



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# CÁLCULO DE BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD BAJO EL PRISMA DE LA SOSTENIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS ESTRATÉGICOS HÍDRICOS DE RIEGO Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN. CASO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR



Autor: **Galo Fernando Gallardo Carrillo**

Director: **Dr. D. Miguel Ángel Artacho Ramírez**

**Tesis Doctoral**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**“CÁLCULO DE BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD BAJO  
EL PRISMA DE LA SOSTENIBILIDAD PARA LOS  
PROYECTOS ESTRATÉGICOS HÍDRICOS DE RIEGO Y  
PROPUESTA DE MITIGACIÓN. CASO DE LA REPÚBLICA  
DEL ECUADOR”**

**Presentado por:**

**D. GALO FERNANDO GALLARDO CARRILLO**

**Dirigida por:**

**DR. D. MIGUEL ÁNGEL ARTACHO RAMÍREZ**

**VALENCIA, SEPTIEMBRE 2016**



## **Agradecimientos**

A Dios por acompañarme y protegerme, proveyéndome la fortaleza, salud y sabiduría que muchas noches parecía quedarse corta.

A mi familia quiero primero pedirle perdón por el inmenso dolor que les pudo haber causado mi ausencia para acompañarles y compartir sus penas, inquietudes y alegrías, agradecerles por haber visto como han sabido seguir adelante y creciendo por buen camino con valentía, inteligencia y sobre todo como grandes personas, decirles que todos los días han estado presentes en mi mente y corazón.

A Ximena mi amada esposa, por su inmenso amor y comprensión para permitirme realizar este viaje dejándola sola, decirle que siempre estuvieron presentes sus palabras “la decisión es suya no la comparto ciento por ciento, yo no puedo hacerle cambiar..., le amo demasiado y ruego a Dios que salga adelante en este tiempo que usted se va a separar”

A mis hijos queridos: Alejandra, Galo Andrés y Felipe, porque desde el día que salí de Ecuador hace tres años, me daban fortaleza al enterarme a través del face time, whatsapp o el skype como crecían saludables y salían adelante, haciéndome feliz.

Al país España y en especial a la ciudad de Valencia en donde realicé mis estudios, por haberme permitido conocer y valorar a nuevas personas, nuevas costumbres y abrirme nuevos horizontes. Jamás olvidaré el apoyo y “¡ánimo!” de innumerables personas que sería interminable mencionarlas, no quisiera dejar de agradecer las risas y el afecto recibido de Rafa, Amparo y Chimo que hicieron mi estancia más alegre y llevadera, estarán para siempre presentes.

A la Universidad Politécnica de Valencia UPV por haberme brindado la oportunidad de conocer y adentrarme en el inmenso mundo de “la ciencia”, permitiéndome constatar con nostalgia las serias falencias de la educación superior de mi país (a donde espero regresar para tratar de retransmitir lo bueno mejor aprendido). Durante mi permanencia en este prestigioso Centro de Estudios tuve la oportunidad de exponer en tres congresos internacionales: Quito-Ecuador (2014), Berlín-Alemania (2014) y Granada-España (2015), así como de conocer y compartir diariamente en el pasillo con grandes maestros del Departamento de Economía y Ciencias Sociales, personajes que a través de las pocas conversaciones intercambiadas o consultas realizadas demostraban su sabiduría, conocimiento y don de gentes. Quedan grabados en mi memoria: Chema, Víctor, Paco, Olga, Luis Miguel, Eladio, Dionisio, Pepe y mi compañero de “despacho adjunto” Eduardo. También conocí a las doctoras Dras Dña Elena y Dña Marta, así

como a compañeros doctorandos de diversas nacionalidades con quienes compartíamos nuestras penas, alegrías y “hacíamos el verdadero doctorado en las comidas”, gracias a todos ustedes, especialmente a ti Felipe.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento hacia mi director de tesis el Dr. Miguel Ángel Artacho Ramírez. Sin su visión, enfoque, guía, consejos e incondicional apoyo no habría sido posible la presente tesis.

Finalmente la culminación de esta tesis no hubiera sido posible sin la colaboración y tiempo destinado por los expertos en proyectos del sector hídrico de los países latinoamericanos investigados y el apoyo recibido desde mi país para recabar la información de los expertos y contratistas de la Empresa Pública del Agua y la Senagua, en este sentido expreso mi gratitud al Secretario Nacional del Agua ingeniero Carlos Bernal por haberme permitido investigar “in situ” los proyectos de mi país.

En fin, siguen en mis recuerdos momentos duros y agradables, simplemente quiero finalizar dando gracias a la vida porque nada ha sido fácil y haberme dado tanto.

# ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| <b>RESUMEN</b> .....   | 1   |
| <b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 10  |
| 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....   | 10  |
| 1.1.1 LAS CUENCAS HÍDRICAS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....  | 10  |
| 1.1.2 PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA GESTIÓN DE<br>RECURSOS HÍDRICOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....                   | 15  |
| 1.1.3 PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y SOCIALES<br>IDENTIFICADOS EN LOS PROYECTOS HÍDRICOS EN LA REPÚBLICA<br>DEL ECUADOR ..... | 32  |
| 1.2 CUESTIÓN A INVESTIGAR.....   | 36  |
| <b>CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN</b> .....   | 40  |
| 2.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....  | 47  |
| 2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....   | 55  |
| 2.3 JUSTIFICACIÓN MEDIOAMBIENTAL .....   | 60  |
| <b>CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE</b> .....   | 66  |
| 3.1 POLÍTICA Y GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA.....  | 66  |
| 3.2 IMPACTO ECONÓMICO .....  | 79  |
| 3.3 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL .....   | 89  |
| 3.4 IMPACTO SOCIAL.....  | 104 |
| 3.5 SOSTENIBILIDAD EN LOS PROYECTOS DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA<br>Y CONSTRUCCIONES “AEC” .....                                    | 112 |
| 3.6 SOSTENIBILIDAD, GESTIÓN DE PROYECTOS Y RIESGO.....   | 115 |
| 3.7 ESTÁNDARES, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE ...   | 122 |
| <b>CAPÍTULO 4. OBJETIVOS E HIPOTESIS</b> .....   | 132 |
| 4.1 OBJETIVOS .....  | 132 |
| 4.1.1 OBJETIVO GENERAL.....  | 132 |
| 4.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE INVESTIGACIÓN .....   | 132 |
| 4.2 HIPÓTESIS .....  | 133 |
| 4.2.1 HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN .....   | 133 |
| 4.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS DE INVESTIGACIÓN.....  | 134 |
| <b>CAPÍTULO 5. MARCO METODOLÓGICO</b> .....  | 136 |
| 5.1 INTRODUCCIÓN .....   | 136 |
| 5.2 PROPUESTA METODOLÓGICA.....  | 136 |

|   |            |
|---|------------|
| 5.2.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS .....   | 138        |
| 5.2.2 FASE II: MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD .....  | 144        |
| 5.2.2.1 Fase II.1.- Análisis del estado actual de la aplicación de las variables de complementariedad seleccionadas en la gestión de proyectos hídricos de riego.....   | 148        |
| 5.2.2.2 Fase II.2.- Identificación de estilos de gestión agrupando expertos en función de sus niveles de desempeño en las variables económicas, medioambientales y sociales.....  | 149        |
| 5.2.3 FASE III.1.- DEFINICIÓN DE UN ÍNDICE QUE PERMITA MEDIR LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS POR PROYECTO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN, NIVEL DE DESEMPEÑO E IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS. .... | 149        |
| 5.2.3.1 Fase III.2.- Cálculo de la probabilidad de que aparezcan brechas no constructivas en función de los niveles de desempeño alcanzados en la gestión real de proyectos hídricos de riego. ....                           | 154        |
| 5.2.3.2 Fase III.3.- Comparación de los resultados de brecha obtenidos en los proyectos estratégicos hídricos del Ecuador versus los de Latinoamérica. ....   | 154        |
| 5.2.4 FASE IV: AGRUPACIÓN DE PROYECTOS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES SEGÚN LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVA CALCULADAS EN FUNCIÓN DE LAS TRES DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD .....                          | 155        |
| 5.2.5 FASE V: RUTA DE MEJORAS DE MITIGACIÓN DE LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS IDENTIFICADAS PARA CADA GRUPO DE PROYECTOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....  | 156        |
| <b>CAPÍTULO 6. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>   | <b>158</b> |
| 6.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS .....   | 158        |
| 6.1.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE SOSTENIBILIDAD .....   | 158        |
| 6.1.1.1 Técnica 1: Revisión de Documentación .....  | 158        |
| 6.1.1.1.1 Revisión Bibliografía científico-técnica.....   | 159        |
| 6.1.1.1.2 Revisión legislación nacional relacionada con el concepto sostenible .....  | 169        |
| 6.1.1.2 Técnica 2: Recopilación de información.....   | 173        |
| 6.1.1.2.1 Recopilación mediante paneles con expertos.....   | 174        |
| 6.1.1.2.2 Recopilación mediante entrevistas: .....  | 179        |
| 6.1.1.3 Técnica 3: Técnicas de Diagramación .....   | 182        |
| 6.1.2 CLASIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA FASE 1 ..  | 194        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.2 FASE II: MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD .....   | 215        |
| 6.2.1 Fase II.1.- Análisis del estado actual de la aplicación de las variables de complementariedad seleccionadas en la gestión de proyectos hídricos de riego.....  | 222        |
| 6.2.2 Fase II.2.- Identificar estilos de gestión agrupando expertos en función de sus niveles de desempeño en las variables económicas, medioambientales y sociales.....   | 234        |
| 6.3 FASE III.1.- OBTENER UN ÍNDICE QUE PERMITA MEDIR LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS POR PROYECTO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN, NIVEL DE DESEMPEÑO E IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS..... | 235        |
| 6.3.1 Fase III.2.- Calcular la probabilidad de que aparezcan brechas no constructivas en función de los niveles de desempeño alcanzados en la gestión real de proyectos hídricos de riego.....                       | 237        |
| 6.3.2 Fase III.3.- Comparar los resultados de brecha obtenidos en los proyectos estratégicos hídricos del Ecuador versus los de Latinoamérica.....   | 238        |
| 6.4 FASE IV: AGRUPACIÓN DE PROYECTOS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES SEGÚN LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVA CALCULADAS EN FUNCIÓN DE LAS TRES DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD.....                    | 241        |
| 6.5 FASE V: RUTA DE MEJORAS DE MITIGACIÓN DE LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS IDENTIFICADAS PARA CADA GRUPO DE PROYECTOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR .....  | 252        |
| <b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>  | <b>259</b> |
| <b>CAPÍTULO 8. INVESTIGACIONES FUTURAS.....</b>  | <b>265</b> |
| <b>CAPÍTULO 9. COMUNICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS .....</b>  | <b>267</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>  | <b>269</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>295</b> |
| ANEXO 1. ENTREVISTA TESIS DOCTORAL .....   | 296        |
| ANEXO 2. ENCUESTA DE COMPLEMENTARIEDAD PROYECTOS HÍDRICOS DE RIEGO .....   | 298        |
| ANEXO 3. COMUNICACIÓN PARA CONGRESO AEIPRO, SELECCIONADA PARA LECTURE NOTES DE SPRINGER.....   | 301        |

## INDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Distribución y origen de las cuencas hidrográficas del Ecuador .....   | 12  |
| Tabla 2. Distribución de las unidades hidrográficas del Ecuador.....  | 14  |
| Tabla 3.Estado actual de erosión del suelo en las cuencas hidrográficas.....  | 20  |
| Tabla 4. Resumen principales problemas identificados en la gestión de recursos hídricos en el República del Ecuador.....  | 30  |
| Tabla 5. Resumen principales problemas ambientales y sociales identificados en los proyectos hídricos en el República del Ecuador.....                              | 35  |
| Tabla 6. Criterios para determinar la escasez de agua en la República del Ecuador.....  | 47  |
| Tabla 7. Objetivos y Metas del PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2013-2017 relacionadas directamente con la investigación del Sector Hídrico .....                       | 60  |
| Tabla 8. Principios de la sostenibilidad aplicados al sector hídrico.....   | 72  |
| Tabla 9. Principales enfoques de gestión sostenible del agua .....  | 77  |
| Tabla 10. Marco de investigación para la sostenibilidad en la gestión de proyectos y el éxito del proyecto.....   | 78  |
| Tabla 11. Indicadores de sostenibilidad económica del GIR versión G4 .....  | 85  |
| Tabla 12. Resumen de Indicadores de sostenibilidad económica para proyectos hidroeléctricos .....   | 87  |
| Tabla 13. Resumen de Indicadores de Sostenibilidad económica para renovación de construcciones .....  | 88  |
| Tabla 14. Comparación del ACV con dos de las herramientas de gestión ambiental más conocidas: auditoría ambiental (AA) y estudios de impacto ambiental (EIA). ..... | 92  |
| Tabla 15. Indicadores de sostenibilidad medioambiental del GIR versión G4 .....   | 97  |
| Tabla 16. Resumen de Indicadores de sostenibilidad medioambiental para proyectos hidroeléctricos .....  | 100 |
| Tabla 17. Resumen de Indicadores de Sostenibilidad medioambiental para renovación de construcciones .....   | 101 |
| Tabla 18. Indicadores de sostenibilidad social del GIR versión G4 .....   | 106 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 19. Resumen de Indicadores de sostenibilidad social para proyectos hidroeléctricos .....  | 110 |
| Tabla 20. Resumen de Indicadores de Sostenibilidad social para renovación de construcciones .....   | 111 |
| Tabla 21. Sistemas de evaluación de la sostenibilidad en la ingeniería civil .....  | 114 |
| Tabla 22. Áreas de conocimiento de la Dirección Integrada de Proyectos del Project Management Institute PMI, aplicados a las fases constructiva y no constructiva de los proyectos..... | 116 |
| Tabla 23. Elementos de Competencia de la Administración de proyectos ICB 4ta.V. (IPMA) .....  | 118 |
| Tabla 24. Estándares para la gestión de riesgos y oportunidades en los proyectos hídricos en sus fases constructiva y no constructiva .....   | 121 |
| Tabla 25. Estándares ISO y BS relacionados con la construcción sostenible de proyectos .....  | 124 |
| Tabla 26. Escalas de evaluación de variables de complementariedad.....  | 146 |
| Tabla 27. Matriz de Evaluación de Brechas .....   | 150 |
| Tabla 28. Evaluación de la magnitud de la Brecha Total de Complementariedad.....  | 155 |
| Tabla 29. Búsqueda en revistas científicas .....  | 161 |
| Tabla 30. Búsqueda en Congresos, Conferencias y Cursos .....  | 162 |
| Tabla 31. Búsqueda de libros.....   | 163 |
| Tabla 32. Búsqueda de Tesis doctorales .....  | 164 |
| Tabla 33. Lista 1 de variables según la revisión de documentación bibliográfica científico-técnica.....   | 165 |
| Tabla 34. Legislación a nivel nacional estudiada .....  | 170 |
| Tabla 35. Lista 2 de variables según la revisión de documentación-legislación .....   | 171 |
| Tabla 36. Lista 3 de variables mediante sesiones de creatividad .....   | 178 |
| Tabla 37. Lista 4 de variables mediante recopilación de información-entrevistas .....   | 181 |
| Tabla 38. Lista 6 de indicadores obtenidos mediante Técnicas de diagramación .....  | 193 |
| Tabla 39. Priorización de variables de complementariedad seleccionadas en orden de importancia.....   | 206 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 40. Selección y validación de las variables de complementariedad para los proyectos estratégicos hídricos de riego ..... | 211 |
| Tabla 41. Codificación de los proyectos estratégicos hídricos investigados.....  | 215 |
| Tabla 42. Codificación de las variables de complementariedad .....   | 216 |
| Tabla 43. Detalle de encuestas realizadas por proyecto y por experto .....   | 219 |
| Tabla 44. Listado de proyectos estratégicos hídricos del sector riego evaluados .....  | 221 |
| Tabla 45. Prueba binomial del nivel de uso de las variables económicas .....   | 222 |
| Tabla 46. Prueba binomial del nivel de uso de las variables medioambientales .....   | 224 |
| Tabla 47. Prueba binomial del nivel de uso de las variables sociales .....   | 225 |
| Tabla 48. Prueba binomial del nivel de gestión de las variables económicas .....   | 228 |
| Tabla 49. Prueba binomial del nivel de gestión de las variables medioambientales .....   | 229 |
| Tabla 50. Prueba binomial del nivel de gestión de las variables sociales.....  | 230 |
| Tabla 51. Test de comparaciones múltiples del nivel de desempeño.....  | 233 |
| Tabla 52. Test de comparaciones múltiples del nivel de importancia .....   | 233 |
| Tabla 53. Centros de los conglomerados finales .....   | 234 |
| Tabla 54. Número de expertos por grupo. ....   | 234 |
| Tabla 55. Resultado de la medición de brechas de complementariedad en los proyectos investigados.....                          | 236 |
| Tabla 56. Resumen del modelo de probabilidad que aparezcan brechas .....   | 238 |
| Tabla 57. Descriptivos de comparación de brechas entre Ecuador y Latinoamérica .....   | 239 |
| Tabla 58. Resumen de brechas de complementariedad GRUPO 1 – República del Ecuador.....   | 242 |
| Tabla 59. Brechas generadas por las variables económicas del GRUPO 1. República del Ecuador .....                              | 243 |
| Tabla 60. Brechas generadas por las variables medioambientales del GRUPO 1. República del Ecuador .....                        | 244 |
| Tabla 61. Brechas generadas por las variables sociales del GRUPO 1. República del Ecuador .....                                | 245 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 62. GRUPO 2 – República del Ecuador .....   | 246 |
| Tabla 63. Brechas generadas por las variables económicas del GRUPO 2. República del Ecuador .....                                     | 247 |
| Tabla 64. Brechas generadas por las variables medioambientales del GRUPO 2. República del Ecuador .....                               | 248 |
| Tabla 65. Brechas generadas por las variables sociales del GRUPO 2. República del Ecuador .....                                       | 248 |
| Tabla 66. GRUPO 3 – República del Ecuador .....   | 249 |
| Tabla 67. Brechas generadas por las variables económicas del GRUPO 3. República del Ecuador .....                                     | 250 |
| Tabla 68. Brechas generadas por las variables medioambientales del GRUPO 3. República del Ecuador .....                               | 251 |
| Tabla 69. Brechas generadas por las variables sociales del GRUPO 3. República del Ecuador .....                                       | 251 |
| Tabla 70. Matriz de tendencia de uso de las variables económicas, medioambientales y sociales por parte de los expertos .....         | 253 |
| Tabla 71. Mapa de Ruta de Mejora de Brechas de Complementariedad en los Proyectos Hídricos de Riego de la República del Ecuador ..... | 255 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Aporte de agua por cuenca hidrográfica en relación al volumen nacional de recursos hídricos disponibles .....          | 14  |
| Figura 2. Mapa de división hidrográfica del Ecuador .....  | 15  |
| Figura 3. Distribución de zonas con posible inundación .....   | 16  |
| Figura 4. Distribución de las áreas susceptibles de deslizamientos .....   | 17  |
| Figura 5. Distribución de áreas cultivadas con una pendiente superior al 25 ° .....  | 18  |
| Figura 6. Distribución de los tipos de suelo .....   |     |
| Figura 7. Distribución de los bosques.....   | 18  |
| Figura 8. Distribución del uso del suelo .....   |     |
| Figura 9. Distribución de la intensidad de las erosiones.....  | 19  |
| Figura 10. Distribución de la duración de la sequía (meses) .....  | 23  |
| Figura 11. Distribución de la escasez de agua (mm).....  | 23  |
| Figura 12. Concepto de “Dona”.....   | 40  |
| Figura 13. Los cuatro escenarios de futuro de Holmgren (2008).....   | 43  |
| Figura 14. Inversión acumulada Estado central (2008-2012) vs. Plan plurianual acumulado (2013-2017) Por gabinete sectorial ..... | 50  |
| Figura 15. Plan plurianual de inversión por gabinete sectorial (2013-2017).....  | 51  |
| Figura 16. Plan plurianual de inversión por tipología (2013-2017).....   | 52  |
| Figura 17. Plan plurianual de inversión acumulado por consejo sectorial y tipología (2013-2017).....                             | 53  |
| Figura 18. Plan plurianual de inversión por sectores de pre inversión (2013-2017) .....  | 54  |
| Figura 19. Más allá del límite .....   | 62  |
| Figura 20. Esquema de la propuesta metodológica.....   | 138 |
| Figura 21. Fase I.- Pasos para la Identificación, obtención y selección de variables de complementariedad.....                   | 139 |
| Figura 22. Esquema para identificar oportunidades y criterios de variables de complementariedad.....                             | 140 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 23. Estructura desagregada de la sostenibilidad (SBS) genérica basada en los tres pilares del Desarrollo Sostenible .....  | 142 |
| Figura 24. Etapas para el diseño y elaboración de encuestas.....  | 144 |
| Figura 25. Etapas del ciclo de vida del proyecto.....   | 147 |
| Figura 26. Esquema de aplicación de la técnica de revisión de documentación .....   | 159 |
| Figura 27. Esquema de aplicación de la técnica de Recopilación de Información .....   | 174 |
| Figura 28. Pasos para el diseño y elaboración de sesiones de trabajo con expertos .....   | 175 |
| Figura 29. Estructura SBS propuesta a los expertos para obtener variables .....   | 177 |
| Figura 30. Etapas para el diseño y elaboración de entrevistas.....  | 180 |
| Figura 31. Esquema de aplicación de la Técnica de diagramación .....  | 183 |
| Figura 32. Ejemplo de la estructura de un Diagrama Causa-Efecto .....   | 184 |
| Figura 33. Diagrama causa- efecto Cambio climático.....   | 185 |
| Figura 34. Diagrama causa-efecto Pérdida de la Diversidad Biológica .....   | 186 |
| Figura 35. Diagrama causa-efecto Agotamiento del ozono estratosférico y contaminación de la atmósfera .....                       | 187 |
| Figura 36. Diagrama causa-efecto Consumo de agua dulce.....   | 188 |
| Figura 37. Diagrama causa-efecto Resiliencia.....   | 189 |
| Figura 38. Diagrama causa-efecto Equidad social.....  | 190 |
| Figura 39. Diagrama causa-efecto Participación .....  | 191 |
| Figura 40. Diagrama causa-efecto Ingresos .....   | 192 |
| Figura 41. Clasificación estructural de variables mediante SBS genérica, resultado del proceso de identificación .....            | 195 |
| Figura 42. Matriz de comparación de criterios por pares .....   | 200 |
| Figura 43. Distribución en peso de las variables de sostenibilidad seleccionadas según los pilares del desarrollo sostenible..... | 208 |
| Figura 44. Distribución en peso de las dimensiones de sostenibilidad seleccionadas .....  | 209 |
| Figura 45. Test de comparaciones múltiples del nivel de desempeño de las variables de complementariedad.....                      | 227 |

Figura 46. Test de comparaciones múltiples del nivel de importancia de las variables de complementariedad..... 232

Figura 47. Gráfico comparativo del promedio de las brechas económica, medioambiental, y social de la República del Ecuador vs Latinoamérica. .... 240

Figura 48. Dendograma Proyectos República del Ecuador ..... 241

Figura 49 Criterios utilizados para la propuesta estratégica de mitigación de brechas ..... 254

## RESUMEN

Los proyectos hídricos en general corren el riesgo de quedar aislados e incompletos, sin cumplir o hacerlo sólo parcialmente los objetivos para los cuales fueron construidos al ser evaluados únicamente a través de la calidad de la construcción de la infraestructura civil, lo que se puede evidenciar al observar y comprobar que los proyectos presentan una realidad en su etapa de planificación y otras muy distintas cuando están en ejecución o después de finalizarse. Esta circunstancia ocasiona un déficit de los servicios finalmente ofrecidos y una brecha entre las intenciones originales y las necesidades reales, generando focos de descontento ciudadano y condiciones de operación no adecuadas a la capacidad instalada. Por tanto, la investigación busca medir la brecha que se genera al comparar el estado y desempeño real de los proyectos estratégicos hídricos en un momento dado, respecto a uno o más puntos de referencia proyectados, donde las diferencias identificadas sirven para complementar al proyecto. Cabe destacar que existen dos tipos de brechas: Constructivas y No Constructivas, enfocándose la tesis en el estudio de las brechas no constructivas.

Cómo medir estas brechas constituye el asunto de partida a investigar en la presente tesis, para lo cual surge la pregunta de investigación de si es posible medir las brechas a partir del enfoque de la sostenibilidad.

Con este antecedente y luego de justificar la investigación a desarrollarse en base a los tres pilares de la sostenibilidad (económico, medioambiental y social), se planteó como objetivo principal: identificar, seleccionar, caracterizar, medir y jerarquizar variables de complementariedad para medir brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego con un enfoque de sostenibilidad, donde la caracterización de las brechas permita mitigar las consecuencias globales de su existencia.

Para desarrollar el objetivo general fue necesario realizar un riguroso estudio del estado del conocimiento de las políticas y de la gestión sostenible del agua, así como de las investigaciones realizadas sobre los impactos económicos, medioambientales y sociales provocados por los proyectos hídricos de riego; así como de la sostenibilidad en los proyectos de arquitectura, ingeniería y construcciones "AEC", del riesgo, gestión de proyectos y de los estándares, métodos y técnicas de la construcción sostenible, estableciéndose que existe la necesidad de desarrollar una metodología para una gestión sostenible coherente y práctica en los proyectos estratégicos de riego en su fase no constructiva; y, sobre todo, para la identificación, priorización y selección de variables de

sostenibilidad desde el punto de vista de la dirección integrada de proyectos, considerando en este contexto proponer una metodología para cubrir los vacíos detectados.

A continuación se relata la propuesta metodológica consistente en 5 fases:

La Fase I se realizó utilizando 4 técnicas: 1) revisión de documentación científica-técnica, 2) recopilación de información mediante paneles de expertos, 3) recopilación de información mediante entrevistas y 4) técnicas de diagramación, luego de lo cual se seleccionaron 32 variables de complementariedad: 7 económicas, 11 ambientales y 14 sociales aplicables a los proyectos estratégicos hídricos de riego en su fase no constructiva.

Cómo lograr medir la interacción entre las 32 variables de complementariedad se desarrolla en la Fase II, habiéndose elaborado para ello una encuesta online con escalas de Likert. Ante la dificultad logística de conseguir la opinión de todos y cada uno de los expertos y con la finalidad de obtener los resultados más cercanos a la realidad del comportamiento de las variables de complementariedad seleccionadas se realizaron 407 cartas de invitación a expertos y a las entidades donde laboran los expertos con conocimiento integral y experiencia en proyectos estratégicos hídricos de riego en Latinoamérica, logrando finalmente la participación de 42 expertos. Se investigaron en total 27 proyectos repartidos de la siguiente manera: 16 en la República del Ecuador, 2 en Perú, 1 en Chile, 1 en Argentina, 1 en Bolivia, 1 en Brasil y 5 en España. Se complementa esta Fase realizando un análisis del estado actual de la aplicación de las variables de complementariedad seleccionadas en la gestión de proyectos hídricos de riego, y de los estilos de gestión en función de sus niveles de uso (NDU), desempeño (NDD), importancia (NDI) y gestión/control (NDG) en las variables económicas, medioambientales y sociales.

En la Fase III se explica cómo medir las brechas de complementariedad, para lo cual se desarrolló una fórmula matemática que permite medir dichas brechas, también se desarrolla un modelo que permite calcular la probabilidad de que aparezcan brechas no constructivas en función de los niveles de desempeño alcanzados en las variables del estudio. Finalmente, se comparan los resultados de brecha obtenidos en Latinoamérica versus los de la República del Ecuador.

La Fase IV se realizó mediante análisis de conglomerados jerárquicos para identificar los Grupos de proyectos con características similares y diferentes entre sí, a los cuales se les categorizó mediante la aplicación de una tabla de umbrales con enfoque de riesgos evaluando las brechas en una escala de 1 a 5.

Finalmente, en la Fase V se realiza un mapa de ruta con propuestas de mitigación basadas en reducir las brechas calculadas.

Los resultados de la aplicación metodológica propuesta permiten asegurar con un 95 % de probabilidad de no equivocarse entre otros hallazgos:

- Que los expertos dicen tener un NDD y NDI mayor en las variables económicas, en segundo lugar, en las variables medioambientales y finalmente en las variables sociales.
- Cuando se agrupa a los expertos según NDD alcanzados en las dimensiones económica, medioambiental y social, aparecen tres estilos de gestión distintos, aunque en todos ellos los NDD en el pilar económico superan al del resto de pilares de la sostenibilidad. Existe un grupo de expertos que alcanza los NDD más altos en todos los pilares, y luego, en los dos estilos de gestión restantes, la diferencia está en que un grupo de expertos supera al otro en el NDD medioambiental y queda superado en el NDD social.
- Identificar en la República del Ecuador 3 Grupos de proyectos con características similares según las brechas de complementariedad no constructiva. El Grupo 1 conformado por 8 proyectos y los Grupos 2 y 3 por 4 proyectos cada uno. Los proyectos del Grupo 1 tienen la menor brecha total con un riesgo Bajo de no alcanzar la sostenibilidad, los proyectos del Grupo 3 con un riesgo Moderado de no alcanzar la sostenibilidad tienen la segunda mayor brecha total y los proyectos del Grupo 2, también con un riesgo Moderado de no alcanzar la sostenibilidad, tienen la brecha total más alta de todos los grupos, estos últimos teniendo en común estar implantados en las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico, en donde se asienta el 80% de la población, y por tanto en las cuencas con mayor población desencadenando mayores demandas sociales y ambientales

Finalmente, la investigación realizada en la presente tesis ha permitido provocar la inminencia de investigaciones futuras como la monetización de las brechas a fin de lograr determinar los costos que representan en un proyecto cubrir las brechas de complementariedad ambientales, sociales y económicas y, de esta manera, concienciar a los responsables políticos y los tomadores de decisiones sobre este tipo de proyectos para ayudar al desarrollo sustentable de los proyectos hídricos de riego implementados en regiones naturales y cuencas hidrográficas concretas de la República del Ecuador y similares en cualquier enclave geográfico.

## RESUM

Els projectes hídrics en general corren el risc de quedar aïllats i incomplets, sense complir o fer-ho només parcialment els objectius per als quals van ser construïts al ser avaluats únicament a través de la qualitat de la construcció de la infraestructura civil, la qual cosa es pot evidenciar a l'observar i comprovar que els projectes presenten una realitat en la seua etapa de planificació i altres molt distintes quan estan en execució o després de finalitzar-se. Esta circumstància ocasiona un dèficit dels servicis finalment oferits i una bretxa entre les intencions originals i les necessitats reals, generant focus de descontent ciutadà i condicions d'operació no adequades a la capacitat instal·lada. Per tant, la investigació busca mesurar la bretxa que es genera al comparar l'estat i exercici real dels projectes estratègics hídrics en un moment donat, respecte a un o més punts de referència projectats, on les diferències identificades servixen per a complementar el projecte. Cal destacar que hi ha dos tipus de bretxes: Constructives i No Constructives, enfocant-se la tesi en l'estudi de les bretxes no constructives.

Com mesurar estes bretxes constituïx l'assumpte de partida a investigar en la present tesi, per a la qual cosa sorgix la pregunta d'investigació de si és possible mesurar les bretxes a partir de l'enfocament de la sostenibilitat.

Amb este antecedent i després de justificar la investigació a desenrotllar-se basant-se en els tres pilars de la sostenibilitat (econòmic, mediambiental i social), es va plantejar com a objectiu principal: identificar, seleccionar, caracteritzar, mesurar i jerarquitzar variables de complementarietat per a mesurar bretxes de complementarietat no constructives en els projectes estratègics hídrics de reg amb un enfocament de sostenibilitat, on la caracterització de les bretxes permeta mitigar les conseqüències globals de la seua existència.

Per a desenrotllar l'objectiu general va ser necessari realitzar un rigorós estudi de l'estat del coneixement de les polítiques i de la gestió sostenible de l'aigua, així com de les investigacions realitzades sobre els impactes econòmics, mediambientals i socials provocats pels projectes hídrics de reg; així com de la sostenibilitat en els projectes d'arquitectura, enginyeria i construccions "AEC", del risc, gestió de projectes i dels estàndards, mètodes i tècniques de la construcció sostenible, establint-se que hi ha la necessitat de desenrotllar una metodologia per a una gestió sostenible coherent i pràctica en els projectes estratègics de reg en la seua fase no constructiva; i, sobretot, per a la identificació, priorització i selecció de variables de sostenibilitat des del punt de vista de la direcció integrada de projectes, considerant en este context proposar una metodologia per a cobrir els buits detectats.

A continuació es relata la proposta metodològica consistent en 5 fases: La Fase I es va realitzar utilitzant 4 tècniques: 1) revisió de documentació científica-tècnica, 2) recopilació d'informació per mitjà de panells d'experts, 3) recopilació d'informació per mitjà d'entrevistes i 4) tècniques de diagramació, després de tot això es van seleccionar 32 variables de complementarietat: 7 econòmiques, 11 ambientals i 14 socials aplicables als projectes estratègics hídrics de reg en la seua fase no constructiva.

Com aconseguir mesurar la interacció entre les 32 variables de complementarietat es desenrotlla en la Fase II, havent-se elaborat per a això una enquesta online amb escales de Likert. Davant de la dificultat logística d'aconseguir l'opinió de tots i cada un dels experts i amb la finalitat d'obtenir els resultats més pròxims a la realitat del comportament de les variables de complementarietat seleccionades es van realitzar 407 cartes d'invitació a experts i a les entitats on laboren els experts amb coneixement integral i experiència en projectes estratègics hídrics de reg a Llatinoamèrica, aconseguint finalment la participació de 42 experts. Es van investigar en total 27 projectes repartits de la manera següent: 16 en la República de l'Equador, 2 a Perú, 1 a Xile, 1 a Argentina, 1 a Bolívia i 1 a Brasil i 5 a Espanya. Es complementa esta Fase realitzant una anàlisi de l'estat actual de l'aplicació de les variables de complementarietat seleccionades en la gestió de projectes hídrics de reg, i dels estils de gestió en funció dels seus nivells d'ús (NDU), exercici (NDE), importància (NDI) i gestió/control (NDG) en les variables econòmiques, mediambientals i socials.

En la Fase III s'explica com mesurar les bretxes de complementarietat, per a la qual cosa es va desenrotllar una fórmula matemàtica que permet mesurar les dites bretxes, també es desenrotlla un model que permet calcular la probabilitat que apareguen bretxes no constructives en funció dels nivells d'exercici aconseguits en les variables de l'estudi. Finalment, es comparen els resultats de bretxa obtinguts a Llatinoamèrica versus els de la República de l'Equador.

La Fase IV es va realitzar per mitjà d'anàlisi de conglomerats jeràrquics per a identificar els grups de projectes amb característiques semblants i diferents entre si, als quals se'ls va categoritzar per mitjà de l'aplicació d'una taula de llindars amb enfocament de riscos avaluant les bretxes en una escala d'1 a 5.

Finalment, en la Fase V es realitza un mapa de ruta amb propostes de mitigació basades a reduir les bretxes calculades. Els resultats de l'aplicació metodològica proposta permeten assegurar amb un 95 % de probabilitat de no equivocar-se entre altres troballes:

- Que els experts diuen tindre un NDE i NDI major en les variables econòmiques, en segon lloc, en les variables mediambientals i finalment en les variables socials.
- Quan s'agrupa als experts segons NDD aconseguits en les dimensions econòmica, mediambiental i social, apareixen tres estils de gestió distints, encara que en tots ells els NDE en el pilar econòmic superen al de la resta de pilars de la sostenibilitat. Hi ha un grup d'experts que aconseguix els NDE més alts en tots els pilars, i després, en els dos estils de gestió restants, la diferència està en que un grup d'experts supera a l'altre en el NDE mediambiental i queda superat en el NDE social.
- Identificar en la República de l'Equador 3 Grups de projectes amb característiques semblants segons les bretxes de complementarietat no constructiva. El Grup 1 conformat per 8 projectes i els Grups 2 i 3 per 4 projectes cada u. Els projectes del Grup 1 tenen la menor bretxa total amb un risc baix de no aconseguir la sostenibilitat, els projectes del Grup 3 amb un risc Moderat de no aconseguir la sostenibilitat tenen la segona major bretxa total i els projectes del Grup 2, també amb un risc Moderat de no aconseguir la sostenibilitat, tenen la bretxa total més alta de tots els grups, estos últims tenint en comú estar implantats en les conques hidrogràfiques del vessant del Pacífic, on s'assenta el 80% de la població, i per tant en les conques amb major població desencadenant majors demandes socials i ambientals.

