Hídricos Río Sucre	8.70 km	\$679,725.76	Proyecto de menor escala (1% del costo) enfocado en puntos específicos.
N/A	Proyecto de Gestión Hídrica Río Magro	0.00 km	\$0.00	Cuenca monitoreada sin necesidad de inversión de capital en la fase actual.
TOTAL	PROGRAMA INTEGRAL	459.39 km	\$57,331,398.77	Cobertura Provincial

Esta matriz de proyectos permite al GAD Provincial gestionar recursos de manera modular, atacando primero las cuencas de Prioridad Alta que concentran el mayor riesgo hidráulico y financiero, asegurando así el mayor impacto social en el corto plazo.

3.4 Metas e indicadores de gestión

El sistema de monitoreo del Plan de Dragado se articula directamente con las metas del PDOT 2023-2027. A continuación, se detallan las fichas técnicas de los indicadores que medirán el avance físico y financiero de la intervención, contrastando la línea base (lo ejecutado hasta 2023-2025) con la meta total calculada en el diagnóstico

	Ejecutar anualmente al menos 100Km en obras y actividades de dragado, relleno hidráulico, limpieza de ríos, presas, embalses y esteros.
	Indicador <i>Longitud de actividades de dragado y otras obras. (FM_PDOT_MI_21)</i>
	Unidad <i>Kilómetro (Km)</i>
	Línea Base 2023 <i>100</i>
	Responsables del cumplimiento <i>Dirección de Riego y Recursos Hídricos o la que haga sus veces.</i>
	Responsable de la medición <i>Dirección de Riego y Recursos Hídricos o la que haga sus veces.</i>
	Ejecutar anualmente al menos 112.000 m ³ en obras y actividades de dragado, relleno hidráulico, limpieza de ríos, presas, embalses y esteros.
	Indicador <i>Volumen de actividades de dragado y otras obras. (FM_PDOT_MI_22)</i>
	Unidad <i>m³ (Volumen)</i>
	Línea Base 2023 <i>100.000 m³</i>
	Responsables del cumplimiento <i>Dirección de Riego y Recursos Hídricos o la que haga sus veces.</i>
	Responsable de la medición <i>Dirección de Riego y Recursos Hídricos o la que haga sus veces.</i>

4 CAPITULO 4: MODELO DE GESTIÓN PLAN DE DRAGADO

4.1 GESTIÓN DEL PLAN DE DRAGADO

El modelo de gestión del Plan de Dragado es un modelo conceptual que identifica los componentes necesarios para el logro de los objetivos, productos o servicios y los articula mediante interrelaciones y dependencias para que, de forma coordinada, identificar herramientas para la gestión.

La baja capacidad para contener el recurso hídrico por no contar con infraestructura suficiente como , compuertas y otras prácticas para el manejo del flujo hídrico, además del deficiente cuidado de los ecosistemas principalmente en la fuente hídrica ocasionando la erosión de los suelos que contribuye al azolvamiento disminuyendo la capacidad portante de los ríos y por tanto alto riesgo de inundaciones en temporada invernal y por tanto esta baja capacidad portante de los afluentes conlleva a una rápida desembocadura del agua que en poco tiempo termina en sequia causando afectaciones a los sectores ganadero, agrícola, transporte, vivienda y otros servicios.

Para responder a la problemática se propone desarrollar las siguientes acciones:

- Ejecutar un Plan de Acción para atender las emergencias ocasionadas por desbordamiento fluvial.
- Restaurar los ecosistémica propendiendo la conservación de Suelos
- Realizar el Dragado permanente en Estuario del Rio Chone, Simbocal y en la Boca de Crucita.
- Proponer el diseño y localización de y otras infraestructuras hídricas.

La inserción estratégica territorial en el modelo de gestión del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la provincia de Manabí tiene como objetivo principal coordinar y optimizar la intervención de los diferentes niveles de gobierno y otros actores en el territorio provincial para garantizar un desarrollo integral y sostenible.

Estas estrategias de articulación y coordinación con los distintos niveles de gobierno, entidades del gobierno nacional desconcentrado y el sector privado se formularán en consonancia con los objetivos de desarrollo provincial, asegurando que las necesidades y aspiraciones de las comunidades sean adecuadamente atendidas.