Finalment, la investigació realitzada en la present tesi ha permés provocar la imminència d'investigacions futures com la monetització de les bretxes a fi d'aconseguir determinar els costos que representen en un projecte cobrir les bretxes de complementarietat econòmiques, ambientals i socials i, d'esta manera, conscienciar els responsables polítics i els responsables de prendre decisions sobre este tipus de projectes per a ajudar al desenrotllament sustentable dels projectes hídrics de reg implementats en regions naturals i conques hidrogràfiques concretes de la República de l'Equador i semblants en qualsevol enclavament geogràfic.

## SUMMARY

Water projects generally run the risk of being isolated and incomplete unfulfilled or partially do the objectives for which they were built to be assessed solely through the quality of construction of infrastructure, as evidenced by observing how projects present a reality in its planning stage and other very different when they are running or after completed, causing a deficit of services offered and finally a gap between the original intentions and actual needs.

After justify the investigation based on the three pillars of sustainability, it was raised as a main objective: identify, select, characterize, measure and prioritize variables complementarity to measure gaps not constructive complementarity in strategic water irrigation projects with a sustainability focus.

To meet the objective a rigorous study of the state of knowledge of policies and sustainable water management was conducted, establishing that there is a need to develop a methodology to identify, prioritize and select variables of sustainability.

The methodological proposal contains 5 phases:

Phase I uses 4 techniques: 1) review of the scientific-technical documentation, 2) collecting information through expert panels, 3) gathering information through interviews and 4) diagramming techniques, after which, 32 variables of complementarity were selected: 7 economic, 11 environmental and 14 social applicable to strategic water irrigation projects in its non-construction phase.

How to measure the interaction between these 32 variables of complementarity is developed in Phase II through an online survey. 407 letters inviting Latin American experts were made by involving 42 experts. 27 projects were investigated: 16 in Ecuador, 2 in Peru, 1 in Chile, 1 in Argentina, 1 in Bolivia, 1 in Brazil and 5 in Spain. This phase is complemented with an analysis of the current status of implementation of complementarity variables selected in the management of water irrigation projects, and management styles depending on their NDU, NDD, NDI and NDG.

In Phase III it explains how to measure gaps of complementarity developing a mathematical formula and a model to calculate the probability that no constructive gaps appear depending on the performance levels achieved in the study variables. Finally, the results obtained of the gap in Latin America versus those of the Republic of Ecuador are compared.

Phase IV was performed using hierarchical cluster analysis to identify groups of projects with similar and different features with each other, which were categorized using a table with assessing risk approach gaps on a scale of 1 to 5.

Finally, in Phase V a roadmap is done with mitigation proposals calculated based on reducing gaps.

The results of the proposed methodology allow secured with a 95% chance to avoid mistakes among other findings:

- What the experts say have a greater NDD and NDI in economic variables, secondly, the environmental variables and finally social variables.
- That the Republic of Ecuador 3 Groups of projects with similar characteristics are identified as gaps unconstructive complementarity.

Finally, as further research monetizing gaps arises to determine the costs of covering gaps of complementarity and awareness among policy makers and decision makers on such projects as can help the sustainable development of these projects implemented in natural regions and watersheds of the Republic of Ecuador and the like in any geographical location.

# CAPITULO I INTRODUCCIÓN



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## **CAPITULO 1. INTRODUCCION**

### **1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Los proyectos estratégicos o emblemáticos, dentro de los cuales se contemplan los proyectos hídricos, son considerados aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deben orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Por la importancia que revisten en la República del Ecuador constan en el Art. 313 de su Constitución (2008). Los proyectos hídricos a su vez pueden construirse con varias finalidades: agua potable, riego, hidroelectricidad, control de inundaciones o multipropósito.

La República del Ecuador presenta ciclos climáticos con oscilaciones anuales de temperatura y presión que marcan los ciclos de la oferta hídrica disponible durante el año, presentando épocas de abundancia en invierno y de sequía en verano. Este hecho hace que en lo que se refiere al aprovechamiento para consumo doméstico rural de las aguas pluviales se usaran tradicionalmente pozos construidos por los ciudadanos, en tanto que la compra de botellones y la entrega de agua a través de tanqueros también eran habituales en las zonas carentes de servicios de agua potable y alcantarillado. Para el riego agrícola, las aguas pluviales eran almacenadas en albarradas, mientras que la demanda urbana era abastecida a través de acueductos que conducían el agua desde manantiales próximos. Las zonas de agricultura intensiva se proveían mediante acequias construidas desde fuentes cercanas o desde pozos someros, sin embargo el crecimiento poblacional y de consumo hizo insuficiente este abastecimiento tradicional. El desarrollo tecnológico ha permitido la construcción de embalses y pozos cada vez más profundos accionados por bombas hidráulicas para optimizar las extracciones de los acuíferos. Todo ello se produce a costa de impactos medioambientales cada vez más amplios y la sobreexplotación de los recursos hídricos disponibles. En este contexto y con la finalidad de revelar los principales problemas de la gestión de los recursos hídricos en la República del Ecuador, a continuación se realiza una descripción de las distintas cuencas hídricas del país.

#### **1.1.1 LAS CUENCAS HÍDRICAS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

La República del Ecuador cuenta con una superficie de 256.400 Km<sup>2</sup> conformada por territorio continental, territorio insular aledaño a la costa y el Archipiélago de Galápagos (islas e islotes). Posee una longitud continental costera de 930 Km hacia el Océano Pacífico. Es conocido como el país con la mayor densidad de ríos distribuidos por kilómetro cuadrado

en todo el mundo. Su relativamente pequeño territorio cuenta con cuatro regiones naturales: Costa (occidental), Sierra (central) y Amazonía (oriental), en el continente y las islas Galápagos en la región insular. Como país forma parte del “*Hot Spot*” o punto caliente de los Andes Tropicales, donde la biodiversidad se condensa y el número de especies endémicas es muy alto. Es uno de los 17 países del Planeta que posee mayor concentración de biodiversidad (Acciona, 2013).

Hacia el área del Océano Pacífico existen seis cuencas hidrográficas: Mira, Esmeraldas, Manabí, Guayas, Jubones y Puyango-Catamayo que cubren una superficie de 116.170 Km<sup>2</sup>, equivalentes al 46,9% de la superficie total; mientras que en el área del río Amazonas se identifican tres cuencas hidrográficas: Napo, Pastaza y Santiago, con una superficie total de 131.649 Km<sup>2</sup>, que cubren el restante 53,1% de la superficie total del país. En la Tabla 1 se muestra la información básica de las cuencas hidrográficas.

La República del Ecuador con una precipitación promedio anual de 2.300 mm y una situación geográfica privilegiada disfruta de abundantes recursos hídricos estimados en un caudal promedio de 430,2 Km<sup>3</sup> de agua por año, de acuerdo al detalle que se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1. Distribución y origen de las cuencas hidrográficas del Ecuador (No están incluidos los ríos de las islas Galápagos)**

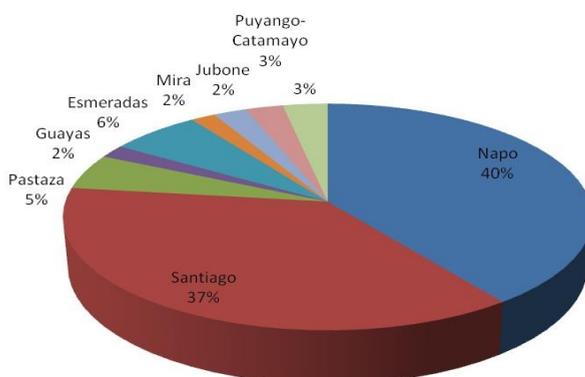
| CUENCA                          | SISTEMA DE AGUA | AREA DE LA CUENCA (Km <sup>2</sup> ) | CAUDAL PROMEDIO DISPONIBLE ANUAL (Km <sup>3</sup> ) | RIOS PRINCIPALES    |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|---------------------|
| Mira                            | Océano Pacífico | 6.861                                | 9,3   | Mira-San Juan       |
|                                 |                 |                                      |   | Mataje              |
|                                 |                 |                                      |   | Carchi              |
| Esmeraldas                      | Océano Pacífico | 32.041                               | 52,1  | Esmeraldas          |
|                                 |                 |                                      |   | Verde               |
|                                 |                 |                                      |   | Cayapas             |
|                                 |                 |                                      |   | Esmeraldas          |
|                                 |                 |                                      |   | Verde               |
|                                 |                 |                                      |   | Cayapas             |
|                                 |                 |                                      |   | Muisne              |
| Cojimíes                        |                 |                                      |   |                     |
| Manabí                          | Océano Pacífico | 11.456                               | 2,0   | Chone               |
|                                 |                 |                                      |   | Portoviejo          |
|                                 |                 |                                      |   | Jipijapa            |
| Guayas                          | Océano Pacífico | 44.769                               | 43,0  | Guayas              |
|                                 |                 |                                      |   | Zapotal             |
|                                 |                 |                                      |   | Taura               |
| Jubones                         | Océano Pacífico | 10.186                               | 2,5   | Jubones             |
|                                 |                 |                                      |   | Arenillas-Zarumilla |
| Puyango-Catamayo                | Océano Pacífico | 10.857                               | 6,3   | Puyango-Túmbez      |
|                                 |                 |                                      |   | Catamayo-Chira      |
| <b>SUBTOTAL OCEANO PACIFICO</b> |                 | <b>116.170</b>                       | <b>115,2</b>  |                     |
| Napo                            | Río Amazonas    | 65.177                               | 164,2   | Napo                |
|                                 |                 |                                      |   | San Miguel-Putumayo |
|                                 |                 |                                      |   | Aguarico            |
|                                 |                 |                                      |   | Curaray             |
| Pastaza                         | Río Amazonas    | 32.113                               | 57,7  | Pastaza             |
|                                 |                 |                                      |   | Tigre               |
| Santiago                        | Río Amazonas    | 34.359                               | 93,1  | Santiago            |
|                                 |                 |                                      |   | Morona              |
|                                 |                 |                                      |   | Zamora-Chinchipec   |
|                                 |                 |                                      |   | Cenepa              |
| <b>SUBTOTAL RIO AMAZONAS</b>    |                 | <b>131.649</b>                       | <b>315,0</b>  |                     |
| <b>TOTAL</b>                    |                 | <b>247.819</b>                       | <b>430,2</b>  |                     |

Fuente: SENAGUA-2012

La región oriental goza de abundantes precipitaciones durante todo el año, difiriendo de la región occidental que sufre de escasez en verano. En particular, la precipitación media anual en Quito y la región sur es de sólo 300 mm, mientras que el promedio de precipitación en la zona montañosa del centro del país supera los 1.000 mm, llegando a los 6000 mm en algunas zonas. Todo este comportamiento irregular se traduce en una precipitación media anual de 2.300 mm, tres punto cinco veces superior al promedio de España (672 mm) (ITGE, 1.991), y un caudal total promedio de recursos hídricos disponibles de 430,2 Km<sup>3</sup> de agua al año, permitiendo determinar un potencial hidroeléctrico de alrededor de 73.000 MW, una cantidad de explotación técnica de 30.000 MW y una cantidad de explotación económica de 21.000 MW.

En función de los 14.483.499 habitantes reportados en el quinto censo de población y sexto de vivienda, la disponibilidad anual de los recursos hídricos per cápita alcanza 29.700 m<sup>3</sup>, muy superior al promedio mundial de 7.400 m<sup>3</sup> por persona y año (DPCSD, 1997). Sin embargo, esta oferta hídrica presenta una distribución irregular, pues la distribución de la población no es directamente proporcional a la distribución de los recursos hídricos. Así, la región occidental con una población de 11,48 millones de habitantes, que representan el 80% de la población nacional, cuenta con un caudal de 115 Km<sup>3</sup>, que representa el 26,8% del volumen de agua, que se traduce en un volumen de los recursos hídricos per cápita de 10.017 m<sup>3</sup>. Mientras tanto, la región oriental con una población total de 2,7 millones de habitantes, que representan el 20% de la población total, posee un caudal en sus cuencas de 315 Km<sup>3</sup>, que representa un 73,2% del volumen nacional, generando un volumen de los recursos hídricos per cápita de 116.667 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, las tres cuencas orientales de los ríos Napo, Pastaza y Santiago aportan hasta un 82% del volumen total de agua, mientras que los recursos hídricos de las cuencas del Napo y el Santiago constituyen el 40% y el 37% del volumen total nacional respectivamente, conforme se observa en la Figura 1.

**Figura 1. Aporte de agua por cuenca hidrográfica en relación al volumen nacional de recursos hídricos disponibles**



Fuente: SENAGUA 2001

Para concluir la descripción de las cuencas hídricas en la República del Ecuador, se señala que la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, es el organismo rector de la gestión de los recursos hídricos en el Ecuador, conforme lo establecen sus funciones: *“La Secretaría Nacional del Agua tiene la facultad de conducir los procesos de gestión de los recursos hídricos de una manera integral y sustentable en los ámbitos de cuencas, sub cuencas, micro cuencas o demarcaciones hidrográficas e hidrogeológicas”*, utiliza oficialmente para delinear las Áreas de Drenaje la metodología Pfafstetter (1989), habiendo delimitado y codificado jerárquicamente 734 unidades hidrográficas en escala 1:250.000 hasta el nivel 5 (SENAGUA, 2011), de acuerdo a la distribución de las Unidades Hidrográficas mostrada en la Tabla 2.

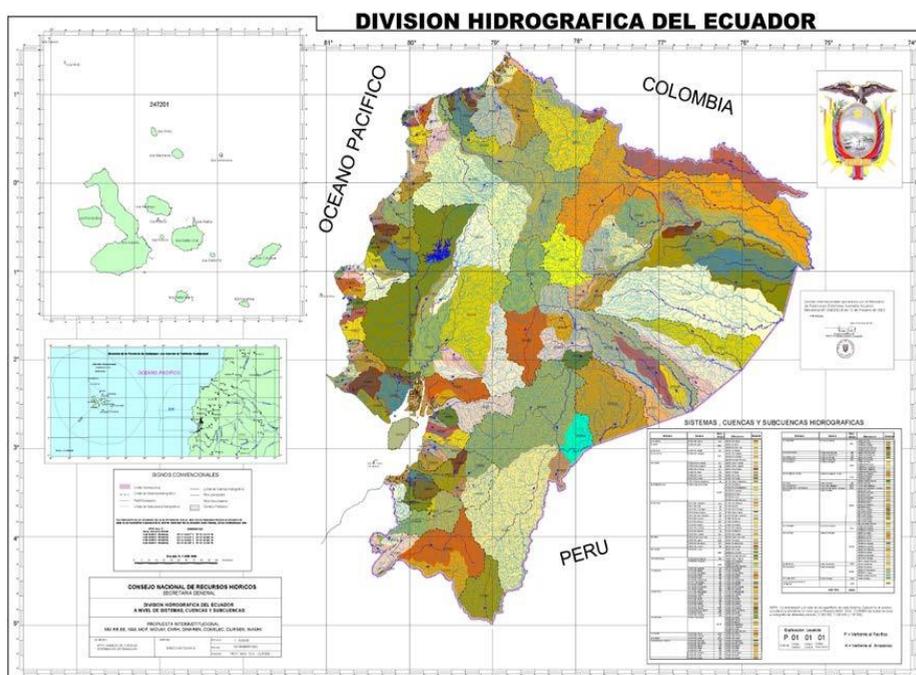
**Tabla 2. Distribución de las unidades hidrográficas del Ecuador**

| REGION HIDROGRAFICA            | Unidades Hidrográficas |          |           |            |            |
|--------------------------------|------------------------|----------|-----------|------------|------------|
|                                | Nivel 1                | Nivel 2  | Nivel 3   | Nivel 4    | Nivel 5    |
| Región Hidrográfica 1          | 1                      | 3        | 16        | 117        | 711        |
| Región Hidrográfica Amazonas 4 | 1                      | 1        | 2         | 6          | 23         |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>2</b>               | <b>4</b> | <b>18</b> | <b>123</b> | <b>734</b> |

Fuente: SENAGUA 2012

En la actualidad estas 734 Unidades Hidrográficas del Nivel 5 son administradas por la SENAGUA a través de 9 Demarcaciones Hidrográficas: Manabí, Guayas, Santiago, Jubones, Pastaza, Mira, Esmeraldas, Puyango-Catamayo y Napo, que no necesariamente coinciden territorialmente con la cartografía de las unidades hidrográficas, conforme se observa en la Figura 2.

**Figura 2. Mapa de división hidrográfica del Ecuador**



Fuente: SENAGUA 2012

### 1.1.2 PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Mediante información secundaria proporcionada por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), la SENAGUA; y a través de observación in situ del autor en tres proyectos multipropósito: Daule\_Vinces, Múltiple Chone y Chongón\_San Vicente se ha podido identificar los siguientes problemas principales en la gestión de los recursos hídricos en la República del Ecuador:

## 1. Inadecuada capacidad en la gestión de control de inundaciones y mitigación de desastres:

- **Insuficientes medidas de ingeniería e incompleto sistema de gestión de control de crecidas.** A pesar de existir extensas zonas de territorio sometidas a riesgo potencial de inundaciones, como se muestra en la Figura 3, los embalses grandes y medianos que, por lo general pueden operar con fines de control de inundaciones, no han sido ubicados en las partes altas de las cuencas hidrográficas; mientras tanto, sólo un pequeño número de medidas para el control de inundaciones en las partes bajas se encuentran disponibles. Las ciudades con graves inundaciones en las partes bajas presentan déficit de obras de infraestructura eficaces para desviar las inundaciones, pues los cauces de los ríos están llenos de sedimentos por las cíclicas crecidas, destruyendo las obras existentes.

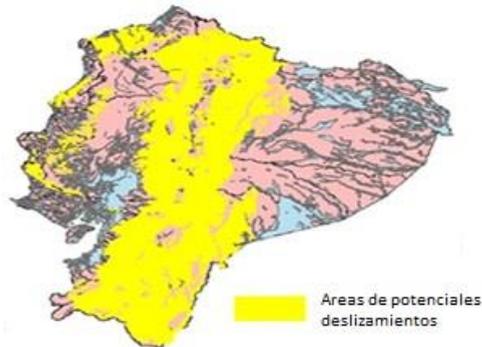
**Figura 3. Distribución de zonas con posible inundación**



Fuente: Adaptada de SENAGUA 2012

- **No se han establecido suficientes medidas de previsión de inundaciones y sistema de alerta temprana para las cuencas de los ríos.** No hay normas de operación para el control de inundaciones de los embalses existentes. No se han formulado planes de emergencia contra las inundaciones pese a presentar una zona extensa de potenciales deslizamientos como se observa en la Figura 4. Además, el país carece de mecanismos de gestión de crecidas unificada y sistemática.

**Figura 4. Distribución de las áreas susceptibles de deslizamientos**



Fuente: Adaptada de SENAGUA 2012

- **La Secretaría Nacional de Riesgos (SNR) no actúa de forma coordinada con la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).** De acuerdo a las competencias de la SNR debe actuar en la implementación de sistemas de instrumentación integrales de monitoreo en todos los proyectos multipropósito. De la información secundaria disponible se detectó únicamente dos sistemas con instrumentación de monitoreo Scada aislados, los mismos que servirían para detectar y prevenir potenciales crecidas y/o roturas o taponamientos de los actuales embalses y canales.

## **2. Grave erosión del suelo**

La propiedad de la mayoría de tierra en la República del Ecuador es privada, en este contexto, todas las cuencas hídricas presentan una gran superficie de tierra cultivada, en gran parte debido a la deforestación excesiva y la recuperación de tierras para la siembra en el pasado. Los terrenos con pendientes superiores al 25 % concentran el 11% de la superficie agrícola total, ver Figura 5. Bajo el impacto de las fuertes lluvias en la temporada de lluvias, el país sufre grave erosión del suelo.

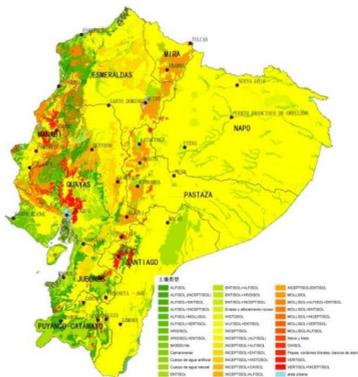
Figura 5. Distribución de áreas cultivadas con una pendiente superior al 25 °



Fuente: Adaptada de SENAGUA 2012

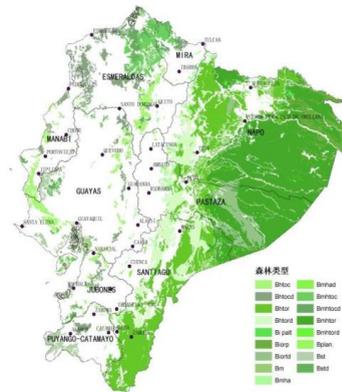
La región Oriental presenta fuertes lluvias continuas que suceden con frecuencia, por lo que está sujeta a inundaciones catastróficas y a erosiones graves del suelo. En la región Interandina se observa la vegetación destruida debido a las erosiones de congelación-descongelación que se encuentran dispersas en la región montañosa. En las temporadas de lluvia, son frecuentes los colapsos por deslizamientos de tierra, así como la fácil ruptura de flujos de lodo. La región Occidental tiene la agricultura más desarrollada y más tierras cultivadas en pendiente, pero sufre de la cobertura de vegetación baja. Como resultado, la región Occidental es frecuentemente afectada por las erosiones de agua. Ver Figura 6 y 7.

Figura 6. Distribución de los tipos de suelo



Fuente: Adaptada de MAGAP 2012

Figura 7. Distribución de los bosques



Fuente: Adaptada de MAGAP 2012



**Tabla 3. Estado actual de erosión del suelo en las cuencas hidrográficas**

| CUENCA                  | Total   | Mínima Erosión | Área de suelo con algún tipo de erosión |                               |                |                  |              | Proporción del área de la cuenca que sufre pérdidas de suelo por erosión (%) |
|-------------------------|---|----------------|---|-------------------------------|----------------|------------------|--------------|--|
|                         |   |                | Subtotal                                | Erosión Extremadamente Severa | Erosión Severa | Erosión Moderada | Erosión Leve |  |
| <b>Santiago</b>         | 34.402  | 847            | 33.555                                  | 2.028                         | 12.498         | 1.357            | 17.672       | 98%  |
|                         | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |                | 100%                                    | 6%                            | 37%            | 4%               | 53%          |  |
| <b>Puyango Catamayo</b> | 10.795  | 1.222          | 9.573                                   | 759                           | 6.392          | 190              | 2.232        | 89%  |
|                         | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |                | 100%                                    | 8%                            | 67%            | 2%               | 23%          |  |
| <b>Napo</b>             | 65.211  | 6.263          | 58.948                                  | 2.429                         | 38.255         | 561              | 17.703       | 90%  |
|                         | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |                | 100%                                    | 4%                            | 65%            | 1%               | 30%          |  |

|                                      |   |        |       |        |       |        |       |        |     |
|--------------------------------------|---|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-----|
| <b>Mira</b>                          | Área Km <sup>2</sup>  | 6.877  | 648   | 6.229  | 362   | 1.693  | 2.186 | 1.988  | 91% |
|                                      | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |        |       | 100%   | 6%    | 27%    | 35%   | 32%    |     |
| <b>Manabi (excluyendo las islas)</b> | Área Km <sup>2</sup>  | 11.435 | 638   | 10.797 | 1.071 | 3.493  | 690   | 5.543  | 94% |
|                                      | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |        |       | 100%   | 10%   | 32%    | 6%    | 51%    |     |
| <b>Jubones</b>                       | Área Km <sup>2</sup>  | 10.160 | 1.035 | 9.125  | 891   | 3.746  | 924   | 3.564  | 90% |
|                                      | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |        |       | 100%   | 10%   | 41%    | 10%   | 39%    |     |
| <b>Guayas</b>                        | Área Km <sup>2</sup>  | 44.720 | 3.207 | 41.513 | 3.981 | 15.978 | 4.244 | 17.310 | 93% |
|                                      | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |        |       | 100%   | 10%   | 38%    | 10%   | 42%    |     |

|                   |   |         |        |         |        |         |        |        |     |
|-------------------|---|---------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|-----|
| <b>Esmeraldas</b> | Área Km <sup>2</sup>  | 32.061  | 1.200  | 30.860  | 5.182  | 11.353  | 4.717  | 9.608  | 96% |
|                   | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |         |        | 100%    | 17%    | 37%     | 15%    | 31%    |     |
| <b>Pastaza</b>    | Área Km <sup>2</sup>  | 32.138  | 2.193  | 29.945  | 939    | 18.122  | 1.194  | 9.690  | 93% |
|                   | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |         |        | 100%    | 3%     | 61%     | 4%     | 32%    |     |
| <b>TOTAL</b>      | Área Km <sup>2</sup>  | 247.799 | 17.253 | 230.545 | 17.642 | 111.530 | 16.063 | 85.310 | 93% |
|                   | Proporción de cada tipo de erosión VS área total de la cuenca (%) |         |        | 100%    | 8%     | 48%     | 7%     | 37%    |     |

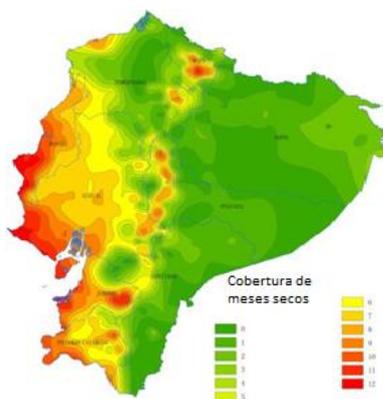
Fuente: Adaptada de SENAGUA 2012

### 3. La explotación de los recursos hídricos no ha logrado abastecer períodos de sequía.

Los recursos hídricos no se han explotado contra cíclicamente para cubrir las épocas de sequía, por lo que los actuales proyectos no han logrado cubrir el desabastecimiento de agua, fundamentalmente en la región occidental del país, con la consiguiente falta de desarrollo socioeconómico de las cuencas hidrográficas que esto implica.

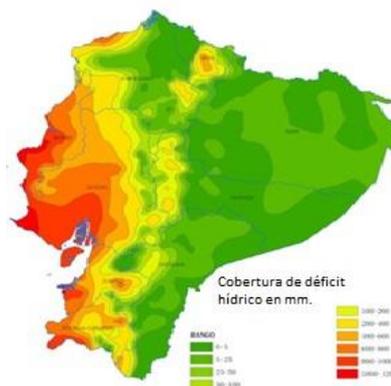
En la Figura 10 se presenta la duración de la sequía en meses en las diferentes regiones y en la Figura 11 se presenta la escasez de agua en mm causada por la sequía.

**Figura 10. Distribución de la duración de la sequía (meses)**



Fuente: Adaptada de SENAGUA 2012

**Figura 11. Distribución de la escasez de agua (mm)**



Fuente: Adaptada de SENAGUA 2012

### 4. No se encuentra garantizada la provisión de agua potable para la población urbana y rural.

La seguridad del agua potable debe garantizarse para los residentes urbanos y rurales. En 2012, el 61% de la población total en la República del Ecuador tenía acceso a agua potable. Todas las instalaciones de abastecimiento de agua cubrían el 78% de la población urbana y el 39% de la población rural.

Los principales problemas detectados que amenazan la seguridad de provisión de agua potable de los residentes urbanos y rurales son los siguientes:

- En comparación con la energía hidroeléctrica y el riego, el gobierno ha invertido menos en agua potable. El porcentaje de inversión en energía hidroeléctrica y en riego es del 34% y 32% respectivamente, mientras que la inversión en agua potable sólo representa el 2,3% de la inversión total.
- El país mantiene una cobertura baja de instalaciones de abastecimiento de agua potable, causando un suministro de agua discontinuo y una tasa baja de servicio de agua. El mejor de los casos es la provincia de Pichincha, en donde el 80% del territorio cuenta con instalaciones de abastecimiento de agua. En otras regiones esta tasa es inferior al 50%, alcanzando inclusive el 13% en Los Ríos.
- Las fuentes de agua contaminadas por el uso de la agricultura inorgánica, los residuos domésticos e industriales del agua urbana y rural se vierten directamente sin tratamiento. Como resultado, las fuentes de agua han sido severamente contaminadas. Además, el 92% de las aguas residuales se vierten directamente en los ríos sin ser tratada. Incluso el 74% de los sistemas públicos de recolección de aguas residuales se encuentran en condiciones inestables.

##### **5. La distribución de los recursos hídricos y el modelo de riego no cumplen con las necesidades de riego de los cultivos agrícolas.**

De acuerdo a la información obtenida en la SENAGUA, el país tiene un área total de tierra cultivable de 3.126 millones de hectáreas. Se ha garantizado el riego para 939.000 hectáreas, de las cuales cuentan con riego seguro 218.700 hectáreas, que ascienden a un 30% y 7% respectivamente de la superficie total nacional de tierras cultivables. En cuanto a las áreas bajo riego garantizado, la superficie de riego privada es de 767.000 hectáreas y el área de riego público es de 172.000 hectáreas, lo que representa respectivamente el 82% y 18% de la superficie total de riego. En la provincia del Guayas se está ejecutando dos proyectos de conservación de agua, Chongón San Vicente y trasvase Daule Vinces. Después de su construcción en 2015, estos dos proyectos contribuirán respectivamente con 7.700 y 195.100 hectáreas de superficie de regadío nuevo. La República del Ecuador tiene previsto incrementar el área de nuevos regadíos de 1.163 millones de hectáreas para el año 2016, incluyendo el aumento de 172.000 hectáreas de 2012, 377.000 hectáreas de 2013 y 614.000 hectáreas en 2016.

Durante muchos años, la mayoría de los recursos hídricos de la República del Ecuador se han centralizado para abastecer las necesidades de los grandes consumidores. Esta situación ha dado lugar a una distribución desigual de los recursos hídricos. En la

actualidad, el 88% de las instalaciones de riego son utilizadas por los propietarios de granjas medianas y pequeñas, con una utilización de agua de riego entre el 6% y el 20% del volumen total de agua para este fin, mientras que entre el 1% y el 4% de las instalaciones de riego son utilizadas por los propietarios de granjas grandes, alcanzando el agua utilizada entre el 50% y el 60% del volumen total de agua para riego.

Los modelos de riego existentes en la República del Ecuador están relativamente poco desarrollados. Como resultado, la tasa de utilización de agua no se controla eficientemente. El riego de la superficie se realiza generalmente mediante irrigación de la tierra. El riego por aspersion o por goteo se lleva a cabo únicamente en las regiones costeras con cultivos de exportación o en las plantaciones de flores de la región interandina. La mayoría de los sistemas de riego son de canal abierto, lo que ocasiona grandes pérdidas de agua.

## **6. Bajas tasas de explotación de los recursos hídricos y de utilización de la energía hidroeléctrica.**

La República del Ecuador se caracteriza por sus abundantes recursos hídricos; sin embargo presentan una tasa de explotación y utilización baja, lo que ha significado que los abundantes recursos hidroeléctricos no se conviertan en una fortaleza económica para el país, motivo por el que urge promover su desarrollo. Según las últimas estadísticas del MICSE, actualmente existen 8 centrales hidroeléctricas en construcción que utilizan energía limpia para sustituir las centrales térmicas: Coca Codo Sinclair (con capacidad instalada de 1500 MW), Sopladora (con capacidad instalada de 487 MW), Toachi Pilatón (con capacidad instalada de 253MW), Minas de San Francisco (con una capacidad instalada de 276MW), Mandariacu (con capacidad instalada de 62.5MW), Baeza Quijos (con capacidad instalada de 50 MW), Mazar (con capacidad instalada de 21MW) y Delsitanisagua (con una capacidad instalada de 115MW). Una vez concluidas, la capacidad total instalada alcanzará 2.765 MW. Para entonces se espera que el porcentaje de la capacidad hidroeléctrica instalada en todo el país versus la capacidad instalada total supere el 70%. En esas circunstancias, las actuales demandas internas de energía eléctrica podrán ser básicamente satisfechas.

Los problemas identificados en el desarrollo de energía hidroeléctrica en la República del Ecuador se resumen a continuación:

- A pesar de los abundantes recursos hídricos, el país presenta una baja tasa de utilización. En la estación seca, la fuente de alimentación corre riesgo

permanente de desabastecimiento, observándose recortes para limitar los consumos y recurriendo a la importación de energía térmica o eléctrica para satisfacer la escasez.

- Los recursos hídricos están desigualmente distribuidos y centralizados principalmente en las tres cuencas hidrográficas de la región oriental, Napo, Pastaza y Morona Santiago, mientras que la carga se distribuye en gran medida para la región occidental, donde se asientan la mayoría de población y ciudades. La explotación de los recursos hídricos en la región oriental y el suministro de energía a los centros de carga principales en la región occidental deben cruzar la región Interandina, por lo que el costo de transmisión de energía es alto.
- Las centrales hidroeléctricas actualmente en operación se diseñaron para la generación de energía. La utilización integrada no se tomó mayormente en cuenta; en consecuencia, la tasa de utilización integrada de los recursos de agua es baja.
- La planificación de la energía hidroeléctrica se realizó a partir de 1989. Este proceso ha tenido un progreso lento que se ha acelerado recientemente. Sin embargo, para adaptarse a las situaciones actuales de desarrollo socio económico, la planificación del desarrollo hidroeléctrico debe ser actualizada permanentemente.
- El potencial de navegación fluvial se encuentra en espera de una mayor explotación. Los ríos Guayas y Napo, que principalmente pueden proporcionar transporte para la navegación interna, son utilizados por pequeñas embarcaciones debido a la falta de promoción y ausencia de regulación.

## **7. Dar mayor prioridad a la conservación de los recursos hídricos y la ecología.**

En el tema del agua se convierte cada vez más urgente en lo relativo al tratamiento del medio ambiente. El rápido desarrollo económico y social, el crecimiento acelerado de la población y la industrialización provocan que la carga ambiental del agua de todas las cuencas de los ríos sea cada vez mayor y que la calidad del medio ambiente y del agua se esté degradando. Debido a la ausencia de medidas necesarias para la supervisión y purificación, en algunos tramos fluviales las cantidades de contaminantes han superado las de asimilación.

El sistema de alcantarillado no está convenientemente tratado y las fuentes de agua para la vida de los residentes no se encuentran protegidas eficazmente. Algunas fuentes de agua están contaminadas, por lo que acarrearán peligros potenciales para la salud. Por ejemplo, una gran cantidad de pequeñas empresas realizan explotación artesanal de las minas de oro que se distribuyen en las riveras del Jubones y aguas arriba del Perú en el Puyango-Catamayo, cuyas aguas residuales generadas por la fundición son vertidas directamente al río, agravando la degradación del agua. Los problemas de medio ambiente del agua se identifican como sigue:

- A pesar de constar en la Constitución de la República, se carece de reglamentos nacionales y regionales sobre la conservación de los recursos hídricos. No se han establecido procesos de supervisión del entorno del agua ni sistemas de control.
- El agua de la superficie y de la parte inferior de algunos ríos cercanos a las minas tiene un alto contenido de mercurio y concentración de cianuro.
- Cantidades superiores a las permitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de carbohidratos y metales pesados se pueden encontrar en los ríos pequeños dentro de muchas áreas de producción petrolera en la zona oriental.
- Las áreas de producción agrícola presentan una elevada utilización de agroquímicos con presencia de sustancias tóxicas, cuyos desechos son descargados a los afluentes.
- Debido al cultivo del camarón y la explotación excesiva de agua subterránea, las áreas de marismas y las zonas costeras cercanas presentan concentración de sales en niveles superiores a lo recomendado.

Por otro lado, cabe destacar que los ecosistemas del agua se están degradando. La República del Ecuador, que como ya se ha comentado está reconocido como uno de los 17 países con mayor biodiversidad en el mundo, lamentablemente presenta numerosos animales raros y salvajes en peligro de extinción, debido al impacto adverso de las actividades humanas que han ocasionado que los ecosistemas de agua en las cuencas hidrográficas se degraden. En esta línea, los principales problemas se enuncian a continuación:

- La contaminación del medio ambiente y del agua es cada vez más grave. Las funciones ecológicas de algunos cuerpos de agua se han visto afectadas. Los organismos acuáticos y de los humedales no son tan diversos como antes.

- Algunas áreas de humedales naturales han disminuido, destinándolas para otros fines fundamentalmente por la deforestación. Las funciones de los humedales, tales como la retención de la biodiversidad, la regulación de los recursos hídricos, el almacenamiento y purificación del agua y la regulación del clima se están degradando.

#### **8. Inexistencia de estudios geológicos.**

No se cuenta con estudios de ingeniería geológica y de geología hidrológica a lo largo del curso de los ríos principales de todas las cuencas hidrográficas en el país, lo que impide reunir datos concernientes a la forma del relieve, riesgo de terremotos, deslizamientos de tierra, colapso de flujos de lodo y otros desastres geológicos. Toda esta información serviría para analizar, evaluar y determinar los parámetros de movimiento de tierra en las diferentes secciones de los ríos, optimizando la selección de las localizaciones de los distintos proyectos y los presupuestos extraordinarios utilizados de forma independiente en cada uno de ellos.

#### **9. Inexistencia de estudios de ingeniería geográfica actualizada.**

No se cuenta con estudios de ingeniería geográfica a lo largo del curso de los ríos principales de todas las cuencas hidrográficas en el país que provean cartografía e imágenes satelitales actualizadas concernientes a complementar los estudios geológicos. Sin estos datos no se puede analizar, evaluar y determinar los potenciales usos del suelo y la distribución y concentración de propiedades de la tierra, lo que dificulta la planificación de proyectos de encadenamiento productivo asociativo para cada proyecto hídrico. Las entidades encargadas de levantar y proveer esta información, como son el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), disponen en forma parcial y desactualizada de estos datos.

#### **10. Necesidad de fortalecer los mecanismos de gestión integral de cuencas.**

De acuerdo a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador, basada en el referéndum nacional en octubre de 2008, el agua se definió como un recurso estratégico para el desarrollo del país, priorizando el manejo integrado de los recursos hídricos, con el objetivo de asegurar su distribución apropiada y evitar el monopolio. Las

prelaciones de uso se encuentran asignadas al agua potable y de riego, y luego para uso industrial y minero.

A pesar de lo estipulado, los emprendimientos agrícolas productivos que se han desarrollado en las cuencas carecen de centros de acopio, no generan valor agregado a la producción y tienen limitaciones de acceso a servicios crediticios debido a la imposibilidad de completar las exigencias de garantías reales; por lo que no se ha podido detectar ningún plan integrador de encadenamiento productivo que beneficie a los regantes de las cuencas hidrográficas y que les permita mejorar sus condiciones de vida de manera asociativa. La competencia de estos procesos está repartida en varias carteras del Estado: MAGAP, Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), SENAGUA, sin que ninguna ejerza un liderazgo sólido e integrador.

En los últimos años, la SENAGUA está llevando a cabo una masiva planificación y ejecución de las obras agendadas en años anteriores y reanudando la gestión integrada de los recursos hídricos, sin embargo estos procesos en marcha deben promover aún más los siguientes aspectos:

- Desarrollar un plan integral de manejo de todas las cuencas.
- Complementar la norma técnica de regulación y especificaciones para la conservación del agua.
- Reforzar la automatización y apoyo técnico especializado en la gestión de cuencas hidrográficas.
- Fortalecer las competencias y capacitación de nuevos talentos para la gestión de cuencas hidrográficas.
- Difundir la política pública sobre la gestión integrada de los recursos hídricos de las cuencas.
- Definir los procesos de cobro, asignación y utilización de los recursos hídricos de los proyectos en operación.

A continuación, en la Tabla 4 se resumen los principales problemas identificados en la gestión de recursos hídricos en la República del Ecuador.

**Tabla 4. Resumen principales problemas identificados en la gestión de recursos hídricos en el República del Ecuador**

| <b>PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR</b> |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 1   | Inadecuada capacidad en la gestión de control de inundaciones y mitigación de desastres.                                      | Insuficientes medidas de ingeniería e incompleto sistema de gestión de control de crecidas.<br>No existen suficientes medidas de previsión de inundaciones y sistema de alerta temprana para las cuencas de los ríos.<br>La Secretaría Nacional de Riesgos (SNR) no actúa de forma coordinada con la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA. |  |
|   | 2   |  | Grave erosión del suelo.   |
|   | 3   |  | Explotación de recursos hídricos no ha logrado abastecer periodos de sequía. |
| 4   | No se encuentra garantizada la provisión de agua potable para la población urbana y rural.                                    | En comparación con la energía hidroeléctrica y el riego, el gobierno ha invertido menos en agua potable.   |  |
|   |   | Cobertura baja de instalaciones de abastecimiento de agua potable.<br>Fuentes de agua contaminadas por agricultura inorgánica, residuos domésticos e industriales del agua urbana y rural se vierten directamente sin tratamiento.   |  |
| 5   | Distribución de los recursos hídricos y el modelo de riego no cumplen con las necesidades de riego de los cultivos agrícolas. |  |  |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 6  | <p>Bajas tasas de explotación de los recursos hídricos y de utilización de la energía hidroeléctrica.</p> | <p>A pesar de los abundantes recursos hídricos, baja tasa de utilización.</p> <p>Recursos hídricos desigualmente distribuidos y centralizados en 3 cuencas hidrográficas de la región oriental, mientras que la población se concentra en región occidental.</p> <p>Centrales hidroeléctricas actualmente en operación, se diseñaron para la generación de energía.</p> <p>Planificación de la energía hidroeléctrica de 1989. Proceso con progreso lento acelerado recientemente.</p> <p>Potencial de navegación fluvial inexplorado.</p> |  |
| 7  | <p>Dar mayor prioridad a la conservación de los recursos hídricos y la ecología.</p>                      | <p>Tema del agua urgente tratarlo con el medio ambiente.</p>   | <p>Carencia de reglamentos nacionales y regionales sobre la conservación de los recursos hídricos, a pesar de constar en Constitución.</p> <p>El agua de algunos ríos cercanos a las minas tiene alto contenido de mercurio y concentración de cianuro.</p> <p>Cantidades superiores a permitidas por OMS de carbohidratos y metales pesados, en ríos pequeños de zonas explotación petrolera.</p> <p>Elevada utilización de agroquímicos con presencia de sustancias tóxicas, desechos descargados a los afluentes.</p> <p>Concentración sales niveles superiores en áreas de marismas y zonas costeras por cultivo camarón y explotación agua subterránea.</p> <p>Algunas áreas de humedales naturales han disminuido.</p> |
| 8  | <p>Inexistencia de estudios geológicos.</p>   |  |  |
| 9  | <p>Inexistencia de estudios de ingeniería geográfica actualizada.</p>                                     |  |  |
| 10 | <p>Necesidad de fortalecer los mecanismos de gestión integral de cuencas.</p>                             |  |  |

### **1.1.3 PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y SOCIALES IDENTIFICADOS EN LOS PROYECTOS HÍDRICOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Por otro lado, de forma complementaria a los principales problemas identificados en la gestión hídrica enunciados en los párrafos anteriores; en los proyectos hídricos en particular, mediante observación directa y entrevistas realizadas a agricultores y población en general en los proyectos visitados (Daule\_Vinces, Múltiple Chone y Chongón\_San Vicente) sobre la contaminación ambiental en el suelo y el agua y los problemas sociales derivados de los proyectos hídricos, se presenta a continuación los principales hallazgos obtenidos que forman parte del planteamiento del problema de esta tesis:

- Existe una concepción generalizada sobre la relación entre una alta producción agrícola y el uso de agroquímicos. A criterio de la mayoría de expertos, sin la aplicación de insumos químicos es poco probable que se obtenga una buena cosecha, pues el suelo cada vez “produce menos”.
- Los pequeños productores, pese a que utilizan en forma frecuente los agroquímicos, consideran que los dueños de grandes extensiones son los que contaminan los esteros y quebradas con las fumigaciones aéreas.
- El factor tiempo es el argumento más citado por los agricultores para justificar las deficientes medidas de precaución al momento de hacer las fumigaciones a sus cultivos.
- El agua de los ríos y esteros que se la utiliza para la limpieza de tanques y otros envases de agroquímicos no es apta para el consumo humano, pues según los pobladores acarrea los residuos de aguas negras de las localidades parroquiales y cabeceras cantonales, traslada los desechos orgánicos de botaderos de basura improvisados de algunos asentamientos cercanos a los ríos, transportan residuos de animales muertos y, en los lechos cercanos a las urbes, son lugares de refugio de roedores.
- La población del área de influencia de los proyectos Daule\_Vinces, Múltiple Chone y Chongón\_San Vicente tiene la característica demográfica de ser fundamentalmente joven, con altos porcentajes de población en edad de trabajar que se asienta fundamentalmente en espacios rurales. Mirando en perspectiva hacia las décadas siguientes, estas tendencias se mantendrían debido a la dinámica agrícola orientada hacia la venta de productos primarios para abastecer al mercado interno (arroz) y externo (banano, cacao, cítricos y otros).

- En las visitas se observaron asentamientos humanos constituidos en las cercanías de esteros, de ríos y de vías secundarias que conectan a los centros cantonales; la característica principal de estas poblaciones es la precarización de su economía, así como el limitado acceso a los medios de producción.
- La tierra y el capital es limitado, el primero debido a un proceso histórico de desalojo de tierras a raíz del inicio de la época republicana y el segundo, por la imposibilidad de poder reunir a lo largo de varios años de producción el dinero suficiente, que únicamente ha alcanzado para invertir una o dos veces al año en la contratación de maquinaria agrícola, en la compra de semillas mejoradas, en el pago de mano de obra a jornal para la realización de labores culturales y la cosecha. Por lo tanto, la práctica del préstamo, ya sea a Cooperativas y Bancos Comunales, o en el circuito de la usura, es casi una constante en la zona.
- En los proyectos Daule\_Vinces, Múltiple Chone y Chongón\_San Vicente se encontró una población rural que se ve obligada a combinar las actividades de productor/dueño de su finca con la de trabajador a jornal en la práctica informal (sin acceso al sistema de seguro social y otros beneficios). Esta dinámica gira en torno a los ciclos agrícolas, así, existe una correlación directa entre ciclo climático de verano y el desplazamiento pendular de miles de productores jóvenes hacia las haciendas de la cuenca del Guayas que se especializan en la exportación de productos primarios.
- La especialización de una agricultura extensiva y altamente dependiente de agroquímicos ha llevado a que en las propiedades de los pequeños productores de arroz se siembre cada vez menos otro tipo de productos agrícolas destinados al autoconsumo y la venta. Situación que ha generado que las unidades agrícolas pequeñas no garanticen la seguridad alimentaria de su población. Frente a esta situación en la zona, es necesario emprender procesos de largo plazo y alcance orientados a que la población reflexione sobre sus prácticas antrópicas con la tierra y el agua (alta contaminación por agroquímicos), sobre la necesidad de empujar transformaciones radicales en sus relaciones comunitarias y en sus procesos organizativos que se orienten a plantear alternativas al Estado para mejorar su producción y calidad de vida.
- En lo que respecta al papel del Estado dentro de la zona, se puede observar que existe la presencia de organismos que han impulsado procesos dinámicos con la finalidad de mejorar la situación de la población. La intervención del Banco Nacional de Fomento (BNF) en la entrega de urea y del MAGAP en la

coordinación para la compra y control del precio de arroz han logrado repuntar el proceso organizativo de productores en la zona; sin embargo su gestión es insuficiente, por lo que se observa el surgimiento de emprendimientos privados como la creación de Bancos Comunitarios para otorgar préstamos a los productores en Vinces, la coordinación entre Organizaciones de Productores de Cacao, la Universidad de Guayaquil y la Universidad Agraria para la experimentación de semillas mejoradas, por citar algunas.

- A pesar del alto potencial productivo de las zonas de los proyectos visitados los bajos rendimientos y productividad observados, especialmente en lo referente al cultivo del arroz, exigen que en la fase de factibilidad se plantee la necesidad de adoptar medidas estructurales de mejoramiento de la competitividad de la producción agrícola a través de: asistencia técnica a los agricultores para el mejoramiento de técnicas de cultivo, incentivar el desarrollo de variedades mejoradas de cultivos y uso de semillas certificadas, facilitar el acceso al crédito al sector, toda vez que se conoce que los mismos resultan inoportunos e insuficientes, así como fortalecer la capacidad organizativa de la población local.
- Adicionalmente, las recomendaciones emitidas en el párrafo anterior se vuelven imprescindibles en la medida que es necesario ubicar los excedentes de arroz del país en el mercado internacional, especialmente en Colombia, históricamente el comprador más importante del arroz ecuatoriano; pero para ello se debe buscar mejorar la posición competitiva de la República del Ecuador con respecto al cultivo del arroz, cuyo rendimiento de 3,6 tm/ha es uno de los más bajos de la región si se lo compara con países como Perú, Colombia y Venezuela.

A continuación, en la Tabla 5 se presenta un resumen de principales problemas ambientales y sociales identificados en los proyectos hídricos en el República del Ecuador

**Tabla 5. Resumen principales problemas ambientales y sociales identificados en los proyectos hídricos en el República del Ecuador**

| <b>PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y SOCIALES IDENTIFICADOS EN LOS PROYECTOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR</b> |   |
|---|---|
| 1   | Concepción generalizada sobre la relación entre alta producción agrícola y uso agroquímicos.  |
| 2   | Dueños de grandes extensiones contaminan esteros y quebradas con fumigaciones aéreas.   |
| 3   | Factor tiempo argumento para justificar deficientes medidas de precaución al fumigar cultivos.  |
| 4   | Agua de ríos y esteros utilizada para limpieza de tanques y envases de agroquímicos no es apta para consumo humano.   |
| 5   | Población del área de influencia de los proyectos tiene característica demográfica de JOVEN.  |
| 6   | Asentamientos humanos cercanos a esteros, ríos y vías secundarias, caracterizados por precarización económica y limitado acceso medios de producción.   |
| 7   | Población rural obligada a combinar las actividades de PRODUCTOR/DUEÑO de finca con la de TRABAJADOR A JORNAL, en la práctica informal (sin acceso seguro social y otros beneficios).               |
| 8   | Especialización de agricultura extensiva del arroz altamente dependiente de agroquímico, propiedades de pequeños productores siembran cada vez menos otro tipo de productos de autoconsumo y venta. |
| 9   | Unidades agrícolas pequeñas no garantizan la seguridad alimentaria de su población.   |
| 10  | Existe presencia de organismos estatales que impulsan procesos dinámicos para mejorar situación de la población de manera aislada.  |
| 11  | Creación de Bancos Comunitarios para otorgar préstamos a los productores  |
| 12  | Necesidad medidas estructurales de mejoramiento de competitividad de producción agrícola. Bajos rendimientos y productividad  |

Como consecuencia de los problemas en la gestión hídrica y de las características medioambientales, económicas y sociales identificadas en los proyectos hídricos en particular, el país se ha visto en la necesidad de realizar una planificación anual de sus cuencas hidrográficas mediante la implementación reciente de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua (2014). En este nuevo contexto, el modelo anterior basado en la oferta ilimitada de recursos hídricos disponibles entra en crisis, pues sus costos medioambientales y económicos con marcadas tendencias de crecimiento hacen inviables los proyectos, abriendo el paso a una nueva política hídrica rompiendo el monopolio tecnocrático existente y considerando el ciclo del agua no de una manera aislada,

sino de una manera eco integral que incluye la participación de nuevos actores ciudadanos llamados a empoderarse con y a partir de los proyectos.

Finalmente, cabe destacar que el Gobierno ecuatoriano ha invertido en los proyectos para los sectores estratégicos más de 9.500 millones de dólares entre el 2007 y el 2011, de los cuales corresponde al sector de hidrocarburos 6.305 millones; al sector eléctrico 1.500 millones; al sector de telecomunicaciones 1.397 millones y al sector hídrico 288 millones (SENPLADES, 2007). Estas inversiones para rentabilizarse requieren de obras y servicios de complementariedad que no han sido identificados de tal manera que permitan mitigar el riesgo operativo que se generará durante su construcción y sobre los nuevos proyectos a ejecutarse, y de esta manera contribuir a mejorar las condiciones de vida de los beneficiarios y del país. Para ello se considera necesario identificar la etapa del ciclo de vida de los proyectos para, en función del mismo, planificar, reprogramar o ejecutar las brechas que complementan a los proyectos, o que se complementan mutuamente.

## **1.2 CUESTIÓN A INVESTIGAR**

Conforme a lo manifestado en la descripción del problema, en la actualidad los proyectos hídricos en general corren el riesgo de quedar aislados e incompletos, sin cumplir o hacerlo sólo parcialmente con los objetivos para los cuales fueron construidos al ser evaluados únicamente a través de la calidad de la construcción de la infraestructura civil. Esto se evidencia al observar y comprobar que los proyectos presentan una realidad en su etapa de planificación y otras muy distintas cuando están en ejecución o después de finalizarse. Esta circunstancia ocasiona un déficit de los servicios finalmente ofrecidos y una brecha entre las intenciones originales y las necesidades reales, generando focos de descontento ciudadano y condiciones de operación no adecuadas a la capacidad instalada.

Con este antecedente, para la presente investigación se define brecha a la diferencia que se genera al comparar el estado y desempeño real de una organización, proyecto, o situación en un momento dado, respecto a uno o más puntos de referencia proyectados. El resultado esperado del análisis de las brechas es la identificación y caracterización de diferencias que permitan generar estrategias y acciones para llegar al referente u objetivo futuro deseado (e.g. Armijo, 2009, Jaramillo et al., 2004, Kelly, 2009, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, 2012). De otro lado, se define complementariedad a la característica que tiene la brecha (una cosa) que complementa al proyecto (otra cosa), o que se complementan mutuamente.

Por tanto, la presente investigación, pretende medir la brecha que se genera al comparar el estado y desempeño real de una organización, proyecto o situación en un momento dado, respecto a uno o más puntos de referencia proyectados, donde las diferencias identificadas sirven para complementar al proyecto.

Cabe destacar que existen dos tipos de brechas: Constructivas y No Constructivas. Las brechas constructivas son las diferencias que se producen al comparar los procesos estrictamente constructivos de la infraestructura del proyecto en su planificación referencial con respecto a su estado durante la etapa de construcción, y que no permiten lograr los objetivos constructivos del proyecto y su puesta en funcionamiento. Como ejemplo encontramos entre otros: rubros originalmente no contemplados en la planificación, pero imprescindibles para la culminación y puesta en funcionamiento de la infraestructura civil, cuantificación de volúmenes de obra originalmente no contemplados, adecuación de materiales y tecnologías a utilizarse para optimizar procesos constructivos, implementación de planes de contingencia ante casos fortuitos o de fuerza mayor, etc. Todas estas brechas son recolectadas a través de órdenes de trabajo que una vez aprobadas se ejecutan y pasan a formar parte de la obra de infraestructura final, constando dentro del Acta de Recepción Definitiva del proyecto y por tanto pasan a formar parte del presupuesto final, que generalmente difiere del presupuesto originalmente planificado. Por otro lado, las brechas no constructivas son aquellas que aparecen al tratar de equilibrar eficientemente las intenciones originales, las necesidades y entornos actuales, con los servicios finalmente ofrecidos por la infraestructura construida. En este sentido, **la medición de las Brechas No Constructivas en los proyectos hídricos será el objetivo del presente estudio.** Concretamente, y dado que los proyectos hídricos a su vez pueden construirse con varias finalidades: agua potable, riego, hidroelectricidad, control de inundaciones o multipropósito, el alcance de la presente tesis será exclusivamente el relacionado con los proyectos del sector hídrico que contengan el componente riego; y por tanto **el asunto a investigar será la medición de las brechas de complementariedad no constructivas de los proyectos estratégicos hídricos del sector riego, estudiando en particular 16 proyectos de esta índole en la República del Ecuador.**

Cómo medir estas brechas constituye el asunto de partida a investigar en la presente tesis. Por la definición de brechas de complementariedad no constructivas y por su finalidad última, la cuestión a investigar consistirá en medir dichas brechas desde el punto de vista de las mejores prácticas del ámbito de la sostenibilidad, debido a las características propias de complementariedad económica, medioambiental y social que presentan las infraestructuras construidas, pilares fundamentales que hoy demandan ser complementados en los

proyectos, como así enfatiza la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2001).

Asimismo, una vez analizadas las brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos hídricos de riego, se pretende establecer un plan de mejora y mitigación de las mismas a través de la elaboración de un mapa de ruta que gestione dichas brechas en el corto, medio y largo plazo según los casos, contribuyendo de esta manera a alcanzar la sostenibilidad de los proyectos.

## CAPITULO II JUSTIFICACIÓN



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## CAPITULO 2. JUSTIFICACION

Cada día se admite con mayor frecuencia que la superación de la pobreza no debe buscarse a costa de la degradación de las bases naturales de la sociedad, pero también se reconoce que la preservación del ambiente no puede ser colocada por delante de las necesidades humanas. Por tanto la pobreza y el deterioro ambiental son dos problemas que requieren ser enfrentados conjuntamente para modificar sus tendencias; ello implica mejorar la comprensión de las relaciones concretas entre las condiciones de vida y el ambiente. En este contexto el principal desafío de la humanidad para el siglo XXI es erradicar la pobreza y lograr la prosperidad para todos dentro de las limitaciones de los recursos naturales del planeta, para ello Rockstrom et al. (2009) plantean la construcción de un espacio seguro y justo para la humanidad denominado “dona” representado en la Figura 12.

Figura 12. Concepto de “Dona”



Fuente: (Oxfam GB 2012) Las once dimensiones de los límites sociales son ilustrativas y se basan en las prioridades de los gobiernos para la Cumbre Rio+20. Las nueve dimensiones del techo medioambiental se basan en los límites planetarios establecidos por Rockström et al. (2009)

El concepto “dona” comprende los límites exteriores de la utilización de recursos (Raworth, 2012), establecidos por **9 límites planetarios** (*cambio climático, agotamiento de*

*la capa de ozono, cambios en el uso del suelo, consumo de agua dulce, pérdida de la diversidad biológica, acidificación de los océanos, ciclos de entrada a la biósfera del nitrógeno y el fósforo, emisión de aerosoles a la atmósfera y la contaminación química*) y **11 límites interiores sociales** de uso de los recursos (*empleo, participación, resiliencia, educación, ingresos, agua, alimentación, salud, equidad de género, equidad social y energía*). Entre los límites planetarios y sociales se encuentra un espacio ambientalmente seguro y socialmente justo en el que la humanidad puede prosperar denominado “dona”. Es también el espacio de desarrollo económico inclusivo y sostenible, en donde existe mayor demanda de equidad dentro y entre los países a la hora de utilizar los recursos naturales y mayor eficiencia en la transformación de los recursos para satisfacer las necesidades humanas.

En esencia, con la “dona” se ha dibujado de manera preliminar un mapa de las zonas de operación segura de nuestro planeta y más allá de los límites del mapa no se debería ir. La cuantificación de los límites sociales y planetarios puede orientar acerca del estado actual del bienestar humano y planetario en relación a los límites del desarrollo sostenible. Para lograr medir estos límites es importante analizar las interacciones complejas entre los límites interiores y exteriores, enunciando a continuación las propuestas de Oxfam (2012):

- El estrés medioambiental puede agravar la pobreza
- La pobreza puede agravar la tensión medioambiental
- Las políticas orientadas a la sostenibilidad pueden agravar la pobreza, por ejemplo:
  - Mercados del carbono: impulsan el acaparamiento de tierras y de agua
  - Biocombustibles: agravan la crisis del precio de los alimentos y el acaparamiento de tierras
- Las políticas para reducir la pobreza pueden agudizar la presión sobre los recursos
- Existen políticas que pueden promover tanto la erradicación de la pobreza como la sostenibilidad, por ejemplo:
  - Derechos reproductivos
  - Aislamiento térmico de las viviendas
  - Reducción de la pérdida de alimentos (cada año, aproximadamente una tercera parte de todos los alimentos que se producen –1.300 millones de toneladas– se pierde en la recolección y en el almacenamiento, o es desperdiciada por los consumidores).

Consistente con el marco de referencia “dona”, Oxfam (2012) plantea que a lo largo de la próxima década necesitaremos realizar una transición rápida hacia un nuevo modelo de prosperidad que proporcione desarrollo económico, respete los límites planetarios y sobre todo se base en la equidad, propósito de prosperidad al que se propone en la presente tesis aportar a través de la medición de brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego, ya que el desafío actual también plantea nuevas perspectivas sobre el tipo de sistema económico que incluya sus objetivos, estructuras y medición basados en la equidad.

Adicionalmente, en los últimos años se ha logrado importantes avances en integrar los aspectos ambientales con los económicos y sociales, tratando con igual prioridad la preservación del ambiente y la superación de la pobreza sin subordinar un propósito sobre el otro; sin embargo según el Instituto Nacional de Ecología de México (2007), pocos objetivos pueden lograrse plenamente de manera simultánea, siendo más probable que se avance progresivamente a través de un proceso en el que algunos objetivos de política actúen como condicionantes de otros. Los sistemas complejos de la Tierra a veces responden sin problema a las presiones cambiantes; sin embargo parece que está agotándose este comportamiento. Muchos subsistemas de la Tierra reaccionan de manera no lineal, a menudo de manera abrupta y son particularmente sensibles alrededor de los niveles de umbral de ciertas variables clave. Cuando se cruzan estos límites, otros subsistemas importantes podrían cambiar a un nuevo estado, a menudo con consecuencias perjudiciales o potencialmente incluso desastrosas para la humanidad (Scheffer et al., 2001).

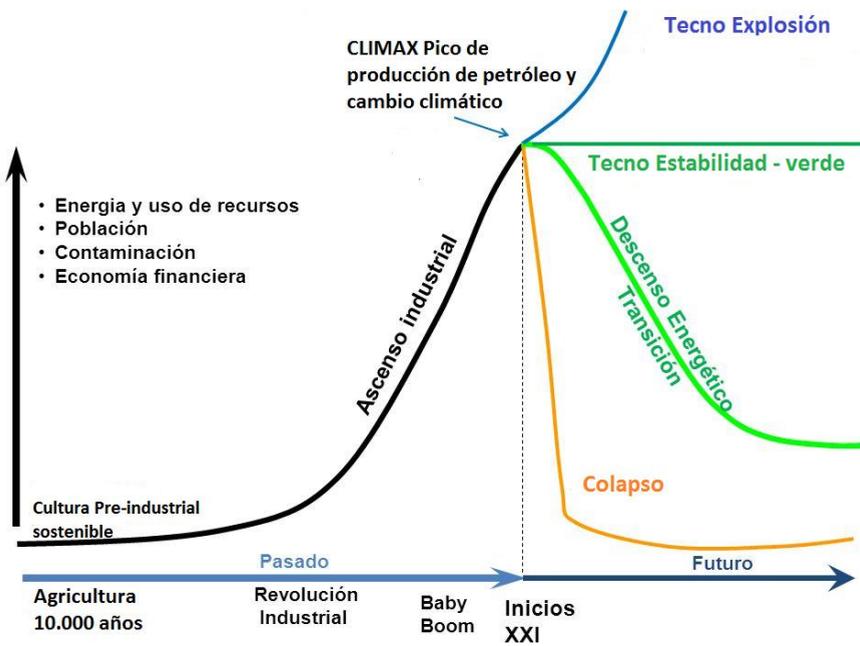
Según Holmgren (2008) en el momento actual en que se han propuesto una variedad de fuentes de energía gratuitas entre otras la solar, eólica, y nuclear, considera que serán estas las que sustituyan a los combustibles fósiles, ya que el aumento de la eficiencia energética en los vehículos y en la industria ha reducido su demanda, todo esto sumado al descubrimiento de los inmensos campos petroleros en el Mar del Norte y el oeste de Alaska que han reducido la dependencia occidental frente a la OPEP y deprimido el precio del petróleo. *“Todos los demás precios de los productos básicos están siguiendo la tendencia descendente establecida por el petróleo, porque la energía barata podría utilizarse como sustituto de otras mercancías necesarias”*.

En la misma línea del Instituto Nacional de Ecología de México y de Scheffer (2001), Holmgren (2008) presenta un enfoque integrado para comprender la posible interacción entre cambio climático y cénit del petróleo que han llegado a su clímax y por tanto deben

analizarse en conjunto. Para comprender esta interacción el investigador utiliza 4 posibles escenarios energéticos, representados en la Figura 13:

- “*Tecno-Explosión,*
- Tecno Estabilidad*
- Descenso Energético*
- Colapso*”.

Figura 13. Los cuatro escenarios de futuro de Holmgren (2008)



Fuente: (Holmgren 2008)

La **Tecno-Explosión** aparecería en paralelo al crecimiento poblacional cuando las fuentes de energía nuevas, grandes y concentradas permitan el crecimiento continuo de la riqueza material y del poder humano sobre las limitaciones medioambientales. Este escenario se asocia con la navegación espacial y la colonización de otros planetas.

La **Tecno-Estabilidad** implicaría grandes cambios en casi todos los aspectos de la sociedad, al pasar de un crecimiento material fundado en el agotamiento de la energía a un

estado de equilibrio en el consumo de recursos y en la población (e incluso en la actividad económica) sobre la base del uso de energías renovables y de tecnologías que puedan mantener o mejorar la calidad de los servicios disponibles de los sistemas actuales. La tecnología fotovoltaica que captura directamente la energía solar es un buen icono o símbolo de este escenario. **Es justamente en este escenario en donde se sustenta el principio de la sostenibilidad y es donde se enmarca el desarrollo de la presente tesis, justificándose plenamente su propuesta.**

En el **Descenso Energético** se reduciría la actividad económica, la complejidad y la población a medida que los combustibles fósiles se vayan agotando. Se incrementará la dependencia de recursos renovables con menor densidad de energía, hasta reflejar en la estructura de la sociedad detalles de las sociedades preindustriales. Ocurriría una ruralización de los asentamientos y de la economía, utilizando menor volumen de energía y recursos, en donde los recursos biológicos, y su gestión sostenible, llegarán a ser cada vez más importantes en la medida que los combustibles fósiles y su potencia tecnológica declinen. El árbol es un ícono adecuado a este escenario.

Tanto la Tecno-Explosión como el Descenso Energético son escenarios dominados por el cambio, pero ese cambio podría no ser continuo, podría estar caracterizado por una serie de estados de equilibrio dinámico interrumpidos que irán poco a poco desapareciendo la cultura industrial.

En este escenario se presenta a la **permacultura** como un sistema fiable para responder creativamente al futuro en escenarios con disponibilidad de energía decreciente, fundamentada en el supuesto de que la siguiente transición energética favorecerá la reaparición de los sistemas biológicos como elementos fundamentales de la economía y la sociedad.

En el escenario de **Colapso**, según Tainter (1990) ocurriría un fracaso completo de todos los sistemas interconectados que mantienen y apoyan la sociedad industrial, en la medida que los combustibles fósiles de alta calidad se vayan agotando y/o el cambio climático vaya dañando radicalmente los sistemas de soporte ecológico. Este colapso sería rápido y más o menos continuo, a diferencia de los escenarios de descenso energético y tecno explosión. Involucraría inevitablemente una rápida y pronunciada caída de la población humana y una pérdida de los conocimientos y la infraestructura necesarios para la civilización industrial, incluida la extinción de gran parte de la biodiversidad humana y del planeta.

Enmarcados en el presente trabajo en el escenario de la Tecno-Estabilidad, cabe destacar que la búsqueda de ese equilibrio requiere que la construcción de las empresas y organizaciones mantengan también un compromiso firme con el desarrollo de las personas. En este sentido, las decisiones deben ser tomadas en conjunto a través de negociaciones entre todas las partes afectadas e involucradas en las distintas acciones y proyectos. La relación entre el desarrollo económico, la gestión del medio ambiente y la salud humana es un proceso complicado, que afecta tanto a la calidad como a la sostenibilidad de la sociedad en que vivimos. Hay una comprensión creciente de que es necesario un enfoque sincronizado con la solución de los principales problemas ambientales y de sostenibilidad que enfrentan los países en desarrollo, así como las regiones desarrolladas del mundo (Goosen, 2012), por ello un número creciente de empresas han empezado a actuar y comunicarse con base al triple rendimiento en las áreas de la economía, medioambientales y sociales, por lo que la propuesta metodológica para medir las brechas de sostenibilidad en los proyectos hídricos de riego permitirá en principio persuadir e involucrar a las autoridades del gobierno ecuatoriano y demás naciones comprometidas con el objeto de allanar el camino de la sostenibilidad económica, medioambiental y social de los proyectos hídricos para que actúen dentro del espacio “dona”, garantizando la equidad, el acceso generalizado de los recursos naturales del país, preservando la seguridad y fomentando el desarrollo social y económico de las personas que forman la sociedad.

En lo relativo a un recurso natural de indudable importancia como es el agua, se puede afirmar que ante el dominio histórico de la agricultura de regadío tradicional en la política de aguas, en la última década ha aparecido el concepto de “eficiencia y productividad del agua” a nivel macro, realizada mediante la evaluación de iniciativas de políticas nacionales y de los programas públicos de inversión para modernizar el riego, lo que anticipa un gran ahorro de agua (López et al., 2012). En este sentido, la eficiencia del agua se empieza a enmarcar en un contexto socio-político al observar los debates y discusiones sobre el papel presente y futuro del riego, los criterios de evaluación y objetivos clave para los planes de modernización de riego a gran escala, los vínculos entre los derechos de agua y la asignación, los beneficios y beneficiarios del ahorro de agua y las importantes consecuencias imprevistas y beneficiosas en la modernización y reforma de las políticas agrarias.

Sin embargo, en este nuevo enfoque de “Productividad del Agua” se destaca la falta de estudios hidrológicos a nivel de cuenca que se oponen a llegar a conclusiones firmes sobre la magnitud de los ahorros de agua reales provocados por la modernización del riego, por lo que se empieza a observar dificultades, no solamente de información, sino de

consideración de nuevos factores externos clave para la viabilidad a largo plazo de los proyectos de riego tecnificado en términos sociales, ambientales, económicos y de productividad. Angin et al. (2009) demostraron con su investigación los efectos de los cambios en el uso del agua de cultivo y su reflejo en el paisaje durante 35 años, observando durante este período cambios evidentes en: (1) la estructura del paisaje cultural y rural (2) el tipo de arquitectura tradicional y (3) el tipo de uso doméstico del agua. Se encontró adicionalmente que los recursos hídricos contienen contaminantes domésticos, lo que justifica plenamente la necesidad de considerar a los proyectos hídricos de riego no solamente como infraestructuras de generación de eficiencia del uso del agua, sino como “algo más” que necesita ser medido y complementado.

En el caso concreto de la República del Ecuador los recursos hídricos también requieren ser medidos como algo más en el marco del concepto de productividad del agua mencionado en el párrafo anterior. Es cierto que en la República del Ecuador no existen síntomas de escasez de agua atendiendo a los criterios de Falkenmark (1989) y establecidos por el Departamento de Coordinación Política y Desarrollo Sustentable DPCSD por sus siglas en inglés la ONU (1997), conforme se presenta en la Tabla 6Tabla 6. Criterios para determinar la escasez de agua en la República del Ecuador, sin embargo, tal y como se ha comentado en el capítulo uno de esta tesis, sí que hay problemas serios de distribución y el modelo de riego no cumple con las necesidades agrícolas. Así, y ante el escenario de la construcción de 16 megaproyectos estratégicos del sector hídrico de riego durante el período 2012-2017, resulta imprescindible analizar su repercusión atendiendo a criterios que vayan más allá del impacto inmediato de las construcciones civiles implícitas en los mismos. Por tanto, es necesario estudiar los diferentes problemas sociales y ambientales que generará la construcción de estos proyectos, para lo cual a continuación se procederá a justificar económica, social y medioambientalmente el estudio de las brechas de complementariedad no constructivas de los proyectos estratégicos hídricos de riego en general y en la República del Ecuador en particular.