En el caso del Dragado debe existir una instancia de articulación entre los diferentes niveles de gobierno y se propone la formulación de un convenio para adoptar medidas de ordenamiento territorial que limiten el desarrollo en áreas propensas a inundaciones y promuevan prácticas de uso del suelo que reduzcan la escorrentía y la erosión, preservando así la capacidad de los cuerpos de agua para absorber y transportar

agua, también deben estar organizados para mancomunadamente dar respuesta a eventos adversos como inundaciones.

Permisos ambientales

Es el trámite orientado a emitir Autorizaciones Administrativas Ambientales tipo "Licencia Ambiental" por la Autoridad Ambiental Competente (Ministerio del Ambiente, Agua o Transición Ecológica o Gobierno Autónomo Descentralizado) a través del Sistema Único de Información Ambiental - SUIA; siendo de carácter obligatorio para proyectos, obras o actividades categorizados ambientalmente como mediano o alto impacto ambiental.

En el caso del dragado todo movimiento en la fuente o en las áreas de conservación deberán contar con el aval del MAATE y los permisos ambientales correspondientes

Mesa de Dragado

La Mesa de Dragado debe estar aprobada por ordenanza liderada por la máxima autoridad provincial o su delegado, sus miembros son por el estado el MAATE, MAG Y SENPLA, por los municipios aquellos inmersos en las microcuencas del Río Chone y del Río Portoviejo más delegación de las juntas parroquiales de los cantones antes nombrados, la academia, más los miembros ciudadanos del consejo de planificación provincial.

Administrativamente debe preverse lo siguiente:

Un marco de adquisición de responsabilidad de la gestión por todos los actores intervinientes en la prestación de servicios, y que se apoya en liderazgo para la gestión pública y en el desarrollo de competencias asociadas a la toma de decisiones.

Un marco de referencia para integrar componentes de gestión e interconectarlos para optimizar su funcionamiento.

Un marco para reforzar el concepto de control interno como un proceso que, llevado a cabo por los distintos miembros y en cada uno de sus niveles, proporciona una seguridad razonable en la consecución de la eficacia y eficiencia de las operaciones.

Coordinación Multinivel

Fortalecer mecanismos de coordinación efectivos en la planificación e intervención multinivel, es fundamental para el éxito de un plan de dragado provincial para garantizar que el plan se implemente de manera eficiente, sostenible y beneficiosa para la comunidad y el medio ambiente.

Las articulaciones con los actores involucrados en un plan de dragado provincial de Manabí implican establecer relaciones y coordinar acciones entre diferentes entidades y grupos interesados en el proceso. Algunos de los actores clave que deben ser involucrados y con los que se deben establecer articulaciones son:

- **Gobierno central:** En el marco de la gestión recurrente de la competencia para el dragado, relleno hidráulico y limpieza de ríos, y esteros, corresponde al Gobierno Central, a través de sus distintas entidades la rectoría de planificación, la regularización, el control y la gestión en los términos establecidos en la resolución 005-CNC-2012.
- **Gobierno provincial:** La administración provincial es fundamental en la planificación, coordinación y ejecución de un plan de dragado, es por ello que la Prefectura de Manabí elabora y lidera el Plan Provincial de Dragado. Esto con la finalidad de conseguir la asignación de recursos; mientras se continuará interviniendo mediante administración directa, elaborando políticas y supervisando de las actividades de dragado.
- **Gobiernos locales:** Los GAD cantonales y los GAD parroquiales pueden trabajar de manera articulada todas las necesidades y desafíos asociados con la gestión de los cuerpos de agua como ríos, presas, y esteros de la provincia de competencias en la gestión de cuerpos de agua locales. Es importante que los GAD coordinen con el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) para identificar necesidades específicas, obtener permisos y garantizar la colaboración en la implementación del plan de dragado. La Prefectura de Manabí, prestará el contingente de equipos, maquinarias y personal necesario para la ejecución del proyecto de dragado.
- **Autoridades ambientales:** El MAATE como autoridad ambiental tiene competencias en la gestión ambiental, incluyendo la protección y conservación de recursos hídricos y la regulación de su uso, por lo que es indispensable que esta entidad sea quien garantice el cumplimiento de las regulaciones ambientales y otorgue los proyectos de dragado autorizados para su intervención, para llevar a cabo las actividades de dragado de manera responsable.