**Tabla 6. Criterios para determinar la escasez de agua en la República del Ecuador**

| CRITERIO             |                          |  |   |  | RESULTADO   |
|----------------------|--------------------------|--|---|--|---|
| FALKENMARK<br>(1989) | Índice de disponibilidad | Recursos hídricos renovables (que se consideran constantes a lo largo del tiempo) / población. | entre 1.000 m <sup>3</sup> y 2.000 m <sup>3</sup> /persona/año                          | País tiene problemas de agua (Reino Unido, India Pakistán, o Tanzania) | <b><u>Ecuador 29.700 m<sup>3</sup>/hab/año . NO PRESENTA PROBLEMAS DE ESCASEZ</u></b>   |
|                      |                          |  | inferior a 1.000 m <sup>3</sup> /persona/año  | País sufre Escasez de agua   |   |
| Otros ONU<br>(1997)  | Nivel de regulación      | Consumo / reservas renovables de agua de una zona en un año determinado                        | comienza cuando el uso del agua dulce supera el 10% de los recursos renovables anuales, | País, Comienza Escasez   | <b><u>Ecuador con 143,4 Km<sup>3</sup> de R.H.Utilizables/año , utilizará el 3,717%. NO PRESENTA PROBLEMAS DE ESCASEZ</u></b> |
|                      |                          |  | cuando supera el 20% de los recursos renovables anuales                                 | País, con Escasez pronunciada  |   |

Fuente: (Gallardo, et al., 2014)

## 2.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En las últimas décadas, muchos estudiosos han presentado los marcos teóricos sobre la relación entre el desempeño social, ambiental y económico (Figge, Hahn, and Barkemeyer 2014; Ganescu 2012; Yang, Ryan, and Zhang 2013). En este contexto, algunos autores se centran en la relación entre el desempeño social y económico (Lankoski, 2008; McElhaney, 2009; M. Porter et al., 2006), mientras que otros se ocupan de la relación entre el desempeño ambiental y económico (Dwyer et al., 2009; Ki-Hoon et al., 2003; Wagner et al., 2004). Salzmann y su equipo de investigadores (2005) presentan un resumen de las tipologías y marcos relacionados con los vínculos entre el desempeño ambiental, social y económico, afirmando que hay estudios que sugieren una relación negativa (Preston et al., 1997), un enlace neutro (McWilliams et al., 2001) y una relación positiva (V. Kumar et al., 2009; Waddock et al., 1997). Por otro lado, (Lankoski 2008) se refiere a las iniciativas de sostenibilidad estratégicamente planificadas y salidas relacionadas. Se ha encontrado que estos no sólo son importantes desde el punto de vista social o ambiental, sino que también

crean ventaja económica. Además Waddock et al. (1997) encontraron que existe una alta correlación entre las buenas prácticas de gestión y el desempeño social, ambiental y económico.

Al observar las tres dimensiones de la sostenibilidad y la primera de ellas la dimensión económica Shenhar et al. (2001) argumentan que la dimensión económica es considerada con supremacía sobre las restantes (medioambiental y social) para el desarrollo de los negocios, sin embargo estos autores al mismo tiempo dicen que las otras dimensiones son igualmente importantes y las compañías necesitan realizar esfuerzos por lograr proyectos que logren integrar las tres variables de la sostenibilidad.

Dentro de este esfuerzo, el compromiso de las empresas con la sostenibilidad corporativa ha sido frecuentemente discutido en la teoría y la práctica. Este compromiso con la sostenibilidad corporativa exige un enfoque estratégico para garantizar que la sostenibilidad corporativa sea una parte integral de la estrategia de negocio y de sus procesos (Engert et al., 2016). La revisión de la literatura científica realizada por estos investigadores de 114 artículos en revistas científicas, incluyendo un análisis de su contenido reveló que existe la necesidad de fomentar la investigación empírica en este campo de investigación. Si bien el concepto de sostenibilidad corporativa surge en varias áreas de la investigación así como de la identificación de las cuestiones que influyen en la integración de la gestión estratégica, entre ellas la económica, una base común que se desprende es que este esfuerzo ha fracasado; sin embargo la introducción de sistemas de gestión de sostenibilidad a menudo aumenta a la par la eficiencia de los modelos de negocio existentes y reduce el daño producido al capital social y natural por unidad producida (e.g. Figge et al., 2014, Arnold, 2015), **por lo que la investigación que se realizará en la presente tesis pretende contribuir en el campo de la sostenibilidad corporativa, justificándose el enfoque económico que se planteará en el estudio sin descuidar la importancia del pilar económico dadas las características propias de monitorear el estado y ejecución de los recursos económicos de un proyecto.**

Los estudios del pilar económico hasta ahora realizados y validados se han basado en el análisis a través de indicadores que pueden agruparse en los relacionados con los costos directos e indirectos que intervienen en un proyecto (Kylili et al., 2016). Entre los principales indicadores económicos relacionados con los costos directos de un proyecto encontramos: capital invertido, costos, acceso y actuación económica, valor actual neto y rentabilidad del proyecto, mientras que entre los relacionados con los costos indirectos se mencionan: empleo de la mano de obra, impacto adverso en el turismo, flexibilidad y

adaptabilidad, costos de reasentamiento de ecosistemas. La medición de brechas de complementariedad de los proyectos estratégicos hídricos, considerará los costos directos e indirectos justificándose la validez y aceptación científica de la tesis.

En el 2008, el colapso de las grandes instituciones financieras fue impedido por el rescate público de los bancos privados y hoy en día las bajas tasas de crecimiento son propensas a convertirse en la norma en el desarrollo económico de las economías maduras (e.g. Baldwin et al., 2014; IMF (International Monetary Fund), 2015; Lawrence Summers, 2013) por lo tanto los tres pilares de la sostenibilidad son simultáneamente amenazados por una crisis internacional del crecimiento económico.

Dentro del contexto de la planificación económica en la República del Ecuador, la normativa encabezada por la Constitución, hace referencia a la pertinencia y obligatoriedad de la planificación plurianual del presupuesto. La Constitución, en su artículo 294, determina que la Función Ejecutiva elaborará cada año la proforma presupuestaria anual y la programación presupuestaria cuatrienal. El Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPFP), de acuerdo a lo dispuesto en los artículos 36, numeral 5, 57 y 58, señala que el Plan Nacional de Desarrollo incorporará entre sus contenidos al Plan Plurianual de Inversión, mismo que deberá ser actualizado según lo determine la programación presupuestaria anual y cuatrienal. Asimismo, con base en la normativa legal mencionada, se ha definido que la programación presupuestaria plurianual es de carácter indicativa, y se parte del hecho de que tanto la Constitución (art. 294), como el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPFP, 2010), en sus artículos 58, 60, 74, 87 y 103, manifiestan que la planificación presupuestaria plurianual es una programación, no un presupuesto, como es el caso del Presupuesto General del Estado (PGE) y del Plan Anual de Inversiones (PAI).

El Plan Plurianual de Inversión Pública (PPIP) 2013-2017 comprende los programas y proyectos programados por las entidades del Estado, para su ejecución durante los siguientes cuatro años y cuyo financiamiento está incluido en el PGE. Estas inversiones se encuentran alineadas con los objetivos de la planificación y son consistentes con los planes anuales. De esta forma, el PPIP se convierte en una herramienta de gestión pública necesaria para la eficiente implementación de un sistema presupuestario por resultados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la gestión de la inversión pública.

En el periodo 2008-2012, la inversión pública se orientó principalmente a infraestructura y desarrollo social, con resultados visibles. No obstante, a nivel sectorial, a

partir de ciertas instancias de progreso, la inversión pública implica rendimientos marginales decrecientes. En el periodo 2013-2017, la inversión se destinará especialmente a la transformación de la matriz productiva y energética y el desarrollo del capital humano, sin desatender el plano social con los costos para alcanzar el Buen Vivir, ver Figura 14.

**Figura 14. Inversión acumulada Estado central (2008-2012) vs. Plan plurianual acumulado (2013-2017) Por gabinete sectorial**



**Nota:** Desde el 2014 en adelante, los valores presentados son indicativos

MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas. MCPEC: Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad. Otras entidades del PGE: Asamblea Nacional, Secretaría Nacional de Gestión de la Política, Consejo de Participación Ciudadana y Control Social, Consejo Nacional de la Judicatura, Consejo Nacional Electoral, Contraloría General del Estado, Corte Constitucional, Defensoría del Pueblo, Defensoría Pública, Fiscalía General del Estado, Superintendencia de Bancos y Seguros, Superintendencia de Control del Poder de Mercado, Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, Superintendencia de Telecomunicaciones, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Instituto Nacional de Pre inversión, Presidencia y Secretaria General de la Administración Pública, Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, Secretaria Técnica de Cooperación Internacional, Secretaria Técnica del Mar, Sistema Nacional de Bibliotecas, Vicepresidencia de la República, Universidades.

Fuente y elaboración: Senplades, 2013g; INP, 2013; Ministerio de Finanzas, 2013a.

La mayor inversión en sectores productivos y en desarrollo de talento humano generará capacidades en la economía nacional para producir e innovar de manera renovada. Esta generación de nueva riqueza aumentará las capacidades productivas de la República del Ecuador y fomentará el crecimiento económico.

Puntualmente, la inversión del sector público no financiero en términos nominales crece de USD 40.515 millones en el periodo 2008-2012, a una inversión proyectada de USD 73.225 millones para el periodo 2013-2017. Esto representa, en términos de la economía,

una variación del 11,5% al 14,4% del PIB. La inversión destinada al Estado central se duplica, pasando de USD 24.330 millones, entre 2008 a 2012, a USD 47.612 millones entre 2013 y 2017.

En la Figura 15, se encuentra el Plan plurianual de inversión a nivel de gabinete sectorial. En el acumulado plurianual, el sector con mayores recursos programados es el de producción, empleo y competitividad, con un total de USD 12 980 millones, con lo cual se vislumbra la decisión del Gobierno para el periodo 2013–2017 de afianzar el cambio de matriz productiva y consolidar la nueva matriz energética, aspecto que queda reflejado en el segundo sector con mayores recursos proyectados con cerca de USD 12 203 millones. En el tercer lugar está talento humano, lo cual se explica debido a que en este sector se encuentra el proyecto “Nueva infraestructura educativa”, del Ministerio de Educación, cuyo monto total en el presente Plan es de casi USD 6 000 millones para los cinco años programados para su ejecución.

**Figura 15. Plan plurianual de inversión por gabinete sectorial (2013-2017)**

En millones de USD

| Gabinete sectorial                  | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         | 2017         | 2013-2017     |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Desarrollo social                   | 1 998        | 1 563        | 1 406        | 1 158        | 859          | 6 984         |
| Política económica                  | 20           | 5            | 3            | 6            | 9            | 43            |
| Producción, empleo y competitividad | 2 284        | 2 086        | 2 668        | 2 952        | 2 990        | 12 980        |
| Sectores estratégicos               | 2 778        | 3 120        | 2 177        | 2 045        | 2 083        | 12 203        |
| Seguridad                           | 745          | 1 264        | 856          | 735          | 929          | 4 529         |
| Conocimiento y talento humano       | 1 095        | 1 064        | 1 659        | 2 153        | 2 275        | 8 246         |
| Otras funciones del Estado          | 178          | 475          | 163          | 93           | 58           | 967           |
| Otras instituciones del ejecutivo   | 407          | 281          | 237          | 304          | 431          | 1 660         |
| <b>Total general</b>                | <b>9 505</b> | <b>9 858</b> | <b>9 169</b> | <b>9 446</b> | <b>9 634</b> | <b>47 612</b> |

Nota: Desde 2014 en adelante, los valores presentados son indicativos.

Fuente y elaboración: Senplades 2013

La Figura 16 muestra la planificación plurianual de la inversión pública a nivel de tipología, es decir, la caracterización del destino cualitativo de la inversión pública. Esta clasificación en tipologías permite conocer cuáles son los grandes rubros hacia los que se estima se dedicará dicha inversión.

**Figura 16. Plan plurianual de inversión por tipología (2013-2017)**

En millones de USD

| Tipología                     | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         | 2017         | 2013-2017     |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Equipamiento                  | 349          | 250          | 206          | 517          | 536          | 1 858         |
| Estudios                      | 410          | 195          | 178          | 140          | 109          | 1 032         |
| Fortalecimiento institucional | 78           | 617          | 598          | 603          | 582          | 2 478         |
| Infraestructura               | 5 983        | 5 853        | 5 812        | 6 085        | 6 518        | 30 251        |
| Infraestructura institucional | 1 130        | 860          | 462          | 452          | 545          | 3 449         |
| Servicios                     | 1 555        | 2 083        | 1 914        | 1 648        | 1 344        | 8 544         |
| <b>Total general</b>          | <b>9 505</b> | <b>9 858</b> | <b>9 170</b> | <b>9 445</b> | <b>9 634</b> | <b>47 612</b> |

Nota: Desde 2014 en adelante, los valores presentados son indicativos.

Fuente y elaboración: Senplades 2013

El 64% de la inversión se ha proyectado que se destinará a infraestructura, debido a que constituye una “herramienta de alto impacto en la reducción de la pobreza y el logro del desarrollo económico sostenido” (Perrotti et al, 2011). El mismo estudio afirma que a nivel general, “en América Latina y el Caribe, los últimos años han mostrado una disminución en las inversiones destinadas con este fin, lo que ocasionó un distanciamiento entre los requerimientos de infraestructura y la provisión efectiva de la misma” (Perrotti et al, 2011) por ello en la República del Ecuador se está rompiendo con esta herencia neoliberal y se está invirtiendo, pensando en el futuro, siguiendo el consejo cepalino que afirma que “las economías requieren redes de infraestructuras de comunicaciones, energía o transporte bien desarrolladas, para expandir su mercado interno y competir internacionalmente” (Ramírez, 2012)

En la Figura 17, se ha realizado el ejercicio de cruzar las cifras obtenidas a nivel de gabinete sectorial, con las diferentes tipologías de inversión. Los mayores montos se encuentran en la tipología de infraestructura, con USD 6.927 millones para talento humano, USD 6 888 millones para sectores estratégicos y USD 5 086 millones para desarrollo social.

**Figura 17. Plan plurianual de inversión acumulado por consejo sectorial y tipología (2013-2017)**

En millones de USD

| Gabinete sectorial                  | Equipamiento | Estudios     | Fortalecimiento institucional | Infraestructura | Infraestructura institucional | Servicios     | Total general |
|-------------------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| Desarrollo social                   | 20           | 123          | 5                             | 5 086           | 1 092                         | 3 312         | 9 638         |
| Política económica                  | 1            | 0            | 0                             | 3               | 90                            | 7             | 101           |
| Producción, empleo y competitividad | 13           | 723          | 4                             | 3 287           | 684                           | 3 325         | 8 035         |
| Sectores estratégicos               | 1 260        | 699          | 261                           | 6 888           | 749                           | 997           | 10 854        |
| Seguridad                           | 105          | 84           | 16                            | 3 056           | 907                           | 577           | 4 745         |
| Conocimiento y talento humano       | 0            | 41           | 0                             | 6 927           | 586                           | 2 438         | 9 993         |
| Otras funciones del Estado          | 81           | 6            | 26                            | 0               | 1 853                         | 106           | 2 073         |
| Otras instituciones del ejecutivo   | 16           | 103          | 8                             | 1 199           | 256                           | 592           | 2 174         |
| <b>Total general</b>                | <b>1 496</b> | <b>1 778</b> | <b>320</b>                    | <b>26 446</b>   | <b>6 218</b>                  | <b>11 354</b> | <b>47 612</b> |

Nota: Desde 2014 en adelante, los valores presentados son indicativos.

Fuente y elaboración: Senplades 2013

Finalmente, en la Figura 18, se presenta un recuento de los proyectos en etapa de estudio de pre inversión y los montos estimados de la inversión efectiva de estos, a nivel de sectores. Los sectores que contarán con más impulso en recursos son el productivo, con cerca de USD 3.027 millones, le sigue el sector transporte con cerca de USD 1.651 millones, el tercero es electricidad y energía renovable con USD 1.150 millones; **y en cuarto lugar el sector del AGUA con USD 420 millones aproximadamente.**

**Figura 18. Plan plurianual de inversión por sectores de pre inversión (2013-2017)**

En millones de USD

| Sector                           | 2013       | 2014       | 2015        | 2016        | 2017        | Total inversión |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| Agua                             | 25         | 105        | 105         | 105         | 80          | 420             |
| Electricidad y energía renovable | 114        | 247        | 272         | 272         | 245         | 1 150           |
| Investigación                    | -          | 45         | 45          | 45          | 45          | 180             |
| Productivo                       | -          | 162        | 755         | 1 055       | 1 055       | 3 027           |
| Telecomunicaciones               | -          | 1          | 1           | 1           | -           | 2               |
| Transporte                       | 46         | 147        | 486         | 486         | 486         | 1 651           |
| <b>Total general</b>             | <b>185</b> | <b>706</b> | <b>1663</b> | <b>1963</b> | <b>1911</b> | <b>6428</b>     |

Nota: En esta figura están considerados proyectos multipropósito, hidroeléctricos, geotérmicos, eólicos, Metro de Quito, Tranvía de Cuenca, Sistema ferroviario de carga, planta de urea, planta siderúrgica, metalúrgica (proyecto planta de titanio), planta de cobre, astillero y proyecto para la ciudad del conocimiento.

Desde 2014 en adelante, los valores presentados son indicativos.

Fuente y elaboración: Senplades 2013

Los estudios de pre inversión, constituyen una herramienta de evaluación ex ante muy valiosa al momento de analizar la pertinencia e integridad del gasto, ayudando a ahorrar miles de millones de dólares a los países, antes de tomar una decisión de inversión considerable, en los que se debe considerar las brechas de complementariedad de los proyectos estratégicos del sector hídrico de riego, **justificando nuevamente la realización de esta tesis desde el punto de vista económico en la República del Ecuador, porque permitirá optimizar el aporte de los proyectos hídricos de riego al cambio de la matriz productiva del país, de manera sustentable, sin descartar su potencial utilización incluyendo las debidas particularidades en los demás proyectos estratégicos.**

Complementariamente, las metas de inversión referenciales en megaproyectos hídricos que tiene previsto ejecutar el gobierno ecuatoriano a través de la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA en el periodo 2012-2017, alcanzan 2.745,94 millones de dólares, a lo largo de las dos cuencas hidrográficas, **inversión que corre el riesgo de no alcanzar la sostenibilidad en caso de que no se disponga de una herramienta que permita monitorear el cumplimiento de umbrales en las actuaciones económicas, ambientales y sociales.**

**Por ello es necesario cuantificar estas intervenciones en base a la medición de las brechas generadas para proponer procesos de complementariedad para el desarrollo productivo que generalmente no se encuentran contemplados en los presupuestos iniciales; por lo que resulta compleja su financiación, corriendo el peligro de no realizarse o de implementarse únicamente con fines políticos, justificándose por lo tanto la presente tesis.**

## **2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Una cantidad importante de estudios han focalizado sus análisis en dimensiones ambientales y económicas de la sostenibilidad, no obstante son escasos los estudios respecto a la dimensión social y menos aún aplicados a los proyectos hídricos en construcción (Valdés et al., 2013). No obstante, hoy que el crecimiento económico ha demostrado que por sí solo no resuelve la pobreza, se considera importante tomar en cuenta el enfoque social en la concepción de cualquier proyecto, requiriendo desarrollar nuevos modelos y alternativas, habiéndose recientemente establecido criterios de la sostenibilidad social considerados como agrupaciones jerárquicas de elementos que determinan el impacto social que un proyecto ejerce sobre la sociedad, en el transcurso del desarrollo de su ciclo de vida (Labuschagne et al, 2005). En este sentido el Instituto Nacional de Ecología de México (2007) para concretar el enfoque del desarrollo sustentable propone tres principios operativos:

1. *“Expandir los procesos productivos y de consumo dependientes de recursos renovables, hasta una explotación de éstos consistente con su capacidad regenerativa.*
2. *Permitir la generación de residuos de los procesos de producción y consumo, incluyendo la contaminación, pero sólo hasta un nivel compatible con la capacidad de los ecosistemas para asimilarlos.*
3. *Mantener un balance en la utilización de los recursos no renovables y de sustitutos (que no reinen la capacidad renovable de asimilación del ambiente) dentro de la perspectiva transgeneracional”, en base a los cuales ha definido a la sustentabilidad social como:*

“Lograr condiciones de vida que permitan la superación de la pobreza, de acuerdo a los estándares aceptados nacionalmente, y de acuerdo a mínimos humanos adoptados globalmente.

Alcanzar los grados de equidad, en términos de ingreso y oportunidades de vida, así como la participación política y social compatibles con la superación de la pobreza.”

Concepto que en la presente tesis se hará énfasis para el cálculo de las brechas de sostenibilidad, justificándose desde la sostenibilidad social el desarrollo de la presente investigación.

En el caso concreto de la República del Ecuador el Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013-2017 es el tercer plan a escala nacional desde el 2007. Está nutrido de la experiencia de los dos planes anteriores y el gobierno ecuatoriano tiene la certeza de poder cumplirlo a cabalidad, motivado profundamente por la experiencia anterior y por la aprobación mayoritaria de la ciudadanía en las urnas, el 17 de febrero de 2013. “El Buen Vivir” se planifica, no se improvisa. El Buen Vivir es la forma de vida que permite la felicidad y la permanencia de la diversidad cultural y ambiental; es armonía, igualdad, equidad y solidaridad. No es buscar la opulencia ni el crecimiento económico infinito.” (SENPLADES 2013)

A continuación se comenta algunas de las frases textuales constantes en la Presentación del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (SENPLADES 2013), que nos introducen a comprender mejor el concepto del Buen Vivir, vista su importancia por el enfoque prioritario con el que se desarrollará la presente investigación.

La planificación del Buen Vivir, como línea rectora, es contraria a la improvisación, que genera enormes costos a una sociedad con escasez de recursos. “Si se sabe a dónde se quiere llegar, se llega más rápido, porque se sabrá cómo sortear los obstáculos que se presenten”. En la República del Ecuador se está utilizando la planificación del Buen Vivir para no duplicar esfuerzos y evitar el desperdicio de recursos.

Uno de los pilares actuales de la soberanía de la República del Ecuador es la defensa de los recursos naturales, a diferencia del pasado en donde las empresas transnacionales que operaban en el país se acostumbraron a llevar casi todas las ganancias, con la anuencia de los gobiernos de turno que así lo permitieron.

En base al principio del “ser humano sobre el capital”, ahora la prioridad es el pago de la deuda social y no de la deuda externa. Se están canalizando los recursos liberados hacia la inversión pública más importante de la historia: más escuelas, más hospitales, más carreteras. Estos derechos fueron consagrados en la Constitución de 2008 que, además, convirtió a la República del Ecuador en un referente, por ser el primer país en el planeta que reconoce los derechos de la naturaleza en su marco constitucional.

Con esta herramienta se analizan dimensiones como pobreza, educación, salud y nutrición, empleo, vivienda, seguridad social, activos productivos, tenencia de la tierra, violencia de género y uso de tiempo. El Atlas de Desigualdades constituye un monitor de las desigualdades. Este instrumento genera alertas en la administración pública para implementar las acciones correspondientes.

La inversión prioritaria se destina a la generación de capacidades y a la reducción de las brechas sociales y territoriales. Para reducir la vulnerabilidad estructural de términos de intercambio que la República del Ecuador comparte con América Latina, la inversión pública está dirigida a sembrar el petróleo y cosechar una matriz productiva para la sociedad del conocimiento. Con esto se quiere decir que se priorizan proyectos de inversión que hacen más eficiente la acción del Estado y proyectos en los sectores estratégicos altamente rentables, que hacen viable la sostenibilidad del sistema económico.

El PNBV es un conjunto de objetivos que expresan la voluntad de continuar con la transformación histórica de la República del Ecuador. Sus objetivos son: Consolidar el Estado democrático y la construcción del poder popular. Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial en la diversidad. Mejorar la calidad de vida de la población. Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía. Construir espacios de encuentro común y fortalecer la identidad nacional, las identidades diversas, la plurinacionalidad y la interculturalidad. Consolidar la transformación de la justicia y fortalecer la seguridad integral en estricto respeto a los derechos humanos. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad territorial y global. Consolidar el sistema económico social y solidario, de forma sostenible. Garantizar el trabajo digno en todas sus formas. Impulsar la transformación de la matriz productiva. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica. Garantizar la soberanía y la paz. Profundizar la inserción estratégica en el mundo y la integración latinoamericana.

La brecha en los ingresos por habitante entre los países del mundo, excepto China e India, medida a través del coeficiente de Gini, ha crecido de 0,51 en 1960 a 0,57 en 2000, para descender levemente a 0,55 en 2009 (Heston, Summers, and Aten 2012), por lo cual el PNBV contribuirá a detener el crecimiento de la pobreza en la República del Ecuador.

En definitiva, el Buen Vivir o Sumak Kawsay en lenguaje quichua es una idea movilizadora que ofrece alternativas a los problemas contemporáneos de la humanidad. El Buen Vivir construye sociedades solidarias, corresponsables y recíprocas que viven en armonía con la naturaleza, a partir de un cambio en las relaciones de poder.

Por otro lado, el Buen Vivir exige una métrica alterna que parta de una perspectiva integradora, multidimensional y holística; que supere los límites de la perspectiva tradicional de desarrollo integrando la dimensión ambiental y la necesidad de sustentabilidad, y otras dimensiones como la búsqueda de la felicidad y realización humana, la participación social y la multiculturalidad. Para ello, se plantean seis dimensiones básicas para la planificación, el seguimiento y la evaluación del proceso encaminado al Buen Vivir en la República del Ecuador:

1. *“Diversificación productiva y seguridad económica. La economía proporcionará un flujo de bienes y servicios que permitan la satisfacción sostenida y sustentable de las necesidades humanas de la población, con estabilidad y diversificación. En la actualidad, la diversificación productiva de la economía ecuatoriana es insuficiente; hay limitada participación de la manufactura en el producto nacional, y un reducido desarrollo del sector terciario. La economía es vulnerable a cambios en el contexto internacional (especialmente a precios de exportación) y escasamente sustentable. **(que adicionalmente justifica la tesis desde el punto de vista económico)***
2. *Acceso universal a bienes superiores. El acceso universal a salud, educación, trabajo digno, vivienda y hábitat, es una meta básica para la profundización de otras dimensiones del bienestar y la mejora en la calidad de la vida. El nivel de felicidad, más allá de la satisfacción de las necesidades fundamentales y mediante la ampliación del tiempo destinado a vivir en plenitud y a la provisión de bienes relacionales (amistad, amor, solidaridad, cohesión social), es un componente fundamental de la realización humana (René Ramírez 2012).*
3. *Equidad social. La satisfacción creciente de las necesidades humanas debe alcanzarse reduciendo sustancialmente los actuales niveles de inequidad socioeconómica, étnica, de género, regional y etaria.*
4. *Participación social. El cambio social debe llevarse simultáneamente con una creciente participación ciudadana en las decisiones relevantes para la colectividad y la profundización de la democracia.*
5. *Diversidad cultural. La forma de satisfacción de las necesidades humanas debe realizarse manteniendo y fortaleciendo la diversidad cultural y lingüística en el país.*
6. *Sustentabilidad. La actividad económica debe mantenerse dentro de los límites de la capacidad de soporte de los ecosistemas y, en particular, deben preservarse elementos básicos de la dotación de recursos naturales del país, como la biodiversidad, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y la captura de carbono.”*

**Por tanto se justifica socialmente la presente tesis porque aspira a promover la mitigación de las brechas no constructivas a través de encadenamientos asociativos productivos sostenibles, consistentes en la gestión participativa e integrada con el compromiso de la población local y ya no solamente dirigidos a los participantes sociales de base: familias y comunidades pequeñas, sino basados en una gestión conjunta y colaborativa, con el compromiso de la sociedad civil organizada, los diferentes sujetos institucionales, los gobiernos locales, así como de expertos técnicos y autoridades normativas, involucramiento que generará valor en la sociedad civil y en el país, y además porque incentivará el cambio de paradigmas de las nuevas generaciones para que se enfoquen en la participación de todos los interesados, asociando los intereses sociales, técnicos y políticos en un proceso de concertación pluralista y ya no sólo en un enfoque "popular" o de la "comunidad", con énfasis en la planificación participativa de abajo hacia arriba.**

Finalmente, al analizar las implicaciones de la presente tesis con el contenido del Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) se destaca la importancia que se da al tratamiento del sector hídrico dentro del PNBV, pues cuatro de los diez objetivos están relacionados directamente con el sector hídrico, constituyendo oportunidades y limitaciones a tomarse en cuenta en el desarrollo de la presente investigación para así aportar al cumplimiento de las metas para el periodo 2013-2017, justificándose por tanto plenamente el desarrollo de esta tesis. Para visualizar lo comentado se ha elaborado un resumen que se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Objetivos y Metas del PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2013-2017 relacionadas directamente con la investigación del Sector Hídrico

| <b>OBJETIVOS Y METAS DEL PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2013-2017<br/>RELACIONADAS DIRECTAMENTE CON LA INVESTIGACION SOBRE BRECHAS DE<br/>COMPLEMENTARIEDAD PARA LOS PROYECTOS ESTRATEGICOS DEL SECTOR<br/>HIDRICO EN EL ECUADOR</b> |   |
|--|---|
| <b>Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población</b>  | <b>Meta 3.8.</b> Reducir el porcentaje de hogares que viven en hacinamiento al 7,0% a nivel nacional y rural al 8,0%  |
|  | <b>Meta 3.10.</b> Alcanzar el 95,0% de viviendas en el área rural con sistema adecuado de eliminación de excretas   |
|  | <b>Meta 3.11.</b> Alcanzar el 95,0% de viviendas con acceso a red pública de agua   |
| <b>Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global</b>  | <b>Meta 7.1.</b> Aumentar la proporción del territorio continental bajo conservación o manejo ambiental al 35,9%  |
|  | <b>Meta 7.3.</b> Aumentar la superficie de restauración forestal acumulada a 300 000 hectáreas  |
| <b>Objetivo 9. Garantizar el trabajo digno en todas sus formas</b>   | <b>Meta 9.1.</b> Alcanzar el 55,0% de la PEA con ocupación plena  |
|  | <b>Meta 9.2.</b> Disminuir el subempleo de la PEA al 40,0%  |
|  | <b>Meta 9.4.</b> Reducir la informalidad laboral al 42,0%   |
|  | <b>Meta 9.6.</b> Alcanzar el 21,0% de trabajadores capacitados  |
|  | <b>Meta 9.7.</b> Aumentar la PEA afiliada a la seguridad social contributiva al 60,0%, y a nivel rural al 50,0%   |
| <b>Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva</b>   | <b>Meta 10.1.</b> Incrementar la participación de exportaciones de productos con intensidad tecnológica alta, media, baja y basado en recursos naturales al 50,0% |
|  | <b>Meta 10.2.</b> Reducir las importaciones no petroleras de bienes primarios y basados en recursos naturales en un 40,5%   |
|  | <b>Meta 10.5.</b> Disminuir la concentración de la superficie regada a 60 veces   |
|  | <b>Meta 10.6.</b> Reducir la intermediación de productos de pequeños y medianos productores en 33,0%  |
|  | <b>Meta10.7.</b> Revertir la tendencia en la participación de las importaciones en el consumo de alimentos agrícolas y cárnicos y alcanzar el 5,0%                |

Fuente: Elaboración propia en base a PNBV (SENPLADES, 2013)

### 2.3 JUSTIFICACIÓN MEDIOAMBIENTAL

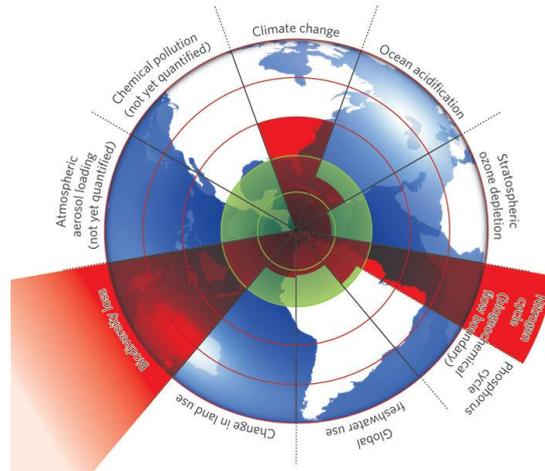
Aunque la Tierra ha experimentado muchos períodos de cambio ambiental significativo, el medio ambiente del planeta ha permanecido inusualmente estable durante los últimos 10.000 años (e.g. Dansgaard et al., 1993, Rioual et al., 2001). Este período de

estabilidad, conocido por los geólogos como el Holoceno, ha visto surgir, desarrollar y prosperar varias civilizaciones. Sin embargo esta estabilidad puede ahora estar en peligro.

Crutzen (2002) incluso señala que a partir de la Revolución Industrial ha surgido una nueva era, el Antropoceno a la que estamos entrando, una era geológica en la que nuestras actividades están amenazando la capacidad de la Tierra para autorregularse, en el que las acciones humanas se han convertido en el principal motor del cambio ambiental global (Steffen et al., 2007) empujando al planeta fuera del estado del medio ambiente estable del Holoceno, con consecuencias perjudiciales e incluso catastróficas para la gran mayoría de la humanidad. Durante el Holoceno se produjo el cambio del medio ambiente natural y la capacidad de regulación de la Tierra para mantener las condiciones que permitieron el desarrollo humano; temperaturas regulares, disponibilidad de agua dulce y los flujos biogeoquímicos se quedaron dentro de un rango relativamente aceptable. Ahora, en gran parte debido a una dependencia creciente de los combustibles fósiles y las formas industrializadas de la agricultura, las actividades humanas han llegado a un nivel que puede dañar los sistemas que mantienen a la Tierra en el estado del Holoceno deseable. El resultado podría ser irreversible y, en algunos casos, el cambio ambiental abrupto llevaría a un estado menos propicio para el desarrollo humano.(Steffen et al. 2006). La empresa humana en expansión podría socavar la capacidad de recuperación del estado del Holoceno, que de lo contrario hubiera continuado durante miles de años en el futuro (Berger et al., 2002) basado en un marco de límites planetarios.

El sistema de la Tierra no puede funcionar en un estado estable, el estado en el que las civilizaciones humanas han prosperado (Rockstrom et al., 2009). Estos autores, como ya se ha comentado, identificaron 9 posibles umbrales biofísicos del planeta y propusieron 11 límites que deben respetarse a fin de reducir el riesgo de cruzar estos umbrales que podría tener consecuencias desastrosas para la humanidad. En esta cuantificación encontraron que la humanidad pronto podría estar acercándose a los límites para el consumo mundial de agua dulce, el cambio de uso del suelo, la acidificación de los océanos y la interferencia con el ciclo de fósforo global, como se representa en la Figura 19.

**Figura 19. Más allá del límite**



Fuente: (Rockstrom et al. 2009). El sombreado verde interior representa el espacio operativo seguro propuesto por nueve sistemas planetarios. Las cuñas rojas representan una estimación de la posición actual de cada variable. Los límites en tres sistemas (tasa de pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la interferencia humana en el ciclo del nitrógeno), ya se han superado

La investigación concluye que tres de los procesos del sistema terrestre: el cambio climático, la tasa de pérdida de biodiversidad y la entrada de nitrógeno a la biosfera, ya han transgredido sus límites. Para estos dos últimos, las variables de control son la tasa de pérdida de especies y la velocidad a la que el  $N_2$  se elimina de la atmósfera y se convierte en nitrógeno reactivo para uso humano, respectivamente. Estos límites no pueden continuar transgrediéndose sin erosionar significativamente la resistencia de los principales componentes de funcionamiento del sistema terrestre y hacen hincapié en que los límites están fuertemente conectados, pues el cruzar una frontera puede amenazar seriamente la capacidad de mantenerse dentro de los niveles de seguridad a los demás componentes.

Transgredir estos límites incrementará el riesgo de cambio irreversible del clima, por lo que no deben considerarse como hechos aislados la pérdida de grandes capas de hielo marino del verano en el Océano Ártico, el derretimiento de casi todos los glaciares de montaña en todo el mundo, la elevación acelerada del nivel del mar en los últimos 10-15 años y cambios abruptos en los sistemas agrícolas y forestales (Schellnhuber 2001).

Los procesos humanos, principalmente la fabricación de fertilizantes para la producción de alimentos y el cultivo de legumbres, convierten alrededor de 120 millones de

toneladas de N<sub>2</sub> de la atmósfera al año en formas reactivas, que es más que los efectos combinados de los procesos terrestres toda la Tierra. Gran parte de este nuevo nitrógeno reactivo contaminante termina en el medio ambiente, las vías fluviales y las zonas costeras, acumulando los sistemas terrestres y adicionando una serie de gases a la atmósfera que erosionan lentamente la resistencia de los subsistemas terrestres importantes.(Zillen, et.al, 2008).

Finalmente, Rockstrom y su equipo de trabajo (2009) consideran que las evidencias hasta ahora sugieren que siempre y cuando los umbrales no se crucen, la humanidad tiene la libertad de buscar el desarrollo social y económico a largo plazo; por tanto, desarrollar proyectos estratégicos de riego sostenibles que transiten en esta zona de seguridad y aporten a no transgredir los límites planetarios, es uno de los retos a los que se pretende hacer frente en la presente tesis.

Como comentario final, para complementar la justificación ambiental y social de la presente tesis, se refieren a continuación los requisitos mínimos para alcanzar un desarrollo sostenible conforme el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas por sus siglas en inglés (DPNU):

1. Eliminación de la pobreza
2. Reducción del crecimiento de la población
3. Distribución más equitativa de los recursos
4. Personas más sanas, con un más alto nivel escolar y mejor capacitado
5. Un gobierno descentralizado y más participativo
6. Sistemas comerciales más equitativos y liberales dentro de cada país y entre ellos que incluyan entre otros aspectos un aumento de la producción para el consumo local
7. Un mejor conocimiento de la diversidad de los ecosistemas, soluciones adaptadas localmente para resolver los problemas ambientales y una vigilancia más estricta del efecto que tienen en el ambiente las actividades relacionadas con el desarrollo.

Cuyo cumplimiento ha sido tradicionalmente descuidado o atendido indirecta y aisladamente, conforme lo mencionan Labuschagne and Brent (2005) que desde su punto de vista los marcos de referencia de gestión de proyectos no manejan adecuadamente los tres componentes fundamentales del desarrollo sostenible: equidad social, eficiencia económica y compatibilidad medioambiental. Complementariamente, entender claramente los diversos ciclos de vida involucrados en un proyecto y sus respectivas interacciones

constituye un pre-requisito para poder alinear los marcos de gestión de proyectos con el desarrollo sostenible, siendo necesario el establecimiento de una metodología que permita controlar el cumplimiento de estos “requisitos mínimos”, para lo cual la medición longitudinal de las brechas de complementariedad no constructivas de los proyectos estratégicos hídricos de riego contribuirá a la verificación del cumplimiento de estos objetivos.

**En el caso concreto de la República del Ecuador, la serie de problemas ambientales de las cuencas hidrográficas y de los proyectos hídricos de riego detectados y descritos en el primer capítulo de esta tesis y resumidos en las Tabla 4 y Tabla 5 podrán ser cuantificados a través la medición de las brechas de complementariedad de los proyectos estratégicos hídricos de riego, permitiendo a las autoridades ambientales del país implementar planes de mitigación específicos y realizar el seguimiento y control de la sostenibilidad alcanzada, justificándose ambientalmente la presente tesis.**

## CAPITULO III ESTADO DEL ARTE



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

## CAPITULO 3. ESTADO DEL ARTE

### 3.1 POLÍTICA Y GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA

El Presidente de los Estados Unidos, Barack Obama en su "Memorando-Ciencia" del 2009 declaró: "La ciencia y el proceso científico deben informar y guiar las decisiones de mi Administración en una amplia gama de temas, incluyendo la mejora de la salud pública, la protección del medio ambiente, una mayor eficiencia en el uso de energía y otros recursos, la mitigación de la amenaza del cambio climático y la protección de la seguridad nacional ". La formulación de políticas en efecto depende cada vez más del conocimiento científico (Dilling et al., 2011). Claros hallazgos sin embargo demuestran que la aplicación científica directamente a la decisión práctica y a la formulación de políticas es a menudo una tarea problemática; mientras que los científicos con frecuencia se quejan de que los políticos hacen caso omiso de los resultados de sus investigaciones, los políticos por su parte se quejan de la incapacidad de la ciencia para encontrar soluciones a los problemas (e.g. Weingart, 1999; Stokes, 1997; Pielke, 2007; Böcher, 2008; Birkland, 2014). De hecho, sería más exacto hablar de una brecha entre ciencia y política que de una interfaz científico-política (e.g. Faber, 2008; Roux et al., 2006; Sebek, 1983; Hammond et al., 1983). En este contexto la introducción de la sostenibilidad supone dos retos adicionales:

1. La norma abstracta de la sostenibilidad - inter y transgeneracional de la justicia - (WCED - World Commission for Environment and Development, 1987) es muy general y se refiere a la estabilidad y prosperidad de los sistemas económicos, sociales y naturales intrincadamente enlazados. De este modo los problemas de sostenibilidad son excepcionalmente complejos (e.g. Illge et al., 2009; Klauer, 1999).
2. La sostenibilidad tiene que ver con el desarrollo a largo plazo de los sistemas económicos, sociales y naturales relacionados entre sí (Baumgärtner et al., 2010). Hacer frente a la dinámica de largo plazo es una tarea excepcionalmente difícil, tanto en la ciencia como en la toma práctica de decisiones (e.g. Kates et al., 2001; Faber et al., 1995).

Estos dos desafíos exacerban la brecha entre ciencia y política con respecto a lograr la sostenibilidad e indican la necesidad especial de tener conceptos que sean capaces de informar a la política la dinámica de largo plazo (Faber, 2008).

Al explorar la noción de Kant et al. (2000) sobre la "capacidad de juicio", se muestra que la brecha entre ciencia y política no es ni casual ni simplemente una materia inadecuada de la ciencia. El hecho apunta a una ausencia de una epistemología adecuada en poner a

tierra la transdisciplinariedad (e.g. Spash, 2012; Mittelstrass, 2000). El poder de la sentencia se refiere a la capacidad humana de aplicar reglas generales a situaciones específicas, tal como aplica un juez las leyes generales a casos individuales. Es precisamente esta capacidad la que el tomador de decisiones necesita (junto con el acceso a la información) con el fin de llegar a decisiones bien equilibradas.

Para hacer frente a la cuestión del tiempo en la política de sostenibilidad, se han introducido tres nociones de tiempo: "Cronos", "Kairos" y "Tiempo inherente", donde Cronos significa tiempo abstracto general o periodo determinado, Kairos es un concepto de la filosofía griega que representa un lapso indeterminado en que algo importante sucede, es decir es un momento adecuado u oportuno, mientras que el Tiempo Inherente es el lapso de tiempo en torno al espacio. La principal diferencia es que mientras Kairos es de naturaleza cualitativa, Cronos es cuantitativo. Se puede notar que las dos últimas son particularmente útiles en la política. Para hacer "Kairos" y "Tiempo inherente" útiles en la teoría y en la práctica, se debe utilizar la noción de stocks procedente del capital de la teoría económica (Georgescu-Roegen, 1986). Las stocks son objetos duraderos (Faber et al., 2005). En cuanto a la variedad de stocks que son relevantes para el problema en cuestión se debe proporcionar a los responsables de toma de decisiones un acceso fácil y directo a la información sobre el futuro. Se debe distinguir entre los stocks materiales e inmateriales y centrar los esfuerzos en el análisis de los stocks inmateriales en instituciones duraderas. Finalmente, la unión de estos diferentes conceptos: la capacidad de juicio, las tres nociones de tiempo, y los stocks son de utilidad para construir un marco para el análisis heurístico a los problemas de reducir las brechas de la sostenibilidad existentes entre la ciencia y la política (Klauer et al, 2013).

Dentro de las deficiencias detectadas en las políticas para el agua, la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO (2007) indica que el sector del agua debería ser el eje de las políticas ambientales y armonizar las prioridades de los diversos sectores (agricultura, irrigación, silvicultura, etc.); sin embargo, aun cuando existen directrices para la gestión integrada del agua superficial, subterránea y costera, los distintos e importantes elementos de los sistemas de cuencas se siguen tratando como unidades independientes, como ocurre a menudo en el caso de los bosques de montaña. Los nexos entre río arriba y río abajo no se tienen plenamente en cuenta. Los gobiernos nacionales deberían aplicar una perspectiva de cuenca hidrográfica en el examen y armonización de todas sus políticas sectoriales que repercuten en el uso del agua: suministro de agua para uso doméstico, medio ambiente, agricultura, silvicultura, industria, planificación del territorio, etc.

La compartimentación en la gestión del agua es particularmente frecuente en el África subsahariana. A fines del decenio de 1990, casi todos los países africanos elaboraron nuevas políticas para el agua que definen las funciones de las partes interesadas en la gestión integrada del agua, y crean nuevas instituciones de gestión. Los derechos del agua y las reservas ecológicas adquieren poco a poco mayor reconocimiento, y en algunos lugares se utilizan plataformas de negociación para el uso y la gestión compartidos de los recursos. Pero casi en ningún país se han aplicado por completo estas políticas, debido a falta de recursos financieros y humanos, y de participación local. *“Los nexos entre la gestión de cuencas y las políticas para el agua tienden a ser limitados y locales, pero las políticas eficaces para el agua exigen intervenciones multisectoriales nacionales y transnacionales.”* (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO 2007)

Varios gobiernos nacionales han venido estableciendo programas con el fin de cumplir con los objetivos planteados a raíz de la Cumbre de Río de Janeiro en junio de 1992 que culminó con la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Programa 21 (Summit, 1992), y más recientemente con las declaraciones de la cumbre de Río +20 de junio de 2012 y la cumbre de París COP 21 de diciembre del 2015. Acorde a estas hojas de ruta la República del Ecuador se encuentra adaptando su marco regulatorio habiendo promulgado, entre otras, la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014) que pretende regular responsablemente el uso y aprovechamiento del medio ambiente de los proyectos hídricos.

A pesar de esta nueva corriente, en la práctica los diseñadores de proyectos se han basado tradicionalmente en las experiencias del pasado y su intuición en la toma de decisiones sobre las nuevas configuraciones de diseño del proyecto (Zucchella et al., 2014), esto se debe a la falta de metodología y técnicas para la evaluación de la sostenibilidad como parte de la entrega de infraestructuras (especialmente durante el diseño y construcción). Tales decisiones a menudo se han basado en sus modelos mentales de los proyectos anteriores, algunos de los cuales han sido diseñados con muy poca o ninguna atención a las cuestiones de sostenibilidad. Este enfoque se conoce como diseño de base metafórica (Ugwu et al., 2006). Aunque tales diseños de base metafórica ofrecen soluciones rápidas y fáciles, ya que las decisiones se basan simplemente en las alternativas probadas que han funcionado en el pasado, no necesariamente representan la solución más sostenible y se han ido quedando cortos al observar cómo paralelamente el concepto de desarrollo sostenible ha ido ganando cada vez mayor popularidad en los proyectos de toda índole, conforme lo menciona la Comisión Mundial de Desarrollo del Medioambiente (WCED) por sus siglas en inglés: World Commission on Environment Development (1987).

No obstante, (Cabrera, et al., 2003) hacen hincapié en el decálogo de la Directiva Marco del Agua (DMA) y proponen 10 claves para una política sostenible del agua:

1. Participación ciudadana. Análisis globales, soluciones locales.
2. Ética del agua. Transparencia en la gestión. Gestión sostenible del recurso.
3. Políticas de consenso: del Conflicto a la Colaboración Potencial.
4. Gestión integral del agua. Estricto control del recurso y del gasto.
5. Economía del agua. Recuperación completa de los costes de su uso.
6. Gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas.
7. Minimización de los riesgos derivados de acontecimientos extremos (sequías y avenidas).
8. Riguroso control de la contaminación.
9. Gestión de la demanda como contrapeso indispensable a la gestión de la oferta.
10. Reforma de la Administración, única respuesta eficaz a los retos que el siglo XXI.

Por otra parte, la funcionalidad del enfoque de los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) por sus siglas en inglés: Key Performance Indicators, se ha convertido en una de las herramientas más populares y valiosas entre la literatura registrada en relación con la medición del nivel de sostenibilidad de los proyectos (Kyllili et al., 2016). De la revisión realizada por la CEPAL (2001) en la literatura científica sobre indicadores de sostenibilidad se constata la abundancia en el desarrollo de indicadores de sostenibilidad de escala o cobertura nacional a cargo de los gobiernos centrales, al tiempo que se menciona que organizaciones de la sociedad civil y delegaciones gubernamentales han estado desarrollando indicadores de sostenibilidad que dan cuenta de fenómenos locales (ciudades), territoriales (cuenca, bahías), temáticos (biodiversidad, aguas) o bien sectoriales (energía, transporte, agricultura). Sin embargo, el proceso de traducción de los objetivos de sostenibilidad estratégica nacionales en medidas concretas a nivel micro (es decir, para proyectos específicos) aún sigue siendo una tarea difícil (CEPAL 2001), debido a la inadecuada comprensión de las interacciones e impactos acumulativos de los diferentes indicadores de sostenibilidad de subnivel que agravan aún más la dificultad en la evaluación de sostenibilidad de los diseños. Así, aunque cada vez hay más conciencia de la necesidad de diseñar y construir para la sostenibilidad, el verdadero reto está en la consecución de

estos objetivos en el nivel micro. De ahí que la existencia de una gran variedad de sectores, no solamente el del agua o en los que se construyen proyectos estratégicos, también conocidos como emblemáticos (petróleo, minas, telecomunicaciones y electricidad), representa una gran oportunidad para aplicar los criterios de sostenibilidad y de este modo reducir los impactos sobre el medio ambiente, proporcionando un estado de igualdad, confort y calidad de vida social y económica sin deteriorar la capacidad de los ecosistemas.

Labuschagne et al.(2005) plantean que el desarrollo sostenible está constituido por tres componentes fundamentales: equidad social, eficiencia económica y compatibilidad medioambiental. Según su punto de vista, los marcos de referencia de gestión de proyectos no manejan adecuadamente estos tres componentes. Entender claramente los diversos ciclos de vida involucrados en un proyecto y sus respectivas interacciones constituye un prerrequisito para poder alinear los marcos de gestión de proyectos con el desarrollo en sostenibilidad.

Partiendo del concepto de desarrollo sustentable que implica “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el derecho de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Dourojeanni 1994), en el caso particular del agua, esto implica que se utilice el recurso en la actualidad de modo tal que pueda ser aprovechado con buena calidad y en cantidad suficiente por nuestros hijos y nietos. Para lograrlo, es necesaria la solidaridad y cooperación de todos los actores que están involucrados, con distinto grado de participación y de responsabilidad, en la gestión del agua (Ruiz de Galarreta et al., 2013). En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas declaró 2013 como el Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua. El 22 de marzo de 2013, con motivo de conmemorarse el Día Internacional del Agua, la Directora General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) afirmó que la cooperación *“es esencial para preservar nuestros ecosistemas, erradicar la pobreza y progresar hacia la equidad social, incluida la igualdad entre hombres y mujeres”*. Además, destacó que *“la cooperación en la esfera del agua no es una cuestión de índole técnica o científica: tiene que ver con la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente, con sentar las bases para un desarrollo sostenible y una paz duradera”*.

Para gestionar eficientemente la sostenibilidad se establecen algunos principios. Los principios pueden considerarse como directrices para el comportamiento humano y la actividad sobre la tierra (Zucchella, 2014). Bajo este contexto Zucchella (2014) define a la **sostenibilidad como un principio** o una manera de gestionar las actividades económicas

mediante la integración de criterios sociales y ecológicos en una perspectiva a largo plazo. En el sector del agua se han desarrollado y hasta ahora aceptado varios principios, basados en debates que partían de la premisa de que era imposible determinar con precisión la capacidad del medio ambiente para absorber el impacto de la actividad humana, a la vez que revelaban que la ciencia no siempre estaba en capacidad de brindar conclusiones definitivas y firmes que sean necesarias para proteger el medio ambiente eficientemente (González-Laxe 2005); llegando al consenso de que los tres principios de la sostenibilidad más tradicionales en la industria del agua son: **el de precaución, el que contamina paga y el principio de cooperación** (Grambow et al. 2012). El principio de precaución se basa en la declaración de riesgos y permite una intervención rápida y la acción del gobierno con el fin de proteger el medio ambiente o el recurso del agua (e.g. González-Laxe, 2005; Santillo, 2007). Con la ayuda del principio de quien contamina paga los costes externos pueden ser internalizados (Tobey et al., 1996). El principio de cooperación permite una participación de los interesados para fijar niveles y normas compartidas. En las últimas dos décadas con la creciente conciencia de protección del medio ambiente y del desarrollo sostenible, algunos nuevos principios de sostenibilidad han venido cristalizándose (e.g. Grambow et al., 2012, Kahlenborn et al., 2013). Actualmente se discuten 12 principios sostenibles aplicados al sector hídrico que se detallan en la Tabla 8.

**Tabla 8. Principios de la sostenibilidad aplicados al sector hídrico**

|    | <b>Principio</b>   | <b>Explicación</b>  |
|----|--|---|
| 1  | Intergeneracional y principio de justicia                | Principio ético básico de cuidar de los descendientes y la indemnización de las personas que viven.   |
| 2  | Principio de precaución y el principio de reversibilidad | De acuerdo con la ética ambiental anticipativa la evaluación de riesgos es necesaria. Límites y valores tan bajos como sea posible a fin de minimizar los riesgos. Medidas reversibles. |
| 3  | Principio de iteración y principio de la dinámica        | Importante para la internalización de los costes. Instrumento económico, en el mejor caso autorregulación.  |
| 4  | Principio de Integración                                 | Integración de las preocupaciones triádicas, así como cuestiones sectoriales, locales y temporales.   |
| 5  | Principio de Regionalidad y principio de subsidiariedad  | Ciclos regionales de recursos que son generalmente sostenibles, en particular agro-industrial y sector del agua, soluciones regionales.   |
| 6  | Principio de solidaridad                                 | Complementa el principio regionalidad aguas arriba-aguas abajo, respecto a la compensación de agua entre las cuencas hidrográficas.   |
| 7  | Principio de cooperación y participación                 | Enfoque fundamental: la participación de las partes interesadas o la participación en el sentido de Buen Gobierno.  |
| 8  | Principio de iteración y principio de dinámica           | Decisiones relacionadas con la sostenibilidad deben ser revisados y monitoreados durante la planificación y luego continuamente.  |
| 9  | Principio de Transparencia                               | Sólo la transparencia y la participación permiten el monitoreo y avance como iteración , así como el seguro de la calidad.  |
| 10 | Principio de Eficiencia y Consistencia                   | Evitar emisiones a la derecha en la fuente, sin el uso de sustancias críticas, uso eficiente, ahorro de agua y energía, limpieza integral, el uso de materiales ecológicos.             |
| 11 | Principio de suficiencia y sustitución                   | La austeridad y la auto-restricción. Sustitución por recursos y materiales sostenibles.   |
| 12 | Principio de Resiliencia                                 | El mantenimiento de la estabilidad de los sistemas, optimizar y dirigir los despidos o las distancias de seguridad a condiciones críticas   |

Fuente: Adaptada en base a Grambow (2012)

Custodio (1976), prestigioso hidrólogo español, afirmaba con mucha anterioridad que para gestionar el agua subterránea se requiere de normas específicas, medios económicos, coordinación por parte de una autoridad, y fundamentalmente de metas claras apoyadas en conocimientos sólidos, acompañados por la aceptación social que derivará de la disponibilidad y accesibilidad de información fiable. Esta visión fue compartida posteriormente por Klink (1994), economista español especializado en ecología, quien afirma que *“la gestión del agua no es exclusivamente un problema de carácter ingenieril o técnico, sino de política social. El conocimiento científico juega un papel clave en dicha gestión”*.

Acorde a estos postulados, hoy en día existe un modo de abordar las problemáticas hidrológicas que se denomina Gestión Integrada de los Recursos Hídricos identificado con las siglas GIRH. Este enfoque plantea un tratamiento de las cuestiones hidrológicas de una manera integradora (Lillo et al., 2005). La definición hoy más aceptada de la GIRH es la proporcionada por la Asociación Mundial para el Agua (GWP) por sus siglas en inglés: Global Water Partnership: *“La GIRH es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.”*

De acuerdo a lo expuesto por Ruiz de Galarreta (2013), todos tienen un rol en la GIRH: por un lado, los usuarios del recurso que deben evitar su derroche y prevenir su contaminación y, por otro lado, las autoridades que deben impulsar la generación de políticas tendientes a la sustentabilidad del agua. Asimismo, exhorta para que los investigadores pertenecientes a las Universidades Nacionales asuman la responsabilidad de cooperar desde su rol como generadores de conocimiento sobre la temática, debiendo colaborar para que los resultados de las investigaciones científicas sean prácticamente transferidos y utilizados en la elaboración de políticas para abordar las problemáticas hídricas y su vinculación con los demás componentes ambientales. Este autor finaliza diciendo que el manejo sustentable del agua es un desafío en el que se requiere la participación efectiva de la sociedad y del Estado en sus distintos niveles para tomar decisiones bajo una visión compartida y así lograr equidad en el uso del recurso hídrico, reconociendo que no es una tarea fácil, porque implica cambios en nuestras acciones cotidianas y en la gobernabilidad del agua, pero las acciones deberían encaminarse hacia ese objetivo.

Por otro lado, tradicionalmente el agua ha desempeñado un rol secundario en la historia del desarrollo mundial, pues erróneamente se ha creído que mientras existieran tierras que regar, ríos en donde construir presas y fuentes subterráneas para extraer agua, sólo las limitaciones tecnológicas y financieras podrían detener el proceso de desarrollo. No obstante, las sequías en África durante los años setenta y ochenta del siglo pasado y las actuales han hecho comprender a muchos que la causa del fracaso de las cosechas proviene a menudo de la escasez y mala gestión del agua. Entonces ha comenzado a considerarse el problema del agua como una cuestión de alcance mundial, estimándose que la clave para la futura acción sobre el agua y el desarrollo agrícola sostenible es integrar los programas y las políticas sobre la conservación del agua y de la tierra (Romero 2008).

Bajo esta óptica, según el mismo Romero (2008) ha sido frecuente encontrar que los temas relacionados con las cuestiones del agua hayan sido tratados de forma aislada. Así, generalmente había un órgano que se encargaba de mejorar los suministros de agua potable, otro de mejorar el saneamiento, otro del riego, otro de la conservación de la tierra y otros para detener la degradación de los bosques de las cuencas hidrográficas, mejorar la pesca continental y expandir la acuicultura. También se ha tendido a tratar estas cuestiones con un enfoque eminentemente técnico, dedicando escasa atención a los factores sociales, económicos y culturales para determinar si una solución es viable. El desarrollo sustentable no puede lograrse a largo plazo con comunidades hostiles al medio ambiente. Complementariamente a la estrategia de desarrollo a aplicar en relación a la actividad de irrigación, en muchas ocasiones, es necesario enfrentar el problema de la presión ejercida por la población cuyo bienestar económico ha sufrido como consecuencia de un inadecuado manejo de sus recursos naturales. Las características culturales y socio-económicas de la población local en la cual se pretende alcanzar un desarrollo sustentable, constituye un elemento tan importante como la relativa a los recursos naturales que desean preservarse, resultando por tanto importante considerarlas.

Cuchilla y Urbana (2014) enfatizan: *"La respuesta de las empresas para temas de desarrollo sostenible tiene que pasar a través de un profundo replanteamiento del diseño estratégico, que abarca toda la organización, sus funciones y volver a dar forma a su modelo de negocio"*. En ese contexto la comprensión estratégica es evolutiva, ya que aborda la esencia para la replicación corporativa y transformación en contextos dinámicos (Richerson et al., 2006). La gestión sostenible del agua se refiere a la gestión integrada y a la gestión de todos los ciclos del agua artificial y natural bajo la consideración de una protección a largo plazo como hábitat o como un elemento central de los hábitats y los medios de vida (BMBF für Bildung 2014). El desarrollo tecnológico, así como las consideraciones estructurales e

institucionales tienen relevancia en el avance hacia una mayor sostenibilidad. La gestión de la sostenibilidad del agua tiene el reto de identificar los indicadores de valor ecológico y social para integrarlos en la gestión estratégica (Müller-Christ 2011). El logro de la sostenibilidad de una organización depende de manera decisiva sobre cómo se cumplen los retos ecológicos y sociales conceptualmente, aliados institucional e instrumentalmente. Las instituciones, ya sean públicas o privadas, y sus gobiernos corporativos se deben empapar de las condiciones legales, sociales y ambientales (Grambow et al. 2012). De acuerdo a Schrettle (2014) *"las decisiones sobre cómo lidiar con el reto de la sostenibilidad tienen la característica de ser estratégicas"*. De acuerdo con la literatura de gestión (e.g. Wang et al., 2007, Hahn, 2013, Starik et al., 2013), la sostenibilidad está integrada en su mayoría en diferentes niveles y puede ser implementada por la planificación estratégica en tres pasos: (1) la formulación de prácticas y objetivos medibles, (2) el desarrollo e implementación de las respectivas medidas y herramientas, así como la provisión de recursos, y (3) el seguimiento continuo y revisión. Así mismo, los expertos (e.g. Wang et al., 2007, Hahn, 2013, Starik et al., 2013) mencionan que la diferencia cualitativa está dada por: (1) los objetivos internos definidos por la propia organización, como son ética empresarial, sostenibilidad, calidad, volumen de producción, cuotas de mercado, entre otros, y (2) las prácticas y herramientas que se utilizan dentro de la empresa con el fin de lograr sus objetivos, al igual que la dotación de recursos y herramientas de gestión, incluidos el seguimiento y control así como los diálogos internos y externos. Reafirman esta apreciación Figge et al. (2014) y Arnold (2015) para quienes los efectos positivos sobre la sostenibilidad también pueden ocurrir con la implementación de un sistema de gestión de la sostenibilidad.

Por lo tanto, las empresas públicas o privadas relacionadas con el sector hídrico tienen que enfrentar varias tareas de gestión como el ajuste del valor, la participación, la suficiencia, la transparencia, la justicia y el proceso de gestión tradicional con el plan de control. Estas tareas pueden ser apoyadas por herramientas de gestión (e.g. Grambow et al., 2012, Hahn, 2013, Porter et al., 2006). La literatura existente sobre las herramientas de gestión de la sostenibilidad contiene estudios sobre un conjunto diverso de temas como la evaluación de los conocimientos y su aplicación en las grandes empresas principalmente de fabricación (e.g. Windolph et al, 2014, Schaltegger et al., 2012), la aplicación de herramientas selectivas y su impacto en las empresas (e.g. Arnold, 2011, Granly et al., 2014, Inoue et al., 2013) y en la sistematización de las herramientas de sostenibilidad basada en diversos criterios de selección (e.g. Gasparatos et al., 2012, Ness et al., 2007, Streimikienė et al., 2009). El análisis actualizado de la gestión y la literatura sobre las principales normas, herramientas, conceptos y enfoques a la luz de la gestión de

sostenibilidad en las empresas del sector del agua ha sido desarrollado por Arnold (2015) y aplicado al estudio del caso particular de las empresas del agua en Alemania y se muestran en la Tabla 9. Es interesante observar en esta tabla cómo las herramientas están en uso y cómo las herramientas seleccionadas se relacionan entre sí en la economía del agua. En esta tabla se destaca que, al representar el uso de las distintas herramientas de gestión de la sostenibilidad según los colores de un semáforo, pintando de color rojo al grupo de las herramientas que son usadas por menos del 33% de las empresas, de color amarillo al grupo de herramientas que son usadas por entre el 33% y el 67% de las empresas y, finalmente, en verde a aquellas herramientas que se utilizan por más del 67% de las empresas, se observa que hay una profunda falta de gestión de la sostenibilidad en el uso en la industria del agua en Alemania. (Arnold 2015).

Tabla 9. Principales enfoques de gestión sostenible del agua

| NORMAS/CERTIFICACIONES  | HERRAMIENTAS  | CONCEPTOS O SISTEMAS   | ENFOQUES SISTEMICOS   |
|---|---|--|---|
| (Proporcionan documentos que ofrecen los requisitos, características o pautas para llegar a un fin. Certificación confirma ciertas características) | (Medio o instrumento para alcanzar un objetivo específico)                                      | (Categorías fundamentales, conjuntos de herramientas diferentes pero alineadas para alcanzar una serie de objetivos) | (Conceptos o sistemas que se centran en la influencia sistémica, la dependencia, el impacto y los efectos de la interacción en-entre y dentro de un todo) |
| Eco-efficiency-analysis: ISO 14045  | Benchmarking  | Ciudadanía corporativa **  | Plataforma vs Plataforma  |
| Ecological footprint (ISO 14040/44)   | Equilibrio Clima-Medioambiente  | CSR * (Corporate Social Responsibility)  | IPP/LCA (Integrated Product Policy /Life Cycle Assessment)  |
| EMAS (III)  | Declaración de sostenibilidad / informe ambiental *   | Eco diseño   | (Multi-Agentes) Simulación  |
| ISO 9001 *  | Educación adicional / formación *   | EFQM (European Foundation for Quality Management)  |   |
| ISO 14001   | GRI (Global Reporting Initiatives)  | Información medioambiental/Environmental information   |   |
| ISO 26000   | Idea de negocio   | Sistema de incentivos  |   |
| ISO 31000   | ILO (International Labour Organisation standards)   | SBSC (Sustainability Balanced Score Card)  |   |
| ISO 50001   | Declaración de la misión *  | Administración del Suministro de Cadenas Sostenibles   |   |
| SA 8000   | Diálogo entre los interesados<br>Trabajando modelos de tiempo en la administración del riesgo * | Valor sostenible<br>Evaluación del impacto global (Naciones Unidas)  |   |

Sematización del Uso: \* Amarillo \*\* Verde

Fuente: Adaptada de Gabriele Arnold (2011)

Con el fin de abordar las cuestiones de sostenibilidad en la Gestión de Proyectos se requiere una clara comprensión de los diversos detalles involucrados en un proyecto y sus interacciones (Sánchez 2015), para ello debe insertarse la sostenibilidad en sus tres dimensiones: económica, ambiental y social, lo cual se mantiene como un vacío en la literatura y en la práctica (e.g. Brones et al., 2014; de Carvalho et al., 2015; Marcelino-Sádaba et al., 2015). Se trata de los procesos de organización y nivel de dirección de la organización lo que contribuye a mejorar los resultados (e.g. Carvalho et al., 2011; Labuschagne et al., 2005; Silvius, et al., 2013; Singh et al., 2012). Con el fin de analizar la sostenibilidad en la gestión del proyecto es necesario entender la tensión entre los diferentes grupos de interesados y las compensaciones que deben darse (Carvalho et al., 2011). Basándose en el examen teórico de varios estudios que buscan integrar la sostenibilidad en la gestión de proyectos, Martens & Carvalho (2015) encontraron las principales variables relacionadas con los temas de sostenibilidad que fueron identificadas de acuerdo a las tres dimensiones de la Triple-Bottom Line TBL de Elkington (1998) que se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10. Marco de investigación para la sostenibilidad en la gestión de proyectos y el éxito del proyecto**

|  |   |
|--|---|
| <p><b>DIMENSION ECONOMICA (EC)</b><br/> Desempeño financiero y económico (EC01)<br/> Beneficios financieros desde el bien social y las prácticas medioambientales (EC02)<br/> Costo de administración (EC03)<br/> Gestión de relaciones con los clientes (EC04)<br/> Participación e implicación de las partes interesadas (EC05)<br/> Ética en los negocios (EC06)<br/> Gestión de la innovación (EC07)<br/> Gestión de la cultura organizacional (EC08)</p> <p><b>DIMENSION MEDIOAMBIENTAL (EN)</b><br/> Recursos naturales (EN01)<br/> Agua (EN02)<br/> Energía (EN03)<br/> Aire (EN04)<br/> Ecoeficiencia (EN05)<br/> Gestión de los impactos medioambientales (EN06)<br/> Gestión de la política medioambiental (EN07)<br/> Compromiso y responsabilidad ambiental (EN08)</p> | <p>Wang et al., (2014); Silvius et al., (2013); Liu et al., (2013); Jones et al., (2013); Macaskill and Guthrie, (2013); Sarkis et al., (2012); Carvalho and Rabechini, (2011); Corder et al., (2010); Fernández-Sánchez and Rodríguez-López, (2010); Ustinovichius et al., (2010); Araújo, (2010); Gareis et al., (2013); Xing et al., (2009); Buson et al., (2009); Leurs et al., (2008); Fellows and Liu, (2008); Mulder and Brent, (2006); VDI, (2006); Pulaski and Horman, (2005); Labuschagne et al., (2005); Azapagic, (2004); Ustinovichius and Kochin, (2003); Spangenberg et al., (2002); ICHEME, (2002); Veleva and Ellenbecker, (2001); Bernhardt et al., (2000); Fiksel et al., (1999)</p> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| <p><b>DIMENSION SOCIAL (SO)</b></p> <p>Gestión de prácticas laborales (SO01)</p> <p>Relaciones con la comunidad local (SO02)</p> <p>Gestión de los derechos humanos (SO03)</p> <p>Participación de los interesados (SO04)</p> <p>Relaciones con la sociedad (SO05)</p> <p>Responsabilidad con los productos y servicios (SO06)</p> <p>Relaciones con los proveedores y los contratistas (SO07)</p> |  |
|--|--|

Fuente: (Martens and Carvalho 2015)

### 3.2 IMPACTO ECONÓMICO

La reducción del consumo de la energía en todos los proyectos en general y en los hídricos en particular junto a la mejora de las cuestiones climáticas puertas adentro de los proyectos puede lograr adicionar beneficios incluyendo la reducción de desembolsos en los subsidios gubernamentales y la mejora de la salud debido a la menor polución del aire, la mejora de la calidad de las condiciones y la mejora de la productividad de los trabajadores (Kylili, Fokaides, and Jimenez 2016). En este sentido muchos países han tomado conciencia de la importancia de reducir el consumo de la energía, así por ejemplo la Unión Europea (UE) ha adoptado la estrategia Europa 2020 para la presente década. Concretamente la UE tiene cinco ambiciosos objetivos a ser alcanzados en el 2020 en campos específicos, uno de esos cinco pilares es la estrategia de la eficiencia energética utilizada como un factor clave para lograr energía limpia a largo plazo, alcanzar las metas climáticas y obtener impactos económicos positivos, estrategia que no puede ser indiferente a la República del Ecuador en su afán de rentabilizar sus proyectos hídricos.