- **Comunidades locales:** Las comunidades manabitas que viven cerca de los cuerpos de agua a ser dragados deben ser consultadas y participar en el proceso. Es importante considerar sus preocupaciones, necesidades y conocimientos locales para garantizar que el plan de dragado sea aceptado y beneficie a la población local.
- **Organizaciones no gubernamentales (ONG):** Las ONG ambientales y de conservación pueden proporcionar recursos económicos, asesoramiento técnico, apoyo en la sensibilización y monitoreo independiente para asegurar que el dragado se realice de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente.
- **Sector privado:** Las empresas privadas especializadas en dragado y obras hidráulicas pueden ser contratadas para llevar a cabo las actividades de dragado. Es importante establecer acuerdos claros y transparentes con el sector privado para garantizar la calidad y eficacia de los trabajos realizados.

Acciones Emergentes

La respuesta emergente debe tratar lo siguiente:

1. Limpieza y desazolve emergente en zonas críticas o de alto impacto: Se hace con maquinaria para retirar desechos orgánicos e inorgánicos que están impidiendo o ralentizando el flujo de agua cuando se genera la crisis o emergencia, aunque observando el comportamiento histórico es posible realizar estas acciones para prevenir y mitigar.
2. Intervención en los espaldones y profundidad de los afluentes para controlar la dinámica del flujo hídrico
3. Intervención en los ecosistemas

Estación para monitoreo continuo

Se debe hacer convenio con el MAATE para la construcción de la estación con el apoyo técnico de la ESPAMMFL en representación de la academia para monitoreo y formulación de un mapa batimétrico que nos permita medir las profundidades y conocer el volumen real de sedimentos a retirar para optimizar el flujo de agua y por otro lado dar alerta temprana ante inminentes inundaciones, frente a lo cual se debe contar con un plan de acción para intervención de maquinarias, y por otro lado el gobierno local con un plan de contingencia que permita abordar la emergencia reduciendo el impacto causado.

Convenio para controlar el Uso de Suelo

Es necesario la participación de otros niveles de gobierno, tanto en planificación como implementación, para lo cual una vez identificado las zonas de conservación y restauración ecosistémica el GADCPM comparte la información en Shape y los GAD municipales la incluyen en el ordenamiento territorial de sus planes de desarrollo frente a lo cual se comparte con la autoridad ambiental para control de los mismos.

Se debe implementar un proyecto de legalización de tierras en las zonas de conservación donde se incluyan planes de manejo para incrementar la colaboración de la ciudadanía o habitantes de estos sectores

El GADCPM deberá solicitar competencia para sancionar a quienes incumplen con la destrucción de ecosistemas en zonas de conservación considerando para apoyar el MAATE.

Reforestación

Se debe reforestar con especies nativas sobre todo con aquellas que contribuyan a mejorar los suelos, la reforestación, una de las estrategias más efectivas en la restauración de ecosistemas degradados y en la conservación de la biodiversidad, desempeña un papel crucial en la lucha contra los desafíos ambientales que enfrenta nuestro planeta. En un mundo marcado por la pérdida de hábitats, la degradación del suelo y el cambio climático, la reforestación se ha convertido en una herramienta vital para revertir el daño y construir un futuro más sostenible.

La recuperación de suelos en la cuenca alta del río Chone y Portoviejo identificados en el Plan Multiamenazas permitirá disminuir la erosión y por tanto el azolvamiento de las fuentes hídricas.

Se prevé utilizar arbustos por su rápido crecimiento y crear un sistema de terrazas para la práctica agrícola para disminuir la erosión y el derrame hasta las fuentes hídrica, es necesario organizar a los propietarios de tierra, capacitar y generar incentivos que permitan priorizar la conservación de los ecosistemas sobre la generación de cultivos y la extensión de la frontera agrícola, así como los cultivos en pendiente.

Es necesario promover prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación y el manejo integrado de cultivos, que reduzcan la erosión del suelo, la contaminación por agroquímicos y la pérdida de biodiversidad en las cuencas hidrográficas.

Adicionalmente se debe construir infraestructura verde, como humedales contruidos, zonas de infiltración y filtros verdes, para mejorar la calidad del agua, reducir la esorrentía y proporcionar hábitats para la vida silvestre.