Según Duić (2015) el agua de la lluvia independiente del agua de las plantas de producción que dependen casi en su totalidad de las fuentes naturales de agua de la región, puede ayudar a complementar el abastecimiento de las presas, por lo que potencialmente su utilización puede ofrecer la seguridad del agua de forma indefinida. Un estudio de caso realizado por Duić (2015) en el sureste de Queensland en Australia mostró cómo una alternativa de fijación de precios en épocas de escasez temporal, consistía no solamente en diferir el consumo en la infraestructura de suministro a granel por ser muy costoso, sino en aprovechar el aporte del agua de la lluvia y realmente generar una mayor estabilidad de los precios, algo que los enfoques tradicionales de fijación de precios no consideran. El modelo

económico utilizado para demostrar esta propuesta tiene repercusiones para los planificadores implicados en el diseño de infraestructuras de suministro de agua que buscan proactivamente planificar, justificar y optimizar los balances hídricos de la lluvia-dependiente (por ejemplo, presas) y la lluvia independiente (por ejemplo, desalación) en las infraestructuras de abastecimiento de agua a granel, pues el modelo de factibilidad económica considera la recogida de aguas pluviales para la captación, almacenamiento y distribución como una alternativa de fuente de agua, además de considerar los aspectos de sostenibilidad económica y ambiental, maximizando los ingresos de las ventas de agua menos el costo de producción y tratamiento, manteniendo al mismo tiempo los niveles deseables de agua en los reservorios naturales. Ratificando el criterio del aporte del agua de lluvia para solventar los problemas de oferta hídrica de los embalses, el mismo Duić (2015), en colaboración con la empresa de suministro de agua de la Ciudad de Morelia en México, encontró que contemplar el uso de agua con el aporte de fuentes alternativas como el agua de lluvia recolectada, junto con una adecuada planificación de horarios de almacenamiento y distribución puede ayudar a reducir la presión sobre los reservorios naturales, incluso bajo condiciones de incertidumbre de precipitación, satisfaciendo al mismo tiempo las demandas de agua.

Según González et al. (2013), una de las principales barreras que afrontan los gestores de proyectos de infraestructura suele ser el coste inicial de los proyectos que implican mejoras que redundan en la sostenibilidad. La mayoría de las veces se le atribuye un peso determinante al costo inicial de infraestructura en la fase de asignación de los contratos, “con frecuencia se pasa por alto que, si se suman los costes a lo largo del ciclo de vida, el proyecto más costoso de construir no necesariamente es el más costoso de operar”.

Un concepto frecuentemente utilizado para reducir los impactos medioambientales en las cuencas hídricas es el de la Gestión de Cuencas Hídricas (GCH); sin embargo según el estudio realizado por Sharma (2005) al realizar evaluaciones locales y de indicadores nacionales se mostró que casi todos los proyectos de desarrollo de cuencas hídricas en la India no han dado buenos resultados, esto debido en gran parte a la falta de coordinación económica de los proyectos. Algunos no han satisfecho siquiera las necesidades mínimas de agua potable para la población de la cuenca, otros desatendieron el fomento de los pastizales y las prácticas de conservación de la humedad del suelo, y muchos no lograron contener la degradación de éste; el autor indica además que la tasa de degradación del suelo en las zonas de secano en el decenio de 1990 se duplicó con creces en comparación con el decenio de 1980, en gran parte por el incremento de la erosión del mismo. La falta constante de agua potable y de riego en varios estados muestra que las intervenciones

contra la sequía no han producido un impacto significativo río abajo. Estos decepcionantes resultados se deben en gran parte a deficiencias del mecanismo de financiación y ejecución económica establecido en las directrices de 1986. Un presupuesto fijo no es adecuado para la gran diversidad biofísica y socioeconómica que hay entre las cuencas, y el cumplimiento rígido de las directrices impide que los proyectos aprovechen la experiencia de otras cuencas. Los objetivos múltiples de los proyectos para las cuencas condicionaron que se destinaran inversiones a una gran variedad de actividades de generación de ingresos, agrícolas y extra-agrícolas. Las medidas determinadas por los propios interesados (construcción de presas, promoción de actividades para generar ingresos, etc.) se hicieron demasiado grandes y difíciles de administrar, y la distribución de los fondos entre muchas actividades hizo que las repercusiones se materializaran con lentitud y resultaran intangibles. Los proyectos también aplicaron a menudo métodos no científicos de conservación del suelo y el agua, lo que redujo la relación costo-eficacia en sus intervenciones.

Los proyectos hídricos asentados en las cuencas hidrográficas proporcionan a la sociedad muchos bienes y servicios, incluidos el suministro de agua limpia, contención de la erosión, fijación de carbono, conservación de la biodiversidad y mantenimiento de la belleza del paisaje. Con todo, pocas veces se expresa el valor de esos bienes y servicios en dinero y no hay mercados donde se puedan vender ni comprar. Los proveedores de estos bienes y servicios ambientales no reciben compensación alguna por suministrarlos, ni los tienen en cuenta al tomar decisiones sobre el uso de la tierra, lo que puede poner en peligro que dichos bienes y servicios se sigan proporcionando en el futuro (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO 2004).

La valoración económica de los servicios ambientales que proporcionan los proyectos hídricos da transparencia al valor de esos servicios. Expresarlos en forma monetaria posibilita su comparación con otros valores. Tanto la producción (oferta) como el uso (demanda) de un servicio se pueden valorar. La valoración económica de los bienes y servicios ambientales puede contribuir a crear conciencia sobre bienes públicos cuyo suministro suele tomarse como algo "natural". La valoración económica es una base importante para establecer esquemas de pagos por los servicios ambientales en las cuencas hidrográficas, lo que puede mejorar la distribución de los beneficios y los costos entre los usuarios de río arriba y los de río abajo.

Existe muchas formas de calcular el valor monetario de los servicios ambientales, (Cristeche et al., 2008), entre los métodos comunes para estimar la oferta y la demanda de servicios ambientales se plantean:

VALORACIÓN DE LA OFERTA DE SERVICIOS AMBIENTALES.- La mayoría de estudios de valoración se basan en estimaciones del costo de oportunidad. Éste se refiere al ingreso que podría obtener el proveedor de un servicio de las actividades productivas que deben evitarse o transformarse a fin de proporcionar servicios ambientales. Este valor indica la cantidad aproximada de la compensación necesaria para suministrar un incentivo eficaz para modificar o mantener un uso del suelo. El costo de oportunidad se puede estimar mediante encuestas entre los productores locales. Los modelos que estiman el cambio marginal en el suministro de un servicio asociado a un cambio en el uso de la tierra también sirven para estimar el suministro efectivo de servicios ambientales.

VALORACIÓN DE LA DEMANDA DE SERVICIOS AMBIENTALES.- Casi todos los estudios de valoración utilizan el método de valoración contingente, que analiza la disposición de los beneficiarios para pagar por un determinado servicio, y la percepción que tienen de los valores de los servicios ambientales que utilizan. En los resultados de este método pueden influir la disponibilidad de información, factores sociales y económicos y el sesgo estratégico de los participantes. Otro método directo común es el método del costo evitado, que compara el costo de mantener el suministro de un servicio ambiental por medio del ordenamiento de los recursos naturales con el costo de la correspondiente obra de ingeniería, como una planta de tratamiento del agua. Los métodos indirectos estiman el valor económico de un servicio ambiental como insumo del proceso económico local. El método del costo del transporte determina la inversión que hacen las personas para utilizar un determinado recurso, por ejemplo, el tiempo y los recursos invertidos en la visita a un parque nacional. El método del precio hedónico determina el valor de un servicio ambiental comparando los precios de otros bienes con grados diversos de acceso a ese servicio. Por ejemplo, el valor de los recursos hídricos se puede determinar comparando los precios de las propiedades agrarias como función de su acceso a los recursos hídricos. La comparación de los precios de las propiedades situadas en un entorno de paisaje con los de las propiedades ubicadas en entornos menos interesantes determina el valor de un paisaje.

Las técnicas de valoración sólo deberían utilizarse cuando los usuarios y los proveedores del servicio están acostumbrados a asignar valores monetarios a los bienes y servicios. Cuando no es este el caso, los valores se tienen que expresar en unidades que las personas puedan comprender, por ejemplo, como un equivalente a días de trabajo. Para que funcionen las técnicas de valoración es importante entender cabalmente los nexos biofísicos que hay entre el uso de la tierra y los recursos de agua en la cuenca hidrográfica, a fin de tener claro que un cambio o la conservación de un uso específico de la tierra y el agua en la parte de río arriba de una cuenca beneficiará a los usuarios del agua de río

abajo. Los nexos entre el uso de la tierra y los recursos de agua a menudo no se entienden con claridad. Para valorar el suministro de servicios relacionados con el agua es necesario profundizar su comprensión. Para obtener resultados realistas, deberían dirigir el estudio economistas con experiencia en estudios de valoración y en diseñar las encuestas correspondientes. También es importante documentar las hipótesis en las que se basa una valoración, por ejemplo, los supuestos sobre los nexos entre la tierra y el agua y los costos de los insumos y la mano de obra.

Según la FAO (2007) algunos de los errores más comunes en la valoración económica de los servicios relacionados con el agua son:

- *El uso de fuentes secundarias para proporcionar valores de mercado; por ejemplo, usar los valores de estudios de valoración contingente de otros lugares.*
- *Valorar un servicio ambiental total en una zona (por ej., establecer el valor total de un suministro de agua a la población de la cuenca hidrográfica), en vez de valorar el efecto marginal de un determinado cambio en el uso de la tierra producido en ese servicio ambiental (por ej., la disponibilidad de agua).*
- *Omisión de la valoración de otras formas de garantizar el servicio en demanda, por ejemplo mediante el tratamiento o transferencia de los recursos hídricos. Esas valoraciones son importantes porque ayudan a estimar la eficacia en función del costo de las distintas opciones (por ej., cambios en el uso de la tierra río arriba en comparación con una solución de ingeniería).*
- *Atribuir la escasez de agua –real o sentida– a cambios en el uso de la tierra río arriba, cuando más bien se debe a un sistema ineficaz de suministro de agua y tratamiento de las aguas residuales río abajo.*
- *Valorar los beneficios previstos de los cambios en el uso de la tierra, pero no valorar los costos asociados a esos cambios, por ejemplo, las pérdidas de producción.*

Concluye la FAO mencionando que los costos y plazos dependen en gran medida de: la disponibilidad de datos, el tamaño de la muestra de la población y la complejidad del caso; por ejemplo, el número de usos de la tierra alternativos que es necesario examinar. Los estudios de la demanda por lo general son más sencillos y requieren menos tiempo que los de la oferta. Un estudio de valoración contingente para determinar la demanda de agua en una comunidad rural pequeña puede tomar dos meses, mientras que los estudios para estimar los servicios relacionados con el suministro de agua en una cuenca hidrográfica

donde hay pautas complejas de uso de la tierra pueden requerir más de un año para terminarse.

- Adicionalmente, la factibilidad económica ha sido identificada como una cuestión fundamental en todos los estudios previos que emplean KPIs para medir la sostenibilidad (Kylili, Fokaides, and Jimenez 2016). La implementación tanto como la terminación de los proyectos puede depender de esto. Los KPIs económicos empleados están asociados con el costo y el desempeño económico del proyecto acorde a la percepción de los grupos de interés involucrados y generalmente se han agrupado en los relacionados con los costos directos y los costos indirectos (Alwaer et.al, 2010), consideración que será tomada en cuenta al involucrar en la determinación de variables de complementariedad económica el criterio de la mayoría de grupos de interés relacionados con los proyectos hídricos.

Con la finalidad de medir los impactos económicos en los proyectos, el Global Reporting Initiative (GRI) por sus siglas en inglés, en su versión G4 (2013) ha desarrollado 9 indicadores agrupados en aspectos de: desempeño económico, presencia del mercado, consecuencias económicas e impactos económicos indirectos, cuyo detalle se presenta en la Tabla 11.

**Tabla 11. Indicadores de sostenibilidad económica del GIR versión G4**

| <b>CATEGORIA ECONOMÍA</b>   |
|---|
| <b>Aspecto: Desempeño Económico</b>   |
| EC1 Valor económico directo generado y distribuido, incluyendo ingresos, costes de explotación, retribución a empleados, donaciones y otras inversiones en la comunidad, beneficios no distribuidos y pagos a proveedores de capital y a gobiernos. |
| EC2 Consecuencias financieras y otros riesgos y oportunidades para las actividades de la organización debido al cambio climático.   |
| EC3 Cobertura de las obligaciones de la organización debidas a programas de beneficios sociales.  |
| EC4 Ayudas financieras significativas recibidas de gobiernos.   |
| <b>Aspecto: Presencia en el Mercado</b>   |
| EC5 Rango de las relaciones entre el salario inicial estándar desglosado por sexo y el salario mínimo local en lugares donde se desarrollen operaciones significativas.   |
| EC6 Política, prácticas y proporción de gasto correspondiente a proveedores locales en lugares donde se desarrollen operaciones significativas.   |
| <b>Aspecto: Consecuencias económicas indirectas</b>   |
| EC7 Procedimientos para la contratación local y proporción de altos directivos procedentes de la comunidad local en lugares donde se desarrollen operaciones significativas.  |
| EC8 Desarrollo e impacto de las inversiones en infraestructuras y los servicios prestados mente para el beneficio público mediante compromisos comerciales, pro bono, o en especie.   |
| <b>Aspecto: Impactos Económicos Indirectos</b>  |
| EC9 Entendimiento y descripción de los impactos económicos indirectos significativos, incluyendo el alcance de dichos impactos.   |

Fuente: Global Reporting Initiative (2013)

Los indicadores de sostenibilidad económica mayormente relacionados con los proyectos hídricos de riego han sido reportados recientemente para proyectos hidroeléctricos por Kumar y Katoch (2014) e incluyen 17 indicadores económicos, provenientes de 19 trabajos científicos y son presentados a modo de resumen en la Tabla 12 y, más recientemente, Kylili et al. (2016) presentan 18 indicadores económicos relacionados con los costos directos e indirectos de las reconstrucciones provenientes de 7 trabajos científicos y se reportan en la Tabla 13. Todos estos indicadores por su convergencia serán un valioso soporte para identificar variables de sostenibilidad económica para los proyectos estratégicos hídricos de riego.

**Tabla 12. Resumen de Indicadores de sostenibilidad económica para proyectos hidroeléctricos**

| <b>INDICADORES ECONÓMICOS</b>   | <b>AUTOR/AÑO</b>   |
|---|--|
| Pérdida de agricultura  | Goodland, 1994   |
| Recreación, turismo y navegación  | Sarkar and Karagioz, 1995  |
| Eficiencia de la Energía, la inversión por unidad de potencia y costo de energía por unidad kW  | Afgan et al., 2000   |
| Costo de construcción   | Kaygusuz, 2002   |
| —   | Klimpt et al., 2002  |
| Costo unitario de deposición de sedimentos, mantenimiento y coste de capital  | Bakis and Demirbas, 2004   |
| Disponibilidad de empleo, la productividad industrial, el desarrollo urbano y rural y de las principales actividades económicas   | Vera and Langlois, 2007  |
| Costo de la electricidad y la eficiencia de la conversión de energía  | Evans et al., 2009   |
| La mitigación de inundaciones y sequías   | Kaygusuz, 2009   |
| —   | Carrera and Mack, 2010   |
| Unidad de costos de la energía, eficiencia, los deportes acuáticos y el turismo   | Onat and Bayar, 2010   |
| El costo de la generación de electricidad, el tiempo de retorno energético (EPBT), eficiencia de conversión de energía y el período de gestación  | Nautiyal et al., 2011  |
| —   | Kaunda et al., 2012  |
| Costo de capital y costos recurrentes, el ahorro en las emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del aire y período de recuperación   | Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006 |
| Total de costos de construcción y operación calculados por año, la capacidad instalada (MW) y la capacidad de producción (GWh / año)  | Vucijak et al., 2013   |
| Coste normalizado de la energía (LCOE), la capacidad para responder a la demanda, eficiencia y el factor de capacidad (tres últimos categorizados bajo factores tecnológicos)   | Maxim, 2014  |
| Incremento en costos (LCOE)   | Dombi et al., 2014   |
| El capital y operación y mantenimiento de costes y CED (Acumulativo Demanda de Energía)   | Scannapieco et al., 2014   |
| Los gastos operacionales, incentivos, costos de inversión, gastos de compensación, el promedio anual de beneficios, la ganancia media anual, plazo de amortización y la TIR (Tasa Interna de Retorno). Además, en virtud de los aspectos técnicos, parámetros considerados son la longitud del río, la productividad esperada neta, der Qmean, la altitud de la ingesta, la eficiencia, la cabeza, la tipología de la planta y el volumen de las estructuras. | Rosso et al., 2014   |
| Valor Actual Neto (VAN) y la generación promedio de los costos por unidad de generación   | Morimoto, 2013   |

Fuente: Adaptado de (D. Kumar and Katoch 2014)

**Tabla 13. Resumen de Indicadores de Sostenibilidad económica para renovación de construcciones**

| <b>ECONOMIC KPIS</b>     |   | <b>AUTOR/AÑO</b>  |
|--------------------------|---|-------------------|
| <b>Costos Directos</b>   | Inversión de capital [€]  | Dunphy, 2012.     |
|                          | Costo [Escala 1–5 siendo 1 "Altamente sin importancia" y 5 "Altamente importante"]  | Yahya MR, 2012    |
|                          | Desempeño económico y asequibilidad [Nivel de prioridad escala 1–10]  | Alwaer H, 2010    |
|                          | Equipamiento y tasas presupuestadas   | Ngacho C, 2014    |
|                          | Costos iniciales [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005     |
|                          | Costo del ciclo de vida [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                          | Costo Presente Neto [EUR]   | Dijkstra L, 2013. |
| <b>Costos Indirectos</b> | Rentabilidad del proyecto   | Xu PP, 2012       |
|                          | Efectos adversos en la calidad del nivel de las aguas subterráneas [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"] | Ngacho C, 2014    |
|                          | Efectos adversos en los valores del turismo [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                          | Empleo de la mano de obra [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                          | Flexibilidad y adaptabilidad [Nivel de prioridad escala 1–10]   | Alwaer H, 2010    |
|                          | Variación mínima del costo [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]   | Ngacho C, 2014    |
|                          | Reclamaciones no financieras al terminar [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]                           | Ngacho C, 2014    |
|                          | Incremento del costo de materiales [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]                                 | Ngacho C, 2014    |
|                          | Costos de rehabilitación del ecosistema [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                          | Costos de reasentamiento de las personas [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005     |
|                          | Costos de la estabilidad del trabajo [EUR]  | Ngacho C, 2014    |

Fuente: Adaptado De (Kylili Et Al., 2016)

### 3.3 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

El agua es un recurso imprescindible para la vida y para el funcionamiento de los ecosistemas. La humanidad utiliza el agua de acuerdo a sus necesidades y en su aprovechamiento introduce ciertos cambios en el ciclo hidrológico. Estos cambios afectan tanto la disponibilidad como la calidad del agua. Por su importancia para la humanidad en el desde el año 1992 la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible señala en su Principio N°1: *“Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere de un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales”*.

La concepción de un proyecto de riego, bajo los enfoques actuales de desarrollo sostenible, implica necesariamente algunos cambios mentales importantes en relación a la necesidad de ampliar el concepto de los recursos naturales a ser considerados que, por su estrecha vinculación con la agricultura, influirán de una u otra manera en el momento de enfrentar cualquier actividad vinculada con el proyecto y explotación de los sistemas de riego. Así, se debe tener presente las características del suelo, agua, clima y la vegetación natural que el agricultor explotará para la producción agrícola y los cultivos que serán atendidos por el sistema de riego y que por tanto tendrán un impacto medioambiental.

Dentro de este contexto, algunos países como Francia e Italia han dado claros ejemplos de aplicación eficiente de gestión del agua al incorporar las cuestiones medioambientales en la gestión sostenible de sus cuencas hidrográficas. Según relata Zingari (2006), en el valle de la zona baja del altiplano de la Leysse, en la zona alta de la cuenca donde se ubica la ciudad de Chambéry en Francia, se puede producir inundaciones. La cuenca alta tiene una superficie de 10.150 hectáreas, de la cual la mitad son bosques privados y públicos, y la otra mitad son tierras agrícolas y praderas, en parte abandonadas en los últimos 30 años. En 2002, los propietarios privados de tierras, el parque y los seis municipios de la zona firmaron un acuerdo de gestión sostenible conjunta de las tierras y el paisaje, a fin de mantenerlos vitales y atractivos para los visitantes y promover la economía local, basada en la agricultura y el patrimonio natural. Se estableció un consorcio intermunicipal para administrar un plan quinquenal y llevar a cabo programas anuales. El marco jurídico de esta iniciativa es una ley nacional que vela por la protección y la gestión del medio ambiente, a través de la participación pública en la gestión de los recursos naturales (Ley nacional de Francia número 95, de 2 de febrero de 1995). Durante la concertación, la población local señaló los elementos que determinan la calidad de la vida de la zona. Se creó una asociación para coordinar la preparación de la iniciativa, cuyo plan

determina en forma integrada sectores, zonas, medidas, medios y financiación específicos. Las medidas que atañen a los cursos de agua evalúan las condiciones y las necesidades de restablecimiento de los mismos, contratan empresas técnicas para llevar a cabo la gestión y el seguimiento, e informan a los usuarios y el público. Tras una inversión inicial de 100 euros por hectárea, los costos anuales estimados (en 2002) eran de 50 euros de planificación y 75 de gestión sobre el terreno, con un costo total de 125 euros por hectárea. Estos costos son bajos en comparación con los de la gestión de zonas o sectores más reducidos, porque la planificación y la gestión son a una escala apropiada.

Así también este mismo investigador (Zingari 2005) menciona que dos terceras partes del territorio italiano son montañosas. A fines del decenio de 1990, Italia estableció los Pactos Territoriales (leyes nacionales números 104 de 1995 y 662 de 1996), que son contratos jurídicamente vinculantes de colaboración social para el desarrollo, e incorporan la gestión de los recursos naturales a la industria, la agricultura, la pesca, los servicios públicos, el turismo y la infraestructura. Todas las zonas pueden tener un pacto, pero tienen prioridad las zonas marginales. Los Pactos Territoriales abarcan actualmente al 47% de la población italiana y el 53% del territorio del país. Estos pactos son pertinentes para el manejo de cuencas hidrográficas debido a su enfoque transsectorial y a la inclusión de grupos sociales e instituciones de primera importancia. La principal característica de los pactos es que facilitan la concertación entre participantes locales diversos sin imponer condiciones externas: la participación es voluntaria e incluye a todos los sectores: la administración, la empresa, la banca, la investigación, el comercio, etc. El objetivo de los pactos territoriales es dar cohesión a las iniciativas en curso y a otras nuevas. Entre las actividades específicas que facilitan los pactos, destaca la gestión de los recursos naturales y el agua; más de la mitad de los pactos aprobados hasta 2003 incluyen actividades de recursos naturales e hidrología. El pacto territorial de la provincia de Rieti comprende 12 municipios y 13 comunidades de montaña, y otros 35 signatarios. Ha creado 227 nuevos empleos de tiempo completo y utilizó 18 millones de euros en dos actividades principales: fortalecimiento de la creación de capacidad para pequeñas y medianas empresas; e inversión en infraestructura, turismo y servicios ambientales, incluidas la agricultura y la silvicultura.

Un elemento importante a analizar dentro del impacto ambiental constituye el concepto del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), para lo cual la gestión ambiental ha desarrollado diferentes conceptos que han tenido su origen en disciplinas profesionales específicas y que han evolucionado durante años de una manera independiente, con poca comunicación entre profesionales de las diferentes disciplinas (Rodríguez, 2012). Entre los

métodos conceptuales de gestión ambiental se destacan cinco: ciclo de vida, eco diseño, tecnología limpia, ecología industrial y gestión de la calidad ambiental total. Estos conceptos son métodos para alcanzar un objetivo común: el desarrollo sostenible. Sin embargo, contrariamente estas herramientas tienen un uso más concreto: dar soporte a un determinado concepto suministrándole información cuantificable para alcanzar ese objetivo, a pesar de lo reseñado por Puig (2002) las herramientas deben tener un procedimiento de uso sistemático y de ser posible informativo.

La principal función del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es la de brindar soporte para tomar las decisiones que se relacionan con productos, proyectos o servicios; y más específicamente, la de conocer las posibles consecuencias ambientales relacionadas con el uso de un producto y/o proyecto o con la configuración y utilización de un servicio. En este contexto es evidente que diferentes tipos de decisiones requieren diferentes herramientas de decisión; así por ejemplo, seleccionar un lugar idóneo para construir un determinado proyecto es una decisión que se basa en los estudios de evaluación del impacto ambiental (EIA), mientras que para el diseño de eco productos se utiliza el ACV. Así pues, para ejecutar el primero, el objeto de estudio es un proyecto; para el ACV, se trata de un producto o servicio y, en cambio, para la auditoría ambiental (AA), generalmente es una empresa o planta industrial (Rodríguez 2012). En la Tabla 14 se presentan algunas diferencias generales entre esas tres herramientas de gestión ambiental, sin embargo existen multitud de otras técnicas. De acuerdo a Rodríguez (2012), a medida que estas técnicas se van desarrollando, aumentan su alcance y su profundidad (buscando la meta común del desarrollo sostenible en sus vertientes ambiental, social y económica), lo que provoca que unos y otros se empaten e interaccionen, tanto en sus objetivos como en los datos que utilizan. Por ejemplo, el concepto de ciclo de vida está incorporándose a todas las herramientas de gestión ambiental y, respecto a los datos, el ACV como herramienta está utilizando datos surgidos de auditorías ambientales.

**Tabla 14. Comparación del ACV con dos de las herramientas de gestión ambiental más conocidas: auditoría ambiental (AA) y estudios de impacto ambiental (EIA).**

| MÉTODO | OBJETO                | OBJETIVO                                  | PROCESO                                    |
|--------|-----------------------|---|--|
| ACV    | Producto              | Evaluación y mejora del impacto ambiental | • Inventario                               |
|        |                       |   | • Evaluación de impacto                    |
|        |                       |   | • Acciones                                 |
| AA     | Empresa o instalación | Adaptación a una norma ambiental          | • Análisis situacional                     |
|        |                       |   | • Puntos débiles                           |
|        |                       |   | • Propuestas                               |
| EIA    | Proyecto              | Decisión sobre un proyecto                | • Evaluación de impacto ambiental y social |
|        |                       |   | • Medidas correctivas                      |
|        |                       |   | • Necesidad del proyecto                   |

Fuente: Adaptado de (Rodríguez 2012)

La selección adecuada de los proyectos de inversión es hoy en día uno de los retos más significativos en la gestión de las empresas de todo el mundo (Brones et al., 2014). La implementación de un proyecto de inversión debe realizarse de acuerdo con los principios de desarrollo sostenible (Brones et al., 2014) y, por lo tanto los aspectos económico, social y ambiental (Michelsen et al., 2010) deben ser considerados e integrados (Kravanja et al., 2012).

En los últimos años, se ha observado el crecimiento dinámico del gasto en la protección del medio ambiente en los países de la Unión Europea (UE) (Tsireme et al., 2012). El acceso a los fondos de la UE ha permitido obtener importantes recursos para la financiación de la inversión y las actividades ecológicas acumuladas en algunos países. Inicialmente, los criterios para la concesión de recursos financieros fue muy flojo, pero con el tiempo cada vez más se está prestando atención a la selección de proyectos de inversión que cumplan ambos criterios económicos y ecológicos (Lewandowska et al., 2013). Dada la importancia de las adquisiciones públicas, lo cierto es que un mayor enfoque en el desempeño del medio ambiente en el sector público tendrá cada día mayor impacto en el negocio (De Benedetto et al., 2010). Aquellas empresas que no sean capaces de proporcionar información acerca de su comportamiento medioambiental y de los costos del ciclo de vida de sus productos (LCC) por sus siglas en inglés: Life Cycle Costs (Akhtar et al., 2015) podrían tener dificultades para obtener contratos con el sector público, tanto ahora como en el futuro. Una consecuencia de esto es que las medidas del desempeño ambiental son cada vez más comunes en todas las ramas de la industria (Elms et al., 2010). Por lo tanto, es importante desarrollar métodos y herramientas para evaluar el desempeño ambiental (Jasch, 2003), en particular para las inversiones relacionadas con la protección

del medio ambiente (Zhu, Wang, and Zhang 2014). Consecuente con estas premisas, las cuestiones relacionadas con la mejora de la calidad de productos y la protección del medio ambiente en el ámbito económico, en la política de muchos países y en las estrategias de las instituciones y organizaciones internacionales han aumentado en importancia en los últimos años (especialmente en la Unión Europea) como consecuencia del aumento de la conciencia ambiental de los consumidores. Todas estas instituciones actualmente recomiendan una evaluación global de la eficacia prevista de los proyectos durante el proceso de toma de decisiones teniendo en cuenta tanto los factores económicos como los ambientales (Kulczycka et al., 2016). En este sentido Kulczycka (2016) ha desarrollado 3 algoritmos para vincular el modelo del análisis del ciclo de vida (ACV) asociado con las cuestiones ambientales con el modelo del análisis del costo del ciclo de vida (LCCA) por sus siglas en inglés: Life Cycle Cost Analysis asociado a factores económicos para permitir una evaluación integrada de los proyectos de inversión. Los resultados de la combinación del ACV y LCCA permiten la evaluación de efectos ambientales en las inversiones en curso o previstas, y debe ser utilizado como una prioridad en la toma de decisiones estratégicas. El primer algoritmo propuesto sirve para la implementación en la toma de decisiones de las inversiones ambientales, el segundo para la modernización e innovación de las inversiones y el tercero para nuevas inversiones.

Según Romero (2008) los elementos más importantes a considerar en relación al recurso suelo son la superficie en la cual se establecerá el proyecto y los beneficiados, incluyendo su topografía, relieve, profundidad efectiva, propiedades físicas y químicas y paisajes característicos, el grado de fragmentación de las tenencias individuales o colectivas y su ubicación con respecto a los mercados, y en general caracterizar los principales factores limitantes, que en relación al suelo, pueden tener influencia en la selección y ubicación de algún método o técnica de riego. Relacionado con el recurso agua el autor considera necesario conocer su disponibilidad, posibles fuentes y sus características, procedencia y su calidad para el riego, formas más adecuadas de tratamiento en caso de ser necesario y su disponibilidad. En cuanto al clima, se requieren estudios relacionados con el régimen y distribución de las precipitaciones, la evaporación, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar, horas de iluminación, nubosidad; en todos los casos, teniendo en cuenta su comportamiento tanto estacional como anual. En lo referente a la vegetación natural es necesario precisar y definir la que puede constituir una importante fuente de alimentación para la población local, esté o no vinculada al proyecto, de modo que sea lo menos afectada posible por la ejecución del proyecto y la posterior explotación de los sistemas de riego, áreas y vegetación de forraje para el alimento de los animales, la

cantidad y calidad con posibilidades potenciales de ser utilizados como materiales de construcción para cualquiera de los diferentes objetos de obras que conformarán el proyecto, la existencia de plantas medicinales, y en general toda aquella vegetación natural que, de una u otra forma, puede ejercer influencia en la productividad de los suelos, en la protección de los sistemas de cultivos o que contribuyan favorablemente en mejorar la eficiencia del sistema de riego una vez instalado. Finalmente, considera importante caracterizar la diversidad del mundo animal, pues ha demostrado tener una significativa influencia en la selección de los métodos de riego más apropiados, y en ocasiones ha sido factor limitante en el momento de definir los mismos, ya que existen determinadas especies que resultan agresivas y detractoras de diversos componentes que integran algunos de los sistemas de riego, como por ejemplo de los sistemas de riego localizado que requieren de numerosos componentes plásticos muy atractivos para determinadas especies animales roedoras.

Los grandes proyectos de infraestructura de las corrientes de agua de los ríos, como es el caso de los proyectos estratégicos hídricos de riego, generalmente se justifican por los beneficios macroeconómicos nacionales o regionales y ahora cada vez más por la mitigación del cambio climático, mientras que su impacto social se concentra de forma local o sub-regional al afectar principalmente a las personas que viven a lo largo de los valles de los ríos y sus vertientes (e.g. Maxwell et al., 1997; McNally et al., 2009; Rosenberg et al., 1995).

Los conflictos medioambientales a menudo van de la mano con la planificación e implementación de proyectos y programas como así lo evidencian los estudios de conflictos relatados en la gestión del agua (e.g. Bolin et al., 2008; Saqalli et al., 2010), energía (e.g. Fontaine, 2010; Karjalainen et al., 2010), explotación de recursos naturales (e.g. Correia, 2007; Warnars, 2012; Madani et al., 2014) o turismo ecológico (Yang et al., 2013). Por lo tanto, las organizaciones y gobiernos requieren de técnicas que les permita evaluar el impacto social y a continuación, teniendo en cuenta esta información proponer medidas para la prevención de conflictos ambientales (e.g. Barrow, 2010; Prenzel et al., 2014). Además, los gobiernos están obligados a mejorar el bienestar de la población para lograr el desarrollo sustentable de sus países, por lo tanto ellos deberían medir el impacto social de sus programas y políticas de estado para prevenir posibles conflictos (Franks et al., 2013).

Entre las cuestiones más destacadas en relación con los recursos hídricos, el principal impacto medioambiental podría ser considerado los efectos que ocasionará el cambio climático. Diversos estudios y modelos sugieren que el cambio climático tendrá un impacto significativo en la disponibilidad de los recursos hídricos, la calidad del agua y en la

demanda de agua. La climatología y los modelos hidrológicos regionales sugieren cambios en la variabilidad de las tormentas, en la frecuencia, intensidad y el área de perturbaciones tropicales, así como en la frecuencia de las sequías y las inundaciones en áreas particulares (van der Molen et al., 2005). La disponibilidad de los recursos hídricos no sólo está influenciada por las condiciones climáticas, sino también por otros cambios ambientales, tales como la rápida deforestación. La deforestación es conocida por dar lugar a la erosión conservando la capacidad del agua inferior del suelo (déficit hídrico del suelo) y la disminución de la fertilidad del suelo. Las características de los impactos del cambio climático son explicados con más detalle por Tao et al. (2003):

*“El ciclo del agua es un componente integrado y dinámico del sistema geofísico de la Tierra y afecta y es afectado por las condiciones climáticas. Los cambios en el equilibrio de la radiación de la tierra afecta a los vientos, temperaturas, la energía atmosférica, el transporte de agua, la dinámica de las nubes y más. Los cambios de temperatura afectan a la evaporación y la transpiración, las características y alcance de las nubes, la humedad del suelo y los regímenes de las nevadas y deshielos. Los cambios en las precipitaciones afectan el ritmo y magnitud de las inundaciones y sequías y los regímenes de cambio de escorrentía. Los efectos sinérgicos alterarán la formación de nubes, el suelo y las condiciones del agua, los patrones de vegetación y tasas de crecimiento”*

Varios estudios de casos de países muestran con más detalle los impactos potenciales del cambio climático, la disponibilidad de agua y la seguridad humana. Por ejemplo, Tao et al. (2003) analizaron el posible impacto del cambio climático en la producción agrícola de las tierras áridas en el norte de China, donde se estima se concentra el 24% del total la producción de alimentos de China, llegando a la conclusión de que *“a pesar de los aumentos previstos en la precipitación que pueden aliviar el estrés hídrico en los cultivos en el noroeste de China, los aumentos en la demanda esperada del agua y el déficit hídrico del suelo podrían desafiar los cultivos de secano en el norte de China y la llanura del noreste de China”*. El cambio climático no sólo tiene un impacto en las regiones áridas y semiáridas, sino también en las regiones donde las inundaciones ocurren con frecuencia. Mirza (2002) muestra el posible impacto de los cambios climáticos en la probabilidad de ocurrencia de inundaciones en Bangladesh y sus consecuencias en términos de características de las inundaciones y los daños a los cultivos para las áreas de la cuenca del Ganges, Brahmaputra y el río Meghna.

Investigaciones realizadas por van der Molen et al. (2005) muestran que los datos sobre las condiciones climáticas e hidrológicas del pasado no son fiables ahora para guiar las decisiones sobre la planificación del agua a largo plazo y la construcción de nuevos

proyectos de abastecimiento de agua y sistemas de riego para el futuro. Si los gobiernos y autoridades del agua quieren hacer frente a la escasez de la demanda y la oferta inducida, o responder a un aumento de la "magnitud, la frecuencia, profundidad, extensión y duración de las inundaciones", que adicionalmente es un requisito para volver a examinar sus políticas e instrumentos internos, deberán utilizar la nueva información de las previsiones de cambio climático y el uso de la información de los pronósticos sobre las próximas tendencias en el crecimiento de la población y los patrones de la migración (urbanización, migración transfronteriza regional) (van der Molen et al., 2005).