Implementar sistemas de gestión de aguas pluviales que capturen, almacenen y utilicen el agua de lluvia de manera eficiente, reduciendo la esorrentía y recargando los acuíferos subterráneos.

Establecer programas de monitoreo y seguimiento continuo de la calidad y cantidad del agua en las cuencas hidrográficas, utilizando tecnologías de teledetección, sensores remotos y estaciones de monitoreo para evaluar el estado de los recursos hídricos y detectar cambios a lo largo del tiempo.

Actividades de Dragado

Actualmente se desarrolla el Dragado Hidráulico en Simbocal (Draga La Esperanza) y en La Boca (Draga Manabí); y Dragado Mecánico en las cuencas de Chone, Flavio, Olmedo y Coaque, para optimizar el trabajo es necesario conocer el volumen de residuos que efectivamente hay que extraer.

Actividades Sociales

- Fortalecimiento del tejido social comunitario y Socio organizativo
- Fortalecimiento socio organizativo

Construcción de estructuras Hidráulicas

Una vez elaborado y/ o actualizados los estudios de prefactibilidad o diseño definitivo se debe gestionar articuladamente con otras entidades a cargo de la competencia el financiamiento de la construcción de infraestructuras hidráulicas.

Financiar un plan de dragado en una provincia requiere de la combinación de varias estrategias para asegurar los recursos necesarios. Entre las que se tienen:

- **Presupuesto gubernamental:** Destinar fondos del presupuesto gubernamental de la provincia para financiar el plan de dragado. Esto puede implicar asignaciones específicas dentro del presupuesto anual o la inclusión del plan de dragado en proyectos de desarrollo a largo plazo.
- **Recursos propios:** Utilizar recursos propios de la provincia, como las alícuotas recibidas por competencia de riego y drenaje, para financiar parte o la totalidad del plan de dragado.
- **Asociaciones público-privadas (APP):** Establecer asociaciones con el sector privado para financiar y ejecutar el plan de dragado. Implica la participación de empresas especializadas en

dragado que proporcionen financiamiento a cambio de contratos para llevar a cabo las operaciones de dragado.

- **Financiamiento internacional:** Buscar financiamiento de organizaciones internacionales, bancos de desarrollo u otras entidades financieras internacionales que puedan estar interesadas en apoyar proyectos de infraestructura y desarrollo en la provincia, incluyendo proyectos de dragado.
- **Fondos de cooperación intergubernamental:** Obtener fondos a través de programas de cooperación intergubernamental, en los cuales el gobierno central o entidades gubernamentales de otras provincias contribuyen financieramente al plan de dragado en la provincia.
- **Fondos de compensación por impacto ambiental:** Si el proyecto de dragado está destinado a mejorar la calidad ambiental o mitigar impactos ambientales negativos, se pueden buscar fondos de compensación por parte de empresas u organismos responsables de actividades que afectan el medio ambiente.
- **Fondos de desarrollo regional:** Acceder a fondos destinados al desarrollo regional, ya sea a nivel nacional o regional, que puedan ser utilizados para financiar proyectos de infraestructura hídrica, como el dragado de ríos y canales. Así como se consiguió captar la asignación de 11,3 millones de dólares provenientes del Gobierno Central, con la finalidad de ejecutar el proyecto "PLAN DE OBRAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN EL CANTÓN CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ".

Mantenimiento de las Obras de Dragado

Las obras de dragado de los canales de acceso, las batimetrías, los monitoreos ambientales y los diseños de dragado no deberían tener un solo responsable en Manabí si no, deberían ser por diferentes entidades, tales como la EPA, MAATE, y el ARCA., sin embargo, la Mesa Interinstitucional para el Dragado y Conservación de Suelos delimitara las políticas y reglamentos para su funcionamiento determinando responsables del mantenimiento.

Monitoreo y Evaluación

Como parte de la metodología del modelo de gestión, se propone también que sea la Prefectura de Manabí la entidad encargada de realizar el seguimiento mensual del PLAN DRAGADO MANABÍ 2024-2027 y elaborar reportes semestrales, para que la Mesa Interinstitucional para el Dragado y Conservación

de Suelos sea quién realice la evaluación anual del cumplimiento del Plan y su repercusión en la provincia.

Adicionalmente se plantea organizar a los habitantes de las zonas de conservación quienes, a través de un Plan de remediación y recuperación de suelos, participen como veedores vigilantes del proceso de reforestación y recuperación de suelos.

4.2 Estrategias de Financiamiento y Sostenibilidad

La viabilidad del Plan de Dragado Provincial de Manabí (PDPM) requiere superar la brecha financiera identificada en el diagnóstico, la cual asciende a \$57,331,398.77 USD. Dado que esta cifra excede la capacidad de inversión ordinaria del GAD Provincial (cuyo histórico referencial es de aproximadamente \$3 millones anuales para este rubro), se establece una Estrategia de Financiamiento Híbrida y Escalonada.

Esta estrategia divide la inversión en dos componentes funcionales para garantizar tanto la ejecución de obras estructurales como la sostenibilidad del mantenimiento a largo plazo:

4.2.1 Componente1: Fondo de Mantenimiento y Respuesta (Recursos Propios GADPM)

Este componente se financiará con el presupuesto anual asignado a la Dirección de Riego y Recursos Hídricos.

- **Destino:** Operatividad de la maquinaria institucional (Dragas "Manabí 1" y "La Esperanza", excavadoras de brazo largo/corto), combustibles, personal operativo y atención a emergencias menores en puntos críticos.
- **Alcance:** Cubrirá aproximadamente el 10-15% de la meta física anual, enfocado en el mantenimiento de las obras ya ejecutadas para evitar la re-sedimentación inmediata.

4.2.2 Componente2: Fondo de Inversión Estratégica (Gestión de Competencias)

Este componente financiará el 85-90% restante de la brecha (\$48M - \$54M), correspondiente a los 12 Proyectos de Inversión priorizados en la propuesta. La gestión de estos recursos se fundamenta en:

- **Gobierno Central (Competencia de Riego y Drenaje):** Gestión de transferencias directas desde el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y la Autoridad Única del Agua, amparados en la competencia exclusiva constitucional de los GAD Provinciales sobre cuencas y microcuencas.
- **Banca Pública (BDE):** Postulación de los proyectos de "Recuperación Hidráulica" (ej. Río Carmen, Río Chone) a líneas de crédito para prevención de riesgos y cambio climático.

- **Cooperación Internacional:** Gestión de fondos no reembolsables para componentes de estudios técnicos, planes de manejo ambiental y adaptación basada en ecosistemas.

DIMENSIONES DE SOSTENIBILIDAD



CARACTERÍSTICAS

- Mayor pendiente y flujo de agua.
- Presencia de ecosistemas sensibles (nacientes, zonas de recarga hídrica).
- Menor profundidad y sedimentación.

Mitigación de impactos:

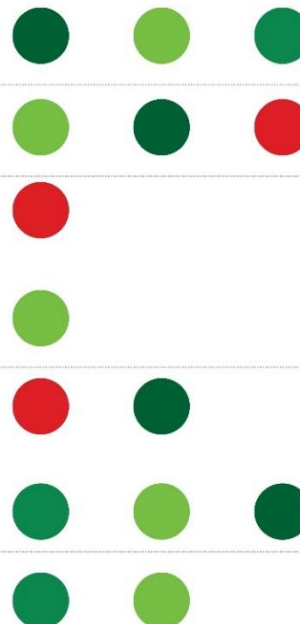
- Priorizar la protección de la flora y fauna, con especial atención a las especies sensibles y sus hábitats.
- Implementar medidas de control de erosión para evitar la sedimentación aguas abajo.
- Minimizar la alteración del cauce natural y la vegetación ribereña.

Monitoreo ambiental:

- Monitoreo de la calidad del agua, con énfasis en la turbidez y la presencia de sedimentos en suspensión.
- Seguimiento de las poblaciones de especies indicadoras de la salud del ecosistema.

Compensación ambiental:

- Reforestación de áreas ribereñas con especies nativas.
- Creación de zonas de protección para la fauna.



DIMENSIONES DE SOSTENIBILIDAD



CARACTERÍSTICAS

- Pendiente moderada y flujo de agua variable.
- Mayor diversidad de usos del suelo (agricultura, asentamientos humanos).
- Posible presencia de contaminantes.