La cuestión no es solamente conocer cómo el cambio climático afecta directamente a la seguridad humana en términos de protección contra las inundaciones, la seguridad alimentaria o el acceso al agua potable; la pregunta es también conocer cómo los gobiernos y los grupos de poder van a responder a la escasez del agua para uso doméstico y al cambio de las condiciones del suelo y del agua con la presencia del cambio climático como tal. El impacto del cambio climático variará su intensidad entre los países debido a una serie de razones, incluyendo su ubicación geográfica, diferentes capacidades para mitigar los efectos previstos del cambio climático y debido a las relaciones de poder asimétricas a nivel internacional. Incluso dentro de cada país se podrán esperar diferentes impactos para los diferentes grupos. Los impactos del cambio climático es probable que sean mucho más graves para muchos países en desarrollo, por su menor capacidad de reacción (Vanhulst and Beling 2014).

Otro hilo conductor detrás de la integración de la gestión de la sostenibilidad en la estratégica corporativa es la responsabilidad social y ambiental. Estudios recientes abordan el tema de la responsabilidad social a nivel estratégico (e.g. Belu et al., 2013; Hahn, 2013; Kim, 2011). Otros estudios se centran en la responsabilidad con el medio ambiente (e.g. Molina-Azorín, et al., 2009; Orlitzky et al., 2011; Paulraj, 2009). Yu y Chen (2014) afirmaron que una empresa que decide asumir responsabilidad ambiental necesita un completo marco funcional estratégico que sea consistente con los objetivos de la empresa, y que este marco abarque tanto la corriente de las iniciativas del medio ambiente como la filosofía de la empresa.

En este nuevo contexto, cada vez son más las empresas y otras organizaciones las que quieren que sus operaciones sean sostenibles, y también está ganando terreno la idea de que la rentabilidad a largo plazo debe ir de la mano de la justicia social y la protección del medio ambiente (Global Reporting Initiative G4, 2013). Tales expectativas seguirán creciendo y adquiriendo intensidad a medida que los proveedores de capital, los clientes y otros

grupos de interés de las empresas y organizaciones comprendan que es necesario adoptar un modelo económico verdaderamente sostenible.

Con la finalidad de medir los impactos medioambientales en los proyectos, el Global Reporting Initiative (GRI) por sus siglas en inglés, en su versión G4 (2013) ha desarrollado 34 indicadores agrupados en aspectos: materiales, energía, agua, biodiversidad, emisiones y vertidos, efluentes y residuos, productos y servicios, cumplimiento normativo, transporte, general, evaluación ambiental de los proveedores y mecanismos de reclamación en materia ambiental, cuyo detalle se presenta en la Tabla 15.

**Tabla 15. Indicadores de sostenibilidad medioambiental del GIR versión G4**

| CATEGORIA MEDIO AMBIENTE   |
|--|
| <b>Aspecto: Materiales</b>   |
| EN1 Materiales utilizados, por peso o volumen.   |
| EN2 Porcentaje de los materiales utilizados que son materiales valorizados.  |
| <b>Aspecto: Energía</b>  |
| EN3 Consumo directo de energía desglosado por fuentes primarias.   |
| EN4 Consumo indirecto de energía desglosado por la biodiversidad.  |
| EN5 Ahorro de energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia.   |
| EN6 Iniciativas para proporcionar productos y servicios eficientes en el consumo de energía o basados en energías renovables, y las reducciones en el consumo de energía como resultado de dichas iniciativas.           |
| EN7 Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía y las reducciones logradas con dichas iniciativas.  |
| <b>Aspecto: Agua</b>   |
| EN8 Captación total de agua por fuentes.   |
| EN9 Fuentes de agua que han sido afectadas significativamente por la captación de agua.  |
| EN10 Porcentaje y volumen total de agua reciclada y reutilizada.   |
| <b>Aspecto: Biodiversidad</b>  |
| EN11 Descripción de terrenos adyacentes o ubicados dentro de espacios naturales protegidos o de áreas de alta biodiversidad no protegidas. Indíquese la localización y el tamaño de terrenos en propiedad, arrendados, o |

|  |
|--|
| que son gestionados, de alto valor en biodiversidad en zonas ajenas a áreas protegidas.  |
| EN12 Descripción de los impactos más significativos en la biodiversidad en espacios naturales protegidos o en áreas de alta biodiversidad no protegidas, derivados de las actividades, productos y servicios en áreas protegidas y en áreas de alto valor en biodiversidad en zonas ajenas a las áreas protegidas. |
| EN13 Hábitats protegidos o restaurados.  |
| EN14 Estrategias y acciones implantadas y planificadas para la gestión de impactos sobre la biodiversidad.   |
| <b>Aspecto: Emisiones y Vertidos</b>   |
| EN15. Número de especies, desglosadas en función de su peligro de extinción, incluidas en la Lista Roja de la UICN y en listados nacionales, y cuyos hábitats se encuentren en áreas afectadas por las operaciones según el grado de amenaza de la especie.  |
| EN17 Emisiones totales, directas e indirectas, de gases de efecto invernadero, en peso.  |
| EN18. Intesidad de las emisiones de gases de efecto invernadero.   |
| EN19 Iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las reducciones logradas.   |
| EN20 Emisiones de sustancias destructoras de la capa ozono, en peso.   |
| EN21 NOx, SOx, y otras emisiones significativas al aire por tipo y peso.   |
| <b>Aspecto: Efluentes y residuos</b>   |
| EN22 Vertidos totales de aguas residuales, según su naturaleza y destino.  |
| EN23 Peso total de residuos generados, según tipo y método de tratamiento.   |
| EN24 Número total y volumen de los derrames accidentales más significativos.   |
| EN25 Peso de los residuos transportados, importados, exportados o tratados que se consideran peligrosos según la clasificación del Convenio de Basilea, anexos I, II, III y VIII y porcentaje de residuos transportados internamente.  |
| EN26 Identificación, tamaño, estado de protección y valor de biodiversidad de recursos hídricos y hábitats relacionados, afectados significativamente por vertidos de agua y aguas de escorrentía de la organización informante.   |
| <b>Aspecto: Productos y Servicios</b>  |
| EN27 Grado de mitigación del impacto ambiental de los productos y servicios  |
| EN28 Porcentaje de los productos vendidos y sus materiales de embalaje que se recuperan al final de su vida  |

|   |
|---|
| útil, por categorías de productos.  |
| <b>Aspecto: Cumplimiento Normativo</b>  |
| EN29 Valor monetario de las multas significativas y número de sanciones no monetarias por incumplimiento de la legislación y la normativa ambiental.                                    |
| Aspecto: Transporte   |
| EN30 Impactos ambientales significativos del transporte de productos y otros bienes y materiales utilizados para las actividades de la organización, así como de transporte de personal |
| <b>Aspecto: General</b>   |
| EN31 Desglose de los gastos y las inversiones ambientales   |
| <b>Aspecto: Evaluación ambiental de los proveedores</b>   |
| EN32 Porcentaje de nuevos proveedores que se examinaron en función de criterios ambientales   |
| EN33 Impactos ambientales negativos significativos, reales y potenciales, en la cadena de suministro, y medidas al respecto   |
| <b>Aspecto: Mecanismos de reclamación en materia ambiental</b>  |
| EN34 Número de reclamaciones ambientales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación   |

Fuente: Global Reporting Initiative (2013)

Los indicadores de sostenibilidad medioambiental mayormente relacionados con los proyectos hídricos de riego han sido reportados recientemente para proyectos hidroeléctricos por Kumar y Katoch (2014) e incluyen 20 indicadores medioambientales, provenientes de 22 trabajos científicos y son presentados a modo de resumen en la Tabla 16; y, más recientemente, Kyllili et al. (2016) presentan 79 indicadores medioambientales relacionados con: genéricos, atmósfera, uso del suelo, recursos hídricos, ecología, ruido, impacto visual, calidad en interiores, energía, reutilización/reciclaje, administración de desperdicios y salud pública de las reconstrucciones provenientes de 12 trabajos científicos y se reportan en la Tabla 17. Todos estos indicadores por su convergencia serán un valioso soporte para identificar variables de sostenibilidad medioambiental para los proyectos estratégicos hídricos de riego.

**Tabla 16. Resumen de Indicadores de sostenibilidad medioambiental para proyectos hidroeléctricos**

| INDICADORES MEDIOAMBIENTALES   | AUTOR/ANO  |
|--|--|
| Superficie del terreno requerido, la construcción de caminos de acceso, la sedimentación y migración de los peces  | Goodland, 1994   |
| La pérdida de la biodiversidad, impacto negativo en la pesca, el efecto sobre los recursos forestales y las tierras adquiridas para el proyecto  | Sarkar and Karagioz, 1995  |
| Emisión de CO <sub>2</sub> , la eficiencia de NO <sub>x</sub> y SO <sub>2</sub>  | Afgan et al., 2000   |
| La inundación de bienes raíces y áreas escénicas, la extinción de especies animales o vegetales, los peces migratorios, la deforestación, los deslizamientos de tierra y la perturbación de los hábitats naturales   | Kaygusuz, 2002   |
| Sedimentación en los embalses, la pérdida de la biodiversidad, la calidad del agua, fi pasaje sh, terremotos, de flujo ecológico, efecto sobre las especies vulnerables y sus hábitats e inundado zona   | Klimpt et al., 2002  |
| Deposición de sedimentos   | Bakis and Demirbas, 2004   |
| Cambio climático, deforestación, contaminación del agua y el suelo   | Vera and Langlois, 2007  |
| GHGs, requisito del uso del suelo y la sedimentación   | Evans et al., 2009   |
| Las temperaturas más altas de agua, reducir los niveles de oxígeno disuelto, pH alterados, la reducción de hábitats y especies, la diversidad y la reducción de invertebrados macro y las poblaciones de peces nativos y la productividad y el cambio climático  | Kaygusuz, 2009   |
| Eutrofización potencial del reservorio y sedimentación   | Carrera and Mack, 2010   |
| Las emisiones de CO <sub>2</sub> , el uso del suelo, la contaminación del aire, el cambio climático y el cambio en la calidad del agua   | Onat and Bayar, 2010   |
| La contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero  | Nautiyal et al., 2011  |
| La sedimentación, el calentamiento global (las emisiones de gases de efecto invernadero), la inundación de la tierra, cambio de paisaje, pérdida de biodiversidad, aire localizadas y la contaminación del agua  | Kaunda et al., 2012  |
| Aire y la calidad del agua, gestión de residuos, la hidrología de aguas abajo y de flujo del medio ambiente, la salud pública, las especies en peligro de extinción raras, paso de especies de peces, especies de plagas dentro del depósito (flora y la fauna), problemas de salud, los impactos de las actividades de construcción en el medio ambiente terrestre y acuática y la adopción de sistemas de gestión ambiental auditados de forma independiente | Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006 |
| Los indicadores biológicos, las condiciones morfológicas, los hábitats terrestres y de calidad del agua y la fauna de los peces  | Vucijak et al., 2013   |
| Uso de la tierra y de los costes externos (éntorno)  | Maxini, 2014   |
| Emisiones de Gases Efecto Invernadero, la demanda de tierras y otros impactos ecológicos perjudiciales   | Dombi et al., 2014   |
| GWP100 (Potencial de Calentamiento Global más de 100 años), el agua, el consumo de la tierra, los recursos subterráneos, los residuos, el efecto sobre los ecosistemas (incluyendo flora y fauna), directa y las emisiones indirectas, la colocación de plantas y obstáculos, tráfico y peligros   | Scannapieco et al., 2014   |
| La calidad del paisaje y las áreas protegidas, el riesgo hidrológico, EF / Qmean (relación entre el medio ambiente fi descarga ujo y media de río), Qmax der / Qmean (relación entre el caudal máximo que se puede derivar de la planta y de descarga promedio de río), der Qmean / Qmean (relación entre el caudal medio que se puede derivar de la planta y de descarga promedio de río), la calidad del agua, la cantidad de agua y mitigación de impactos  | Rosso et al., 2014   |
| Impacto en la biodiversidad local (flora, fauna, peces e invertebrados) y la erosión del suelo   | Morimoto, 2013   |

Fuente: Adaptado de (D. Kumar and Katoch 2014)

**Tabla 17. Resumen de Indicadores de Sostenibilidad medioambiental para renovación de construcciones**

| ENVIRONMENTAL KPIS |   | AUTORIAÑO         |
|--------------------|---|-------------------|
| Genéricos          | Amabilidad del medio ambiente [Escala 1–5 siendo 1 "Altamente sin importancia" y 5 "Altamente importante"]                                    | Yahya MR, 2012    |
|                    | Costos sombra [EUR]   | Dijkstra L, 2013. |
|                    | Utilización de tecnología amigable con el medio ambiente [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"] | Ngacho C, 2014    |
| Atmósfera          | Emisión anual de carbono [kg CO2 eq]  | De Wilde P, 2010  |
|                    | Destrucción de la capa de ozono estratosférica [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                       | Feifer L, 2011.   |
|                    | Incorporación de carbono [Kg]   | Dunphy, 2012.     |
|                    | Emissiones [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]   | Feifer L, 2011.   |
|                    | Tiempo de recuperación de las emisiones [años]  | Ardente F, 2011   |
|                    | Formación del nivel de ozono [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]   | Feifer L, 2011.   |
|                    | Emissiones de GHG [kg CO2-equivalente/kg emissions]   | Feifer L, 2011.   |
|                    | Potenciales advertencias globales [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                                    | Dijkstra L, 2013. |
|                    | Impacto para evaluar bajo EIA (Aire): [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Feifer L, 2011.   |
|                    | Proyecto ha dado lugar a contaminación del aire [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]          | Ugwu OO, 2005     |
| Uso del suelo      | Resistencia al cambio climático [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                                      | Ngacho C, 2014    |
|                    | Potencial agotamiento abiótico [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                                       | Feifer L, 2011.   |
|                    | Acidificación de la tierra y de los recursos del agua [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                | Feifer L, 2011.   |
|                    | Conectividad con el interior del territorio [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Grado de adquisición de las tierras [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Acidificación de la tierra y de los recursos del agua [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                | Feifer L, 2011.   |
|                    | Recursos de agua fresca [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]  | Feifer L, 2011.   |
|                    | Impacto para evaluar bajo EIA (Agua): [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Calidad del agua utilizada en la construcción [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                        | Feifer L, 2011.   |
|                    | Reutilización del agua [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005     |
| Recursos Hídricos  | Eutrofication: [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]   | Feifer L, 2011.   |
|                    | Grado de la pérdida del hábitat o de las zonas de alimentación [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                         | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Grado de la tala de árboles [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Impacto para evaluar bajo EIA (Ecología): [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Agotamiento de los recursos minerales [kg Sb-equivalent] and [US\$]   | Ugwu OO, 2005     |
|                    | Proyecto ha llevado al agotamiento de recursos naturales [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"] | Dunphy, 2012.     |
|                    | Reprovisión del hábitat [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ngacho C, 2014    |
|                    |   | Ugwu OO, 2005     |
|                    |   |                   |
|                    |   |                   |

|                              |   |                  |
|------------------------------|---|------------------|
| <b>Ruido</b>                 | Desempeño acústico [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                         | Feifer L., 2011. |
|                              | Flexibilidad del diseño hacia la reducción del ruido [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]         | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Impacto para evaluar bajo E/AR (Ruido): [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                      | Ugwu OO, 2005    |
| <b>Impacto visual</b>        | Ruido [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                                      | Feifer L., 2011. |
|                              | Luminosidad [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                                | Feifer L., 2011. |
|                              | Armonía con el entorno [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                                       | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Impacto para evaluar bajo E/AR (Impacto visual): [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]             | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Visión del tasador sobre el impacto visual [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                   | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Vista agradable [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                            | Feifer L., 2011. |
|                              | Diseño de la salida del aire [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                                 | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Humidificación [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                             | Feifer L., 2011. |
|                              | Calidad del aire adentro [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                   | Feifer L., 2011. |
|                              | Calidad de la salud del medio ambiente (IEQ) [Escala del nivel de prioridad 1–10]                                   | Alwaer H, 2010   |
| <b>Calidad en interiores</b> | Riesgo de calentamiento excesivo [%]  | De Wilde P, 2010 |
|                              | Diseño de la ventilación - durante la construcción [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]           | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Diseño de la ventilación - durante la etapa de servicio [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]      | Ugwu OO, 2005    |
|                              | Conservación anual de la energía eléctrica [Escala del nivel de prioridad 1–10]                                     | Alwaer H, 2010   |
|                              | Consumo de energía y recursos ahorrados [EUR]   | Xu PP, 2012      |
|                              | Administración de la energía  | Xu PP, 2012      |
|                              | Tiempo de recuperación de la inversión en energía [años]  | Ardente F, 2011  |
|                              | La política energética y la auditoría [Escala del nivel de prioridad 1–10]  | Alwaer H, 2010   |
|                              | Índice de Retorno de la energía   | Ardente F, 2011  |
|                              | Ahorro de energía anual [%]   | Dunphy, 2012.    |
| <b>Energía</b>               | Energía exportada [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                          | Feifer L., 2011. |
|                              | Materiales para la recuperación de energía [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica] | Feifer L., 2011. |
|                              | Reducción de la demanda de energía pico para las operaciones de construcción [Escala del nivel de prioridad 1–10]   | Alwaer H, 2010   |
|                              | Energía primaria renovable [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                 | Feifer L., 2011. |
|                              | Orientación del sitio para maximizar el potencial de la energía solar pasiva [Escala del nivel de prioridad 1–10]   | Alwaer H, 2010   |
|                              | Rendimiento térmico [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                        | Feifer L., 2011. |
|                              | Ciclo de vida total de la energía renovable primaria [Escala del nivel de prioridad 1–10]                           | Alwaer H, 2010   |
|                              | Ciclo de vida total de la energía NO renovable primaria [Escala del nivel de prioridad 1–10]                        | Alwaer H, 2010   |
|                              | El uso de luz natural en las áreas primarias [Escala del nivel de prioridad 1–10]                                   | Alwaer H, 2010   |
|                              | Uso de energía NO renovable primaria [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]       | Feifer L., 2011. |

|                                |   |                 |
|--------------------------------|---|-----------------|
| <b>Reutilización/Reciclaje</b> | Componentes para recursos [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                      | Feifer L, 2011. |
|                                | Materiales para reciclaje [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                      | Feifer L, 2011. |
|                                | Combustibles secundarios [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                       | Feifer L, 2011. |
|                                | Materiales secundarios [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                         | Feifer L, 2011. |
|                                | Eliminación de residuos peligrosos [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]             | Feifer L, 2011. |
|                                | Incremento de desperdicios sólidos [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"] | Ngacho C, 2014  |
|                                | Materiales utilizados, durabilidad y Residuos [Escala del nivel de prioridad 1–10]                                      | Alwaer H, 2010  |
|                                | Eliminación de residuos no peligrosos [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]          | Feifer L, 2011. |
|                                | Eliminación de desperdicios radioactivos [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]       | Feifer L, 2011. |
|                                | Ruta(s) para eliminación de desperdicios [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                         | Ugwu OO, 2005   |
|                                | Administración de desperdicios sólidos de la construcción [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]        | Ugwu OO, 2005   |
|                                | Administración de desperdicios líquidos No tóxicos [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]               | Ugwu OO, 2005   |
|                                | Administración de desperdicios excavados sólidos [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                 | Ugwu OO, 2005   |
|                                | Administración de desperdicios tóxicos líquidos [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                  | Ugwu OO, 2005   |
| <b>Salud Pública</b>           | Salud Pública [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005   |
|                                | Seguridad Pública [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005   |

Fuente: Adaptado de (Kylli, Fokaides, and Jimenez, 2016)

### 3.4 IMPACTO SOCIAL

El concepto de sustentabilidad social es definido en diferentes formas dependiendo de la perspectiva de los participantes en el proyecto y las fases durante el ciclo de vida del mismo. En otras palabras, los participantes del proyecto pueden ver la sustentabilidad social teniendo diferentes niveles de importancia y valor (Valdés-Vásquez et al., 2013). Según Romero (2008) la participación de la comunidad con equidad de género constituye un medio eficaz de garantizar que las soluciones técnicas sean adecuadas y duraderas y alcancen un desarrollo sostenible. En muchos casos los conflictos ambientales sobre el uso y conservación de los ecosistemas fluviales y cuencas hidrográficas han permanecido envueltos en polémica social desde hace décadas, como en el caso de los ríos del norte de Finlandia (Karjalainen et al., 2010), hecho que bien puede replicarse en la República del Ecuador con la construcción de 16 proyectos estratégicos hídricos de riego, a no ser que se implementen iniciativas de política y planes de agua como por ejemplo la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea para restaurar la multifuncionalidad de los ecosistemas fluviales y paisajes, así como los planes elaborados con el objetivo de maximizar el uso de los ríos europeos y del norte para la producción de energía hidroeléctrica y satisfacer las obligaciones de los acuerdos internacionales sobre el clima y para obtener beneficio de su aplicación (e.g. Pahl-Wostl, 2006; Sigel et al., 2010; Wolsink, 2006). El mayor potencial hidroeléctrico a gran escala desarrollado en las zonas del norte está en Rusia y Canadá, pero en Finlandia existe una considerable presión política para abrir las causas judiciales en los antiguos conflictos sociales generados por los planes de construcción hidroeléctrica, tales como el Act on the Protection of Rapids in the IiRiver (Karjalainen et al., 2010).

La falta de coincidencia de los beneficios y costes sociales se traduce fácilmente en actitudes de confrontación y en muchos casos en conflicto(s) entendidos como tal las incompatibilidades fundamentales y subyacentes que dividen a las partes y que son por lo general a largo plazo (Elliott et al., 2003). Se incluyen además temas aparentemente no negociables, diferencias morales o de valor, o cuestiones distributivas de alto riesgo (Burton 1990); así, se puede mencionar los conflictos relacionados con los planes y proyectos de energía hidroeléctrica a gran escala que han desencadenado en muchos casos en conflictos insolubles típicamente muy complejos en donde se han implicado muchas partes y cuestiones, una larga historia y emociones fuertes (Putnam et al., 2003). Finalmente, las organizaciones tienen la obligación como parte de su responsabilidad social corporativa evaluar el impacto social para prevenir posibles conflictos dentro de las comunidades

afectadas (Kemper et al., 2013), por lo que toda iniciativa que permita prevenir y monitorear los potenciales conflictos sociales de los proyectos estratégicos hídricos de riego contribuyen a alcanzar su sostenibilidad.

Por lo anotado, Pahl-Wostl (2006) considera a los ecosistemas fluviales y las cuencas hidrográficas como zonas de conflicto, donde la población, los recursos y el medio ambiente cada vez más compiten entre sí.

La responsabilidad social forma la justificación normativa de la integración estratégica a nivel de sostenibilidad corporativa. Carroll (2004, p.116) define la responsabilidad social como "*Hacer lo que se espera por las partes interesadas globales*". Esto representa una pequeña, pero distinta, diferencia de la definición del mismo autor de la responsabilidad legal "*Haz lo que es requerido por las partes interesadas a nivel mundial*". Varios eruditos discuten la responsabilidad social en términos de que sea estratégicamente implementada como una estrategia de "ganar-ganar". Porter y Kramer (2002) llaman a esta situación de ganar-ganar como una filantropía estratégica. Falck y Heblich (2007, p. 247) explican esta estrategia ganar-ganar de la siguiente manera: "*Una empresa puede hacer bien haciendo el bien*"; en otras palabras, se puede obtener un beneficio y hacer del mundo un lugar mejor, al mismo tiempo.

Según Romero (2008), al enfrentar la tarea de proyectar un sistema de irrigación basado en el concepto de un desarrollo social sustentable resulta de trascendental importancia tener presente las siguientes consideraciones:

- a. Adecuar el proyecto a las características de los recursos del agro ecosistema.
- b. Posibilidad de concebir el proyecto sobre los cimientos de la cultura local.
- c. Devolver la responsabilidad a la población local con el adecuado asesoramiento.
- d. Estudiar la posibilidad de que en las zonas beneficiadas por el proyecto se establezcan algunas de las formas de propiedad colectiva sobre los medios de producción.
- e. Contratar a la población local para la ejecución del proyecto de riego.
- f. Vincular el nuevo proyecto y su explotación a los programas gubernamentales de desarrollo local, regional y del país.
- g. Priorizar el desarrollo local a pequeña escala.

- h. Facilitar a la población local su participación activa en la preparación de los planes de gestión.
- i. Precisar y legislar a nivel local las restricciones asociadas a la explotación de los sistemas de riego.
- j. Divulgar sistemáticamente los beneficios obtenidos como consecuencia del proyecto de riego o los cambios y mejoras realizados a los existentes.
- k. Apoyar la diversidad como un valor.

Con la finalidad de medir los impactos sociales en los proyectos, el Global Reporting Initiative (GRI) por sus siglas en inglés, en su versión G4 (2013) ha desarrollado 11 indicadores agrupados en aspectos como: empleo, relaciones entre trabajadores y dirección, salud y seguridad laboral, capacitación y educación, diversidad e igualdad de oportunidades, igualdad de remuneraciones entre hombres y mujeres, evaluación de prácticas laborales de proveedores, mecanismos de reclamación de prácticas laborales, comunidades locales, corrupción, política pública, comportamiento de competencia desleal, cumplimiento regulatorio y evaluación de la repercusión social de los proveedores, cuyo detalle se presenta en la Tabla 18.

**Tabla 18. Indicadores de sostenibilidad social del GIR versión G4**

| <b>CATEGORIA SOCIAL</b>   |
|---|
| <b>PRÁCTICAS LABORALES Y TRABAJO DIGNO</b>  |
| <b>Aspecto: Empleo</b>  |
| LA1 Desglose del colectivo de trabajadores por tipo de empleo, por contrato, por región y por sexo.   |
| LA2 Número total de empleados y tasa de nuevas contrataciones y rotación media de empleados, desglosados por grupo de edad, sexo y región.  |
| LA3 Beneficios sociales para los empleados con jornada completa, que no se ofrecen a los empleados temporales o de media jornada, desglosado por ubicaciones significativas de actividad. |
| <b>Aspecto: Relaciones entre trabajadores y la dirección</b>  |
| LA4 Porcentaje de empleados cubiertos por un convenio colectivo.  |
| <b>Aspecto: Salud y Seguridad Laboral</b>   |
| LA5 Porcentaje de trabajadores que está representado en comités formales de seguridad y salud conjuntos   |

|  |
|--|
| para dirección y empleados, establecidos para ayudar a controlar y asesorar sobre programas de seguridad y salud laboral.  |
| LA6 Tipo y tasa de lesiones, enfermedades profesionales, días perdidos, absentismo y número de víctimas mortales relacionadas con el trabajo por región y por sexo                 |
| LA7 Trabajadores cuya profesión tiene una incidencia o un riesgo elevados de enfermedad.   |
| LA8 Asuntos de salud y seguridad cubiertos en acuerdos formales con los sindicatos.  |
| <b>Aspecto: Capacitación y Educación</b>   |
| LA9 Promedio de horas de capacitación anuales por empleado, desglosado por sexo y por categoría laboral.   |
| LA10 Programas de gestión de habilidades y de formación continua que fomentan la empleabilidad de los trabajadores y les ayudan a gestionar el final de sus carreras profesionales |
| LA11 Porcentaje de empleados que reciben evaluaciones regulares del desempeño y de desarrollo profesional, desglosado por sexo y por categoría profesional                         |
| <b>Aspecto: Diversidad e Igualdad de Oportunidades</b>   |
| LA12 Composición de los órganos de gobierno y desglose de la plantilla por categoría profesional y sexo, edad, pertenencia a minorías y otros indicadores de diversidad            |
| <b>Aspecto: Igualdad de remuneración entre mujeres y hombres</b>   |
| LA13 Relación entre el salario base de los hombres con respecto al de las mujeres, desglosada por categoría profesional y por ubicaciones significativas de actividad.             |
| <b>Aspecto: Evaluación de prácticas laborales de los proveedores</b>   |
| LA14 Porcentaje de nuevos proveedores que se examinaron en función de criterios relativos a las prácticas laborales  |
| LA15 Impactos negativos significativos, reales y potenciales, en las prácticas laborales en la cadena de suministro, y medidas al respecto   |
| <b>Aspecto: Mecanismos de reclamación sobre las prácticas laborales OCDE</b>   |
| LA16 Número de reclamaciones sobre prácticas laborales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación                                      |
| <b>SOCIEDAD</b>  |
| <b>Aspecto: Comunidades locales</b>  |

|  |
|--|
| SO1 Porcentaje de centros donde se han implantado programas de desarrollo, evaluaciones de impactos y participación de la comunidad local    |
| <b>Aspecto: Corrupción</b>   |
| SO2 Centros de operaciones con efectos negativos significativos, posibles o reales, sobre las comunidades locales                            |
| SO3 Número y porcentaje de centros en los que se han evaluado los riesgos relacionados con la corrupción y riesgos significativos detectados |
| SO4 Políticas y procedimientos de comunicación y capacitación sobre la lucha contra la corrupción  |
| <b>Aspecto: Política Pública</b>   |
| SO5 Casos confirmados de corrupción y medidas adoptadas.   |
| SO6 Valor de las contribuciones políticas, por país y destinatario.  |
| <b>Aspecto: Comportamiento de competencia desleal</b>  |
| SO 7 Número de demandas por competencia desleal, prácticas monopolísticas o contra la libre competencia y resultado de las mismas.           |
| <b>Aspecto: Cumplimiento regulatorio</b>   |
| SO 8 Valor monetario de las multas significativas y número de sanciones no monetarias por incumplimiento de la legislación y la normativa.   |
| <b>Aspecto: Evaluación de la repercusión social de los proveedores</b>   |
| SO9 Porcentaje de nuevos proveedores que se examinaron en función de criterios relacionados con la repercusión social.                       |
| SO10 Impactos negativos significativos y potenciales para la sociedad en la cadena de suministro, y medidas adoptadas.                       |
| <b>Aspecto: Mecanismos de reclamación por impacto social</b>   |
| SO11 Número de reclamaciones sobre impactos sociales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación. |

Fuente: Global Reporting Initiative, (2013)

Los indicadores de sostenibilidad social mayormente relacionados con los proyectos hídricos de riego han sido reportados recientemente para proyectos hidroeléctricos por Kumar y Katoch (2014) e incluyen 18 indicadores sociales, provenientes de 20 trabajos científicos y son presentados a modo de resumen en la Tabla 19; y, más recientemente, Kylili et al. (2016) presentan 24 indicadores sociales relacionados con: patrimonio cultural, acceso público, percepción del público, funcionalidad y seguridad ocupacional de las reconstrucciones provenientes de 8 trabajos científicos y se reportan en la Tabla 20. Todos estos indicadores por su convergencia serán un valioso soporte para identificar variables de sostenibilidad económicas para proyectos estratégicos hídricos de riego.

**Tabla 19. Resumen de Indicadores de sostenibilidad social para proyectos hidroeléctricos**

| INDICADORES SOCIALES   | AUTOR/AÑO   |
|--|---|
| El reasentamiento involuntario, la cooperación de los desalojados y la participación de todos los interesados  | Goodland, 1994  |
| La reubicación de las personas, las enfermedades relacionadas con el agua y el patrimonio cultural   | Sarkar and Karagioz, 1995   |
| Generación de trabajo, estándares de vida y beneficios comunitarios  | Afgan et al., 2000  |
| Efecto de las comunidades indígenas, las enfermedades relacionadas con el agua, la construcción de nuevas carreteras, la colonización, el tráfico no deseado y las inmigraciones, efecto sobre las actividades culturales, la migración a las ciudades, las oportunidades de trabajo y estilo de vida de las comunidades locales | Kaygusuz, 2002  |
| Participación de la comunidad, los beneficios de intercambio de proyectos, desplazamiento de la población, la salud pública, el efecto sobre los sitios del patrimonio, la participación pública, el intercambio de beneficios del desarrollo y la mejora de los medios de vida y la mejora de los medios de subsistencia        | Klimpt et al., 2002   |
| Aumentar las oportunidades de empleo y nivel de vida   | Bakis and Demiriabas, 2004  |
| La pobreza, la calidad de vida, la educación, la transición demográfica, la contaminación interior, la salud y el género y las implicaciones relacionadas con la edad  | Vera and Langlois, 2007   |
| La aceptación pública, el desplazamiento de las personas y los animales de los hogares / hábitats, efecto sobre los pastos agrícolas, el acceso al agua de riego normal, deportes acuáticos de recreo y el control de inundaciones   | Evans et al., 2009  |
| -  | Kaygusuz, 2009  |
| Capacidad innovadora, la eliminación de agua, el potencial de conflicto, la participación en la toma de decisiones, problemas de salud, la familiaridad con los riesgos, potencial catastrófico, el impacto funcional y el impacto estético  | Carreira and Mack, 2010   |
| La salud humana y la agricultura   | Onat and Bayar, 2010  |
| Reasentamiento y rehabilitación, adquisición de tierras, el transporte, los enlaces de comunicación, riego, abastecimiento de agua, prevención de inundaciones, pesca y turismo  | Nautiyal et al., 2011   |
| Asentamiento involuntario, la destrucción del asentamiento, la pérdida de medios de vida y la identidad cultural   | Kaunda et al., 2012   |
| Reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida, la distribución equitativa de los beneficios del proyecto, la eficacia y compensatorios y beneficios en curso, la salud pública, los  | Liu et al., 2013.<br>International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006 |
| -  | Vučijak et al., 2013  |
| Los costes externos (salud humana), la creación de empleo, la aceptabilidad social y riesgo de alimentación externa  | Maxim, 2014   |
| Nuevos puestos de trabajo y los ingresos locales   | Dombi et al., 2014  |
| Empleo y la aceptación del público   | Scannapieco et al., 2014  |
| Las tasas de compensación / número de habitantes, tasas de compensación / ingresos pro-capite promedio, de impacto en múltiples usos, actividades empresas locales, de   | Rosso et al., 2014  |
| El desplazamiento y reasentamiento, nivel de vida y la salud de las comunidades  | Morimoto, 2013  |

Fuente: Adaptado de (D. Kumar and Katoch 2014)

**Tabla 20. Resumen de Indicadores de Sostenibilidad social para renovación de construcciones**

| SOCIAL KPIs            |  | AUTOR/AÑO                          |
|------------------------|--|------------------------------------|
| Patrimonio cultural    | Quejas de los partidos / de los pueblos de la zona [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                          | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Grado de diversión [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Huella del proyecto en el sitio arqueológico [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                                | Ugwu OO, 2005                      |
| Acceso Público         | Accesibilidad para personas con capacidades especiales [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]    | Feifer L, 2011.                    |
|                        | Gravedad de la obstrucción [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Gravedad de la congestión [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Atención de las autoridades locales [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005                      |
| Percepción del Público | Extensión de la invasión en zonas afectadas [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]                                 | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Satisfacción de los Grupos de interés [%]  | Xu PP., 2012                       |
| Funcionalidad          | Funcionalidad [Escala 1–5 siendo 1 "Altamente sin importancia" y 5 "Altamente importante"]   | Yahya MR, 2012                     |
|                        | Funcionalidad, Uso y Estética [Escala del nivel de prioridad 1–10]   | Alwaer H, 2010<br>De Wilde P, 2010 |
|                        | Rendimiento del trabajo de oficina [%]   |                                    |
| Seguridad Ocupacional  | Accidentes, lesiones, muertes [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Reporte de accidentes [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]                         | Ngacho C, 2014                     |
|                        | Muertes fatales [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]                               | Ngacho C, 2014                     |
|                        | Seguridad de incendios [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]                                    | Xu PP, 2012                        |
|                        | Salud y Seguridad [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Xu PP, 2012                        |
|                        | Salud a largo plazo [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Administración de sistemas [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]  | Ugwu OO, 2005                      |
|                        | Conatos de accidente ocurridos [Escala 1–5 siendo 1 "Extremadamente en desacuerdo" y 5 "Extremadamente de acuerdo"]                | Ngacho C, 2014                     |
|                        | Seguridad [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]   | Yahya MR, 2012                     |
|                        | Seguridad contra la interrupción del suministro de la red [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica] | Feifer L, 2011.                    |
|                        | Técnicas de seguridad contra intrusos y el vandalismo [Escala 1–5 donde 1 es bajo la práctica corriente y 5 es mejor práctica]     | Feifer L, 2011.                    |
|                        | Salud a corto plazo [Escala 1–5 siendo 1 "No adecuado" y 5 "Muy adecuado"]   | Ugwu OO, 2005                      |

Fuente: Adaptado de (Kylli, Fokaides, and Jimenez, 2016)

### **3.5 SOSTENIBILIDAD EN LOS PROYECTOS DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES “AEC”**

En razón de que los proyectos estratégicos hídricos de riego con sus características propias no dejan de ser en esencia proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción que también presentan brechas constructivas y no constructivas, como parte de la revisión del estado del arte de los proyectos hídricos de riego a continuación se revisa el estado del conocimiento de la gestión sostenible en los proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) por sus siglas en inglés: Architecture, Engineering, and Construction, encontrando que la iniciativa de la sostenibilidad ha ido cambiando profundamente las reglas del juego de esta industria al irse incorporando en los procesos de diseño y operación de los proyectos. Este cambio ha provocado una “fiebre” por construir enormes proyectos persiguiendo certificados verdes, tales como las evaluaciones de construcción verde de la Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) en Estados Unidos, la Building Research Establishment’s Environmental Assessment Method (BREEAM) en Gran Bretaña, la GreenMark en Singapur, la Envision<sup>TM</sup> para el evaluación de la infraestructura sostenible, y el Greenroads Rating System para proyectos de transporte (Lu & Zhang, 2016).