Mitigación de impactos:

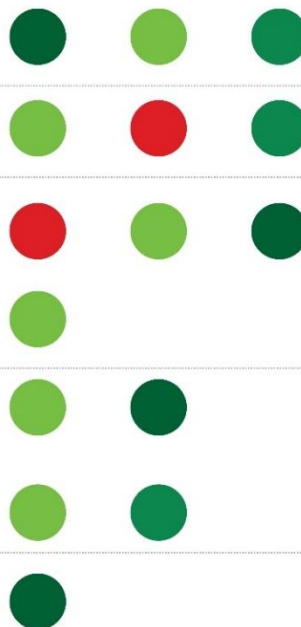
- Control de la contaminación difusa proveniente de la agricultura y las zonas urbanas.
- Manejo adecuado de los materiales dragados, con análisis de contaminantes y disposición final segura.
- Protección de las riberas y la vegetación para evitar la erosión.

Monitoreo ambiental:

- Monitoreo de la calidad del agua, incluyendo análisis de contaminantes.
- Evaluación del impacto del dragado en la biodiversidad acuática.

Compensación ambiental:

- Restauración de hábitats acuáticos degradados.
- Implementación de proyectos de educación ambiental para la comunidad.



GESTIÓN

CUENCA BAJA

DIMENSIONES DE SOSTENIBILIDAD

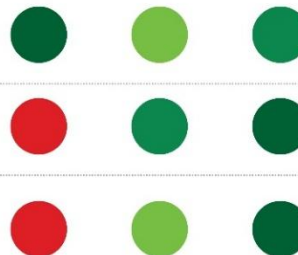


CARACTERÍSTICAS

- Menor pendiente y flujo de agua más lento.
- Mayor acumulación de sedimentos.
- Influencia de las mareas y la intrusión salina.

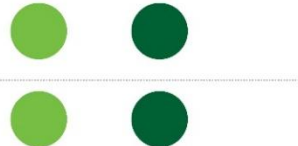
Mitigación de impactos:

- Dragado con precisión para evitar la resuspensión de sedimentos y la alteración del fondo marino.
- Manejo adecuado de los materiales dragados, considerando la posibilidad de reutilización para la restauración costera.
- Control de la erosión costera.



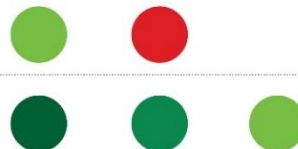
Monitoreo ambiental:

- Monitoreo de la calidad del agua, incluyendo la salinidad y la turbidez.
- Evaluación del impacto del dragado en los ecosistemas costeros.



Compensación ambiental:

- Conservación de manglares y otros ecosistemas costeros.
- Creación de arrecifes artificiales.



Para el mantenimiento de los cauces de los ríos en Manabí, se ha estimado un presupuesto que se detalla al final de la tabla, considerando los argumentos antes expuestos, haciendo énfasis que el éxito de esta

actividad dependerá de la recuperación de la cobertura vegetal, incluyendo arbustos, herbáceas y bosques, con la implementación del plan de reforestación del GPM.

Adicionalmente, se ha calculado un segundo monto tomando en cuenta los kilómetros de ríos dragables en cada cuenca y multiplicándolos por el costo promedio por kilómetro de desazolve. Con base en este cálculo, se estima una inversión aproximada de 65.698 millones de dólares para restaurar la capacidad hidráulica de los principales afluentes de Manabí.

Es importante destacar que la inversión anual en desazolve estará determinada por el escenario elegido y, a su vez, por la inversión determinada en el Plan de Reforestación del GADPM.

4.3 Gestión

Este modelo busca la gestión eficiente y sostenible de los recursos naturales, con énfasis en la participación activa de la ciudadanía y la coordinación entre diferentes niveles de gobierno.

4.3.1 Principios:

- **Colaboración:** Fomentar la cooperación entre la ciudadanía, los gobiernos locales, regionales y el gobierno central.
- **Participación:** Promover la participación activa e informada de la ciudadanía en la toma de decisiones.
- **Transparencia:** Garantizar el acceso a la información pública y la rendición de cuentas.
- **Subsidiariedad:** Asignar las responsabilidades al nivel de gobierno más cercano a la ciudadanía.
- **Sostenibilidad:** Asegurar la gestión sostenible de los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras

4.3.2 Actores:

- **Ciudadanía:**
 - o Participa en la toma de decisiones a través de consultas públicas, mesas de diálogo, consejos ciudadanos, etc.
 - o Colabora en el monitoreo ambiental, la conservación de los recursos naturales y la educación ambiental.
 - o Ejerce veeduría ciudadana para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas.
- **Gobiernos Locales (Parroquiales y Cantonales):**
 - o Son la primera línea de contacto con la ciudadanía.
 - o Implementan proyectos y programas en su territorio.
 - o Promueven la participación ciudadana y la educación ambiental.

- Articulan acciones con los gobiernos regionales y el gobierno central.
- **Gobierno Provincial:**
 - Planifica y coordina acciones a nivel cuencas y/o unidades hidrográficas.
 - Gestionan los recursos naturales de forma integral.
 - Articulan las acciones entre los gobiernos locales y el gobierno central.
 - Promueven la cooperación intermunicipal.
 - Gestionan la cooperación internacional
- **Gobierno Central:**
 - Define las políticas nacionales en materia ambiental y de recursos naturales.
 - Establece los marcos regulatorios y las normas de calidad ambiental.
 - Asigna recursos financieros a los gobiernos regionales y locales.
 - Supervisa y evalúa la implementación de las políticas.

4.3.3 Mecanismos de Vinculación:

- **Consejos Ciudadanos:** Espacios de diálogo y concertación entre la ciudadanía y los gobiernos locales para la toma de decisiones en temas ambientales.
- **Mesas de Diálogo:** Espacios de encuentro para discutir temas específicos, resolver conflictos y generar acuerdos entre los actores.
- **Presupuestos Participativos:** Herramienta para que la ciudadanía decida sobre la asignación de recursos públicos a proyectos ambientales.
- **Plataformas Digitales:** Sistemas de información y comunicación para facilitar la participación ciudadana, el acceso a la información y la transparencia.
- **Voluntariado Ambiental:** Promoción de la participación ciudadana en actividades de conservación y educación ambiental.

4.4 Seguimiento, Control y Evaluación de Gestión

Para garantizar la transparencia, eficiencia y cumplimiento de las metas del PDPM, el Gobierno Provincial de Manabí implementará un sistema robusto de monitoreo basado en datos, articulado a través del Sistema de Información Local (SIL).

4.4.1 Herramientas Tecnológicas de Monitoreo

El seguimiento a la implementación del plan no se realizará de manera aislada, sino que se integrará a la plataforma institucional CEG (Control y Evaluación de Gestión). Esta herramienta tecnológica permitirá la trazabilidad en tiempo real de los avances físicos y presupuestarios.

Funcionalidades del CEG aplicadas al Plan de Dragado:

1. **Tablero de Control de Indicadores:** Visualización del estado de los indicadores estratégicos definidos en la Propuesta (Km intervenidos y Volúmenes m³), con semaforización de cumplimiento respecto a la línea base y la meta anual.
2. **Vinculación PDOT:** El CEG asegurará que cada proyecto de dragado ejecutado reporte directamente al cumplimiento de las metas del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2023-2027, garantizando la alineación estratégica.
3. **Seguimiento Presupuestario:** Monitoreo de la ejecución de los recursos (tanto propios como gestionados ante el Gobierno Central), permitiendo identificar nudos críticos en la contratación o devengo de fondos.
4. **Gestión de Planes Sectoriales:** El PDPM se cargará como un instrumento de planificación sectorial dentro del sistema, permitiendo evaluar su impacto en relación con otros planes provinciales (Vialidad, Ambiente, Producción).

4.4.2 Mecanismos de Evaluación y Reporte

- **Reportes Trimestrales:** La Dirección de Riego y Recursos Hídricos generará informes de avance extraídos del sistema CEG, detallando los kilómetros intervenidos por cuenca y el porcentaje de ejecución financiera.
- **Evaluación Anual de Impacto:** Se realizará un análisis comparativo al cierre de cada ejercicio fiscal para determinar la reducción efectiva del riesgo de inundación en las zonas intervenidas y ajustar la priorización del Portafolio de Proyectos para el año siguiente.
- **Veeduría Ciudadana Digital:** A través del Sistema de Información Local, se pondrá a disposición de la ciudadanía la información georreferenciada de las intervenciones, promoviendo la transparencia y el control social sobre la gestión del dragado provincial.