Sin embargo, los proyectos ecológicos desarrollados por las empresas de AEC dependen altamente del cumplimiento de estándares y de la voluntad de responsables externos más que del esfuerzo desarrollado por ellas mismas. Se observa un síndrome sesgado en las empresas de AEC en el que se preocupan más por los proyectos verdes finalmente entregados, que de la sostenibilidad de las operaciones corporativas. Por ejemplo, muchos premios AEC globales, tales como el “top de contratistas verdes” emitido por la Engineering News Record (ENR), certifican a un contratista verde basándose en el número de edificios verdes entregados; sin embargo, no son considerados como criterios de certificación el agua y la energía consumida por este contratista durante su proceso de operación y construcción (Lu & Zhang, 2016).

Tal desconocimiento de las operaciones de construcción verde podría causar problemas graves. Por el lado de la demanda, los propietarios que siguen la indicación errónea de “contratista verde” optarán por la empresa que suministra productos verdes, en lugar de la organización “realmente” sostenible. Por el lado de la oferta, tal limitación también puede desalentar a las operaciones verdes a nivel corporativo y su desarrollo sostenible a largo plazo, poniendo en peligro la competitividad a largo plazo de la industria de la AEC. Mientras que las empresas de AEC siguen construyendo millones de instalaciones verdes en base a las peticiones de los propietarios o inversores, necesitan

volver a pensar lo que es el desarrollo "realmente" sostenible y reconsiderar sus motivaciones intrínsecas y el rendimiento sostenible en el futuro. La investigación académica muestra un sesgo similar, mientras que un gran conjunto de conocimientos se ha establecido para los proyectos de construcción verde, poco se sabe acerca de la responsabilidad sostenible para las empresas de AEC.

Por otro lado la aplicación del concepto de sostenibilidad en los proyectos de ingeniería civil está resultando lenta y el uso de criterios sostenibles se basa casi exclusivamente en manuales de buenas prácticas con el entorno (Zucchella et al., 2014). Las buenas prácticas son el resultado de la experiencia que sin duda son activos muy importantes, pero actualmente pueden resultar insuficientes si no se contextualiza en las tres dimensiones de la sostenibilidad. (Zucchella et al., 2014).

Los motivos por los cuales la aplicación del concepto de la sostenibilidad en el sector de la ingeniería civil ha sido lento podrían obedecer a la existencia de herramientas como la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) que aparecen como alternativas a las herramientas de evaluación de la sostenibilidad; sin embargo, estos modelos dejan de lado los dos restantes pilares sociales y económicos de la sostenibilidad (Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2009)

Según Fernández (2010), en los últimos años empieza una concienciación sobre la necesidad de aplicar los criterios de evaluación sostenible en todas las actividades de la ingeniería civil en base a sistemas de indicadores, como el sistema SUSTainability Appraisal in Infrastructure Projects (SUSAIP) aplicable a puentes y viaductos propuesto por Ugwu, et al. (2006), el modelo Technical Sustainability Index (TSI) propuesto por Dasgupta et al. (2005) para proyectos de infraestructuras en Canadá y aplicado a líneas eléctricas; las aplicaciones del sistema LEED de edificios a los proyectos de infraestructuras en EEUU (e.g. Lendrum et al., 2008, Soderlund, 2007) basado en una lista de control para la certificación de proyectos pero no para la toma de decisiones; o el Índice de Contribución de las Estructuras a la Sostenibilidad (ICES) de la EHE española (Aguado et al., 2007) válido para la evaluación de estructuras de hormigón en edificación y obra civil. Todos estos modelos no son aplicables al objetivo de esta tesis, debido principalmente a estar orientados a proyectos muy concretos como puentes o estructuras de hormigón, además de centrarse en la certificación de proyectos y no como sistema para seleccionar, optimizar y controlar brechas de complementariedad no constructivas en proyectos hídricos, sin embargo constituyen una valiosa fuente de información referente. En la Tabla 21 se muestra de forma

esquemática las distintas propuestas existentes sobre aplicación de la sostenibilidad en los proyectos de ingeniería civil elaborado por Fernández (2010).

**Tabla 21. Sistemas de evaluación de la sostenibilidad en la ingeniería civil**

| Nombre   | Alcance  | Tipología de proyecto                      | País, autor y año   |
|--|--|--|---|
| SUSAIP   | Sistema de 60 indicadores basado en encuestas. No se explicita la evaluación de los indicadores individualmente  | Infraestructuras puentes y viaductos       | China y Sudáfrica (Ugwu et al., 2006; Ugwu y Haupt, 2007) |
| TSI  | Indicadores sacados de la bibliografía científica, clasificados en ambientales y técnicos. Sí se explicita el modo de cálculo. No es un análisis multicriterio.                                    | Infraestructuras líneas eléctricas         | Canadá (Dasgupta y Tam, 2005)                             |
| CEEQual  | Evaluación y puntuación de los proyectos de ingeniería civil en las fases de diseño y construcción exclusivamente. Analiza 12 áreas relacionadas con el medioambiente y con los aspectos sociales. | Proyectos de ingeniería civil              | UK (Campbell-Lendrum y Feris, 2008)                       |
| Aplicaciones del sistema LEED a infraestructuras | Basado en <i>checklists</i> , adaptando los criterios de la edificación. No se valoran los esfuerzos en cada indicador. Objetivo: certificación, no toma de decisiones                             | Infraestructuras lineales                  | Estados Unidos (Campbell, 2009; Soderlund, 2007)          |
| ICES   | Basado en el ISMA (índice de sensibilidad medioambiental) con variables sociales y de ciclo de vida.   | Todo tipo de estructuras de hormigón (EHE) | España (EHE, 2008)  |

Fuente: (Fernández et al., 2010)

Tomando en cuenta que el sector de la construcción en general está evolucionando hacia un aumento y desarrollo de la serie y el tipo de indicadores sociales, económicos y ambientales (Zhang, Wang y Tian, 2008) y que el desarrollo de categorías o conjunto de indicadores apropiados para tipos comunes de sistemas de infraestructura civiles podrían racionalizar el análisis de sostenibilidad (Dasgupta et al., 2005), estos modelos de indicadores pueden contribuir a identificar buenas prácticas de sostenibilidad específicas para los proyectos hídricos de riego que permitan medir finalmente las brechas de complementariedad no constructivas bajo el punto de vista de indicadores vinculantes o de tercera generación, en línea con los desafíos más importantes que presentan la revisión del estado del arte en indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible realizado por la División del Medio Ambiente y Asentamientos Humanos y publicado por la Naciones Unidas (2001).

### **3.6 SOSTENIBILIDAD, GESTIÓN DE PROYECTOS Y RIESGO**

Un número significativo de empresas están adoptando técnicas de gestión de proyectos, invirtiendo recursos y esfuerzos en su implementación (Berssaneti et al., 2015). Actualmente existen dos organizaciones reconocidas especializadas en la gestión integrada de proyectos: Project Management Institute (PMI) y el International Project Management Association (IPMA). Ambas organizaciones publican sus estándares y procedimientos periódicamente. Tanto el PMI (2013) en su última versión, cuanto el IPMA en su reciente versión del ICB (2015) han adaptado sus procedimientos a la gestión integrada de proyectos del sector de infraestructura de ingeniería civil.

Existen varias guías de referencia en el área de gestión de proyectos, tales como la Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK) por sus siglas en inglés, propuesta por el PMI (PMI, 2013) que se estructura en diez áreas de conocimiento, sin embargo, no se muestra especial atención a los aspectos de la sostenibilidad. Entre otras guías desarrolladas por organizaciones importantes se pueden destacar: la Asociación Internacional de Gestión de Proyectos (IPMA, 2015), el Instituto Australiano de Gestión de Proyectos (AIPM, 2013), la Asociación para la Gestión de Proyectos (APM, 2013), la Guía de Proyectos en Medioambientes Controlados PRINCE2 (PRINCE2, 2013) y el Modelo de Formulario de Contrato Internacional para los procesos en planta de construcciones ENAA (ENAA, 2013), sin embargo, ninguno dedica atención especial a la cuestión de la sostenibilidad en todas sus dimensiones.

De acuerdo a la información de la Tabla 22 desarrollada por Fernández et al. (2010), referente a las áreas de conocimiento y los estándares considerados por la dirección integrada de proyectos del PMI, se determina que en la gestión de proyectos no existe un enfoque desde la perspectiva de una gestión integrada basada en los tres pilares de la sostenibilidad, pues generalmente se ha olvidado incluir el factor social, por lo que no se ha logrado encontrar hasta la presente fecha una metodología para identificar, priorizar, seleccionar y medir las variables o buenas prácticas de sostenibilidad en los proyectos.

**Tabla 22. Áreas de conocimiento de la Dirección Integrada de Proyectos del Project Management Institute PMI, aplicados a las fases constructiva y no constructiva de los proyectos**

| Project Management Institute (PMI) <i>Construction Extension to the PMBoK Guide</i> (PMI, 2007) |  |
|---|--|
| Áreas de Conocimiento   | Gestión de la Integración del Proyecto |
|   | Gestión del Alcance                    |
|   | Gestión del Plazo                      |
|   | Gestión del Coste                      |
|   | Gestión de la Calidad                  |
|   | Gestión de los Recursos Humanos        |
|   | Gestión de las Comunicaciones          |
|   | Gestión de los Riesgos                 |
|   | Gestión de las Adquisiciones           |
|   | Gestión de la Seguridad                |
|   | Gestión Medioambiental                 |
|   | Gestión Financiera                     |
|   | Gestión de Reclamaciones               |

Fuente: Adaptado de (Hruskovic, P. 2008)

En este sentido, el PMI (2008) considera únicamente la gestión medioambiental entre sus áreas de conocimiento y por tanto no considera la gestión sostenible de forma integral; en tanto que el IPMA en su anterior versión del ICB (Individual Competence Baseline) 2006, contemplaba además del medio ambiente, la gestión de la salud y seguridad dentro de las competencias de elementos contextuales y los impactos sobre el proyecto, aunque sin incluir explícitamente la consideración relativa al componente social del desarrollo sostenible del proyecto. No obstante, en su reciente cuarta versión del ICB (IPMA. International Project Management Association 2015b) incluye cómo determinar, evaluar y revisar los indicadores clave de rendimiento de un proyecto de un programa o de un portafolio y ya se considera el componente social a través de los 29 elementos de sus tres competencias: perspectiva, personas y práctica. Así, esto se pone de manifiesto específicamente en las competencias de perspectiva 5, en las competencias de personas: 2, 3, 4, 5, 7,8 y 9, y en las competencias de práctica: 12 de las partes interesadas o “steakeholders”; además de considerar el componente de riesgo y oportunidades en la competencia práctica 11 como se aprecia en la Tabla 23. Sin embargo, por el alcance temporal limitado intrínseco de la definición clásica de proyecto, la aplicación de estas competencias se limita a la ejecución del proyecto y no abarca lo que acontece una vez éste

concluye. Así, una visión sostenible a largo plazo quedaría fuera del alcance de la dirección y gestión de proyectos propiamente dicha, pues esa misión sobrepasa los límites competenciales del proyectista siempre que la parte contratante no lo contemple entre sus objetivos estratégicos.

**Tabla 23. Elementos de Competencia de la Administración de proyectos ICB 4ta.V. (IPMA)**

| Competencia   | Indicadores de competencias clave  |
|---|--|
| <b>Perspectiva 5: Cultura y valores</b>             | <p>Evaluar la cultura y los valores de la sociedad y sus implicaciones para el proyecto</p> <p>Alinear el proyecto con la cultura formal y los valores corporativos de la organización</p> <p>Reconocer y aplicar los valores éticos de todas las decisiones y acciones</p>  |
| <b>Personas 2: Integridad personal y fiabilidad</b> | <p>Promover la sostenibilidad de los productos y resultados</p> <p>Asumir la responsabilidad de las decisiones y acciones propias</p> <p>Ley, tomar decisiones y comunicarse de una manera coherente</p> <p>Completar las tareas a fondo con el fin de construir la confianza con los demás</p> <p>Proporcionar información clara y estructurada a los demás y verificar su comprensión</p> <p>Facilitar y promover la comunicación abierta</p>  |
| <b>Personas 3: Comunicación del Personal</b>        | <p>Elija los estilos de comunicación y canales para satisfacer la necesidades del nivel de audiencia, la situación y la gestión</p> <p>Comunicarse de manera efectiva con los equipos virtuales</p> <p>Emplear el humor y el sentido de la perspectiva cuando sea apropiado</p> <p>Iniciar y desarrollar relaciones personales y profesionales</p> <p>Construir, facilitar y contribuir a las redes sociales</p>   |
| <b>Personas 4: Relaciones y compromiso</b>          | <p>Mostrar empatía través de la escucha, la comprensión y el apoyo</p> <p>Mostrar confianza y el respeto animando a otros comprensión y apoyo para compartir sus opiniones o preocupaciones</p> <p>Comparte propia visión y los objetivos con el fin de obtener la participación y el compromiso de los demás</p> <p>Iniciar acciones de forma proactiva y ofrecer ayuda y asesoramiento</p> <p>Tomar posesión y asumir el compromiso</p>  |
| <b>Personas 5: Liderazgo</b>                        | <p>Proporcionar una dirección, orientación y tutoría para orientar y mejorar el trabajo de las personas y equipos</p> <p>Ejercer poder e influencia apropiada sobre los demás para alcanzar los objetivos</p> <p>Hacer, hacer cumplir y revisar las decisiones</p> <p>Anticipar y posiblemente prevenir conflictos y crisis</p>  |
| <b>Personas 7: Conflicto y crisis</b>               | <p>Analizar las causas y consecuencias de los conflictos y las crisis y la respuesta apropiada selección central (s)</p> <p>Mediar y resolver conflictos y crisis y / o su impacto</p> <p>Identificar y compartir el aprendizaje de los conflictos y crisis con el fin de mejorar la práctica futura</p> <p>Estimular y apoyar un entorno abierto y creativo</p>   |
| <b>Personas 8: Ingenio e iniciativa</b>             | <p>Aplicar el pensamiento conceptual para definir las situaciones y estrategias</p> <p>Aplicar las técnicas analíticas para el análisis de situaciones, los datos y las tendencias financieras y de organización</p> <p>Promover y aplicar técnicas creativas para encontrar alternativas y soluciones</p> <p>Promover una visión integral del proyecto y su contexto para mejorar la toma de decisiones</p> <p>Identificar y analizar los intereses de todas las partes implicado en la negociación</p> |
| <b>Personas 9: Negociación</b>                      | <p>Desarrollar y evaluar las opciones y alternativas con el potencial para satisfacer las necesidades de todas las partes</p> <p>Definir una estrategia de negociación en línea con los objetivos propios que sea aceptable para todas las partes involucradas</p> <p>Llegar a acuerdos negociados con otros partidos que están en línea con los objetivos propios</p> <p>Detectar y explotar adicional de venta y posibilidades de adquisición</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Práctica 11: Riesgo y oportunidades</b>            | Desarrollar e implementar un marco de gestión de riesgos  |
|   | Identificar los riesgos y oportunidades   |
|   | Evaluar la probabilidad y el impacto de los riesgos y oportunidades   |
|   | Seleccionar estrategias e implementar planes de respuesta para hacer frente a los riesgos y oportunidades                                   |
|   | Evaluar y controlar los riesgos, las oportunidades y las respuestas implementadas   |
| <b>Práctica 12: Partes interesadas "Stakeholders"</b> | Identificar a los interesados y analizar su intereses e influencia  |
|   | Desarrollar y mantener una estrategia de los grupos de interés y plan de comunicación   |
|   | Interactuar con los ejecutivos, los patrocinadores y los altos cargos para aumentar el compromiso y gestión de los intereses y expectativas |
|   | Interactuar con los usuarios, socios y proveedores para obtener su cooperación y compromiso   |
|   | Organizar y mantener redes y alianzas   |

Fuente: (IPMA. International Project Management Association, 2015b)

Entendiendo en la presente tesis la falta de consideración de la sostenibilidad como una oportunidad de mejora, es decir como un riesgo positivo del proyecto, a continuación se presenta un estudio de los estándares de gestión de riesgos y oportunidades como área de conocimiento dentro de la dirección integrada de proyectos, pues se considera que los estándares de la gestión sostenible de los proyectos de riego en general pueden seguir los mismos pasos que se llevan a cabo con los estándares en la gestión de riesgos y oportunidades desde su fase de identificación, categorización y priorización, análisis, hasta su tratamiento, control y monitorización.

Dos aspectos de la gestión de riesgos son considerados como específicamente relevantes para la integración de la sostenibilidad corporativa en la gestión estratégica: el aumento y la disminución del riesgo. La elección y la formulación de una estrategia de sostenibilidad corporativa específica pueden implicar un aumento o una disminución en el riesgo. El aumento del riesgo rara vez se discute en la literatura existente (e.g. Ganescu, 2012, Parnell, 2008, Schaltegger, 2011). Por el contrario, según Paraschiv et al. (2012) y Yilmaz et al. (2010) la reducción del riesgo es un tema mucho más común. Así, estos autores indican que la gestión del riesgo en la sostenibilidad va más allá del cumplimiento de las responsabilidades legales y que debe basarse en la filosofía y la cultura de la empresa, debiendo ser vista como una parte integral de la estrategia global de la empresa. Holzmann et al.(2001) incluso van más allá y hablan en este contexto sobre la gestión del riesgo social para la protección social. Para garantizar una gestión eficaz de los riesgos de sostenibilidad, es muy útil contar con un sistema de control de gestión (por ejemplo, la norma ISO 31000: 2009) (Millar et al., 2012).

De la revisión de publicaciones científicas desarrolladas con este propósito, se ha encontrado que Fernández et al. (2010a) han recopilado información relativa a los estándares de gestión de riesgos y oportunidades potencialmente aplicables a los proyectos de ingeniería civil con un enfoque de gestión de riesgos, presentados y actualizados en la Tabla 24, y que posteriormente serán considerados por su aplicabilidad para incluirlos en la identificación de variables de complementariedad no constructivas de los proyectos estratégicos hídricos de riego y final cálculo de las brechas.

**Tabla 24. Estándares para la gestión de riesgos y oportunidades en los proyectos hídricos en sus fases constructiva y no constructiva**

| Estándar         | Título del estándar  | Año de publicación |
|------------------|--|--------------------|
| RAMP             | Risk Analysis and Management for Projects. United Kingdom, ICE (Institution of Civil Engineers)- Aplicable a los proyectos como marco estratégico con un fuerte componente económico   | 2005               |
| PMBok ANSI/PMI   | Project Management Body of Knowledge. EEUU, PMI (Project Management Institute) Standard-   | 2013               |
| 99-001-2004      | Estándar de gestión de proyectos. Identificación de los factores que aumentan la probabilidad y el impacto de eventos positivos y disminuir los efectos adversos.-Extension to a Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBoK Guide, PMI Standard- | 2003               |
| AS/NZS           | Risk Management, Australia Standards   | 2004               |
| 4360:2004        | Guía genérica para manejar el riesgo que debe aplicarse en una amplia gama de actividades, decisiones o acciones, en especial para grupos u organizaciones   |                    |
| BS 6079-4        | Project Management. Guide to the Project Management in Construction Industry. Reino Unido, British Standards (BS)-Aplicación de los estándares genéricos de gestión de proyectos a los proyectos de construcción   | 2006               |
| ISO/IEC Guide 73 | Risk Management – Vocabulary – Guidelines for Use in Standards<br>Vocabulario relacionado con la gestión de riesgos  | 2002               |
| ISO 31000        | Risk Management Guidelines on principles and implementation of Risk Management-  | 2009               |
| UNE 150008:2008  | Environmental risk analysis and assessment-<br>Evaluación de la metodología y análisis de los riesgos ambientales en las actividades industriales  | 2008               |
| ICB 4ta.V IPMA   | Competencia Práctica 11: Riesgo y oportunidades  | 2015               |

Fuente: Adaptado de (Fernández et al., 2010)

Del análisis de los distintos estándares encontrados e identificados sobre la gestión de riesgos y oportunidades de la Tabla 24 y tras evaluar su posible aplicación a la gestión sostenible de los proyectos estratégicos hídricos de riego considerando los criterios sostenibles como oportunidades del proyecto, se encuentra que la mayor importancia se le ha concedido a la ISO 31000, ratificando lo expresado por Millar et al. (2012); sin embargo no se puede descartar el Estándar 150008:2008 que establece una evaluación metodológica y análisis de riesgos ambientales que también pueden ser de utilidad en los proyectos hídricos de riego, ni la utilización de la práctica 11 propuesta por el ICB en su 4ta. Versión por el IPMA para el dominio de la administración de proyectos (IPMA. International Project Management Association, 2015b).

### 3.7 ESTÁNDARES, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Los estándares y normas desarrollados en el marco de la construcción sostenible han tratado de normalizar el uso de los indicadores KPIs de sostenibilidad pero sin lograr establecer una metodología para identificar, priorizar, seleccionar y medir las variables o buenas prácticas de sostenibilidad en los proyectos (Wilson et al., 2007).

La International Organization for Standardization (ISO) se encuentra trabajando en homogeneizar las líneas básicas de aplicación de la sostenibilidad. Entre las normas desarrolladas, se destaca la ISO 21929-1 que trata exclusivamente de los indicadores de sostenibilidad para los proyectos de edificación. Es un marco muy general, que puede ser utilizado para establecer los límites y la definición de lo que se entiende por variables de sostenibilidad para los proyectos estratégicos hídricos de riego en base a la relación establecida entre indicadores de sostenibilidad y variables de sostenibilidad, pues aquí se define el concepto de indicador como: figuras u otras medidas que permiten disponer de información de un fenómeno complejo como el impacto ambiental que se simplifica en una forma que es relativamente fácil de usar y de entender (ISO 21929-1, 2006). Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), un indicador es un parámetro o un valor derivado de parámetros que indica o proporciona información acerca de algo o describe el estado de un fenómeno (medio ambiente o área) con una importancia más allá de lo relacionado directamente con el valor de un parámetro, siendo éste una propiedad que es medida u observada. Un índice, sin embargo, se define como un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores.

La ISO 21929-1 distingue tres tipos de indicadores de sostenibilidad de acuerdo a los pilares del desarrollo sostenible (ISO 21930 2007):

*“Indicadores medioambientales: se refieren a las cargas o impactos ambientales como el consumo de recursos, residuos, olores, ruidos, emisiones al agua, al aire o al suelo, etc.; se debe considerar el ciclo de vida del indicador en caso contrario se debe justificar la utilización de otras mediciones; utilización de indicadores consecuenciales (indirectos) e identificación como indicadores de riesgos ambientales.*

*Indicadores económicos: se tratan de aquellos que miden los flujos económicos como la inversión, diseño, construcción, elaboración de productos, uso, consumo energético, consumo de agua, residuos, mantenimiento, desmantelamiento, desarrollo del*

*valor económico del proyecto, ingresos generados por el mismo y sus servicios, etc.; un indicador básico es “Life Cycle Cost” basado en la inversión, uso, mantenimiento y desmantelamiento, así como el valor potencial del proyecto durante su uso; se deben incluir el balance entre los aspectos económicos a corto y a largo plazo; y, al igual que con los indicadores medioambientales, se debe contemplar el ciclo de vida y los indicadores consecuenciales (indirectos).*

*Indicadores sociales: son aquellos relacionados con el nivel social de la comunidad y con el nivel del proyecto; se busca la valoración de la cooperación con los usuarios y vecinos, el estudio de las necesidades, las consideraciones culturales, etc.”*

De modo esquemático Fernández (2010), presenta 9 estándares mayormente relacionados con la construcción sostenible desarrollados por parte de ISO, cuyo resumen se presenta a continuación en la Tabla 25.

**Tabla 25. Estándares ISO y BS relacionados con la construcción sostenible de proyectos**

| Estándar      | Título del estándar   | Fecha de Publicación |
|---------------|---|----------------------|
| ISO 21929-1   | Sostenibilidad en la construcción de edificios - Los indicadores de sostenibilidad - Parte 1: Marco para el desarrollo de indicadores para edificios                        | mar-06               |
| ISO 21930     | Sostenibilidad en la construcción de edificios - Declaración ambiental de productos de construcción   | oct-07               |
| ISO 21931-1   | Sostenibilidad en la construcción de edificios - Marco para métodos de evaluación para el desempeño ambiental de las obras de construcción - Parte 1: Edificios             | jun-08               |
| ISO 21932     | Sostenibilidad en la construcción de edificios - Terminología   | jun-05               |
| ISO 15392     | Sostenibilidad en la construcción de edificios - Principios generales.  | may-08               |
| BS EN 15643-1 | Sostenibilidad de las obras de construcción - Sistema integrado de evaluación del rendimiento del edificio - Parte 1: Marco general.  | dic-10               |
| BS EN 15643-2 | Sostenibilidad de las obras de construcción - Sistema integrado de evaluación del rendimiento del edificio - Parte 2: Marco para la evaluación del desempeño ambiental      | mar-11               |
| BS EN 15643-3 | Sostenibilidad de las obras de construcción - Sistema integrado de evaluación del rendimiento del edificio - Parte 3: Marco para la evaluación del desempeño social         | feb-12               |
| BS EN 15643-4 | Sostenibilidad de las obras de construcción - Sistema integrado de evaluación del rendimiento del edificio - Parte 4: Marco para la evaluación de los resultados económicos | feb-12               |

Fuente: Adaptado de (Fernández et al., 2010)

Anteriormente se ha analizado cómo se han aplicado los conceptos de sostenibilidad en el sector del agua, así como también se han mostrado los estándares existentes tanto en el campo de las empresas AEC, como en la gestión de proyectos y en la gestión de riesgos. Con el objetivo de complementar el estudio del estado del conocimiento respecto a las posibles metodologías existentes para la identificación y selección de variables de sostenibilidad en los proyectos de infraestructuras hídricas de riego, a continuación se presenta los distintos métodos de valoración de la sostenibilidad, la definición de elementos básicos en este tipo de análisis, los modos de normalización y las posibilidades existentes para llevar a cabo la asignación de pesos a las variables de sostenibilidad identificadas.

Los métodos de integración de criterios para lograr una valoración final para la toma de decisiones pueden dividirse en dos grandes grupos: Análisis Multicriterio (MCA) por sus siglas en inglés y Otras Técnicas.

Los análisis multicriterio (MCA), *“son los métodos más comúnmente usados en general para la toma de decisiones, tomando todos los criterios (impactos positivos y negativos) juntos e integrados en un único valor final que permite a un centro decisor escoger entre aquellas soluciones con un índice integral más acorde con sus objetivos. La decisión final es muy sencilla mediante la aplicación de estos métodos en el área de conocimiento de los proyectos de ingeniería”* (Aragonés et al., 1997).

Dentro de las Otras Técnicas de análisis existen diversas maneras de evaluar la sostenibilidad de los proyectos: la denominada visión binaria (binary view) es decir si un proyecto es o no sostenible mediante una graduación de la sostenibilidad desde niveles mínimos a niveles máximos o deseables, o mediante guías o manuales entre los que se destaca la guía para la elaboración de memorias de sostenibilidad en su versión G4 desarrollada por el Global Reporting Initiative (GRI) por sus siglas en inglés. El GRI es una guía completa en la que se describen los criterios que deben aplicarse para elaborar memorias de sostenibilidad, así como también se realiza una desagregación pormenorizada de 9 indicadores de sostenibilidad económicos, 34 medioambientales y 11 sociales de acuerdo a categorías y subcategorías (aspectos), conforme se desplegaron en la Tabla 11, Tabla 15 y Tabla 18. El inconveniente del uso de esta guía es la dificultad y los elevados costos y tiempos destinados a recabar la información necesaria para implementarla; no obstante constituye una valiosa herramienta para identificar variables de complementariedad.

Complementariamente a los dos métodos de integración de criterios reseñados, de la revisión bibliográfica se ha podido encontrar las siguientes técnicas para medir la sostenibilidad:

Para evaluar el pilar económico:

- Modelo de análisis costo/beneficio (CBA) con uso de regresiones y escenarios.- como es el caso de la herramienta de eco - eficiencia CASBEE, donde se evalúan los beneficios y servicios obtenidos por el proyecto (en términos económicos u otras valoraciones) y las cargas negativas causadas por el proyecto en el entorno ambiental. La división y relación del uno sobre el otro aporta el valor de la eficiencia de cada alternativa. Es un buen método para los casos en los que quizá los beneficios son pequeños pero los impactos puedan ser también muy pequeños o viceversa. Se valoran relativamente los impactos positivos con respecto a los negativos. Sin embargo, la mayor limitación suele estribar en la necesidad de

cuantificar en unidades comparables (generalmente en términos financieros) tanto los beneficios como los costes del proyecto o alternativa (Bell & Morse, 2008). *“Generalmente, este análisis es más planteable no en las fases iniciales de un proyecto, sino para la certificación o evaluación de un proyecto cuando existan datos más cuantificables y se estudie la posibilidad de pasarlo a términos económicos”.*

- Valoración de la oferta y la demanda de servicios ambientales.- relatados en esta tesis dentro del impacto económico (Cristeche et al., 2008)

Para evaluar el pilar medioambiental:

- Análisis del ciclo de vida (ACV) mediante flujos de materiales y contabilidad de los recursos.- También conocido como balance ambiental, es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto/proyecto o servicio durante todas las etapas de su existencia: planificación, extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho). El ACV es por tanto una metodología empleada en el estudio del ciclo de vida de un proyecto y de su proceso de producción, con el fin de evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos "entradas" como: energía, materias primas, agua versus las emisiones ambientales "salidas": aire, agua y suelo, asociados con el sistema que se está evaluando. Con el auge del eco diseño, este enfoque ha ido integrando con más frecuencia diferentes criterios y parámetros de evaluación del impacto ambiental. (Akhtar et al., 2015).
- NAMEA, (National Accounting Matrix with Environmental Accounts) desarrollado en el 2012 por la EEA (Agencia Europea del Medio Ambiente) es un reporte desarrollado en base a la metodología provista por la ETC/SCP ( EEA, 2012)
- Huella ecológica.- La huella ecológica y la huella hídrica son indicadores no tanto de desarrollo social sino de sostenibilidad de dicho desarrollo social. Dicho de otra manera, si uno de los indicadores de tipo "huella" tiene valores altos, se considera que a largo plazo indicadores sociales como el índice de desarrollo humano (IDH) o el PIB pueden verse afectados negativamente, al condicionar formas de actividad económica nocivas que acabarán teniendo externalidades negativas considerables (Quesada et al., 2007).

Para evaluar el pilar social:

- Medios de vida sostenibles.- El enfoque de los medios de vida, también conocido como "medios de vida sostenibles", se utiliza de modo generalizado en el análisis de las políticas y prácticas que buscan reducir la pobreza en los países en desarrollo. Se trata de un enfoque holístico que toca diferentes sectores y ámbitos. Un medio de vida incluye un conjunto de actividades económicas, incluido el auto empleo, que le permiten generar los recursos suficientes para cubrir sus propios requerimientos y los de su hogar para continuar viviendo de modo sostenible y con dignidad. La actividad suele ser llevada a cabo de modo repetido (Imbach et al., 2009).
- Medición del capital humano y social.- La literatura sobre el capital social, creciente de manera exponencial en los distintos campos de las ciencias sociales (Winter 2000), pone de manifiesto una asimetría notable entre el elevado volumen de la misma y los escasos avances conseguidos en la cuantificación de las variables relacionadas con este concepto. Las cuantificaciones del capital social más utilizadas son a escala macro o referidas a grandes grupos sociales y se elaboran por politólogos y sociólogos basándose en las medidas de densidad asociativa de Putnam (Putnam, 1995) y en base a las encuestas de valores que plantean preguntas sobre la confianza en los demás (Inglehart 2004). A escala micro, para pequeños grupos, las valoraciones de capital social se derivan de estudios experimentales de economistas y psicólogos sociales que no han generado todavía metodologías de medida de uso común. También existen aportaciones micro de sociólogos y psicólogos dedicados a la caracterización de redes sociales, basándose en los instrumentos que proporcionan la teoría de grafos y el álgebra matricial (Santalucía et al., 2005).
- Procesos participativos.- El camino hacia la sostenibilidad, supone la participación de toda la sociedad y no sólo de los actores tradicionales que por lo general actúan como "lobbys" de presión: la administración, los regantes y las hidroeléctricas (Cabrera et al, 2003). Lo cierto es que todo ciudadano usa el agua y el medio natural que lo alberga, sin embargo no es debidamente tomado en cuenta. Según Cabrera et al. (2003), la participación ciudadana es especialmente importante cuando se trata de articular soluciones de carácter local. Y es que, aun cuando los análisis deben ser globales (cual corresponde a toda gestión integral del agua), los problemas del agua en un marco local específico afectan sobremedida a los ciudadanos que lo habitan. Por ello, si participan, el grado de compromiso con la solución que se articule será

mucho más vinculante. No obstante, la sociedad es cada vez más sensible a este respecto. La Economía Social, a partir de las diferentes organizaciones que la conforman, en particular las organizaciones del ámbito asociativo, puede intervenir para impulsar la implicación de diversos agentes y grupos de interés afectados. De esta forma, la sociedad civil, a través de las ONG's de protesta ambiental, surge como un agente social que quiere intervenir en el proceso en el que se determinan las condiciones que conforman su calidad de vida y el de las generaciones futuras, entendiendo y proponiendo que el éxito en la creación de valor está relacionado con una gestión ética de las bases de la sostenibilidad (Gil et al., 2008).

Al concluir el estudio del Estado del Arte se detecta que la utilización de KPIs es la herramienta más comúnmente utilizada para medir la sostenibilidad en los proyectos, empezando a observarse una clara delimitación de estos KPIs en función de las tres dimensiones de la sostenibilidad Triple-Bottom Line (TBL) por sus siglas en inglés. Asimismo, también se ha encontrado la inexistencia de KPIs específicos para proyectos estratégicos hídricos de riego y adicionalmente la inexistencia de buenas prácticas de sostenibilidad para el diseño y gestión de los procesos no constructivos de los proyectos de riego, que finalmente puedan utilizarse para la medición de brechas de complementariedad no constructivas y para el control y monitoreo del progreso de los objetivos sostenibles a lo largo del tiempo.

Esta detección resulta de enorme importancia sobre todo a partir de que la Agenda 21 y sucesivas convenciones mundiales sobre medio ambiente marcaron como básica la creación de sistemas de medición a nivel local, tras observar que cada institución municipal, regional, nacional o internacional, tratando de alinearse a estas resoluciones globales, han ido adoptando diferentes sistemas de indicadores con diversidad de inconvenientes, entre los que se puede citar: una gran disparidad de dimensiones e indicadores sin la existencia de un consenso global para su selección (Wilson et al., 2007); la participación de todos los actores en el proceso de selección de indicadores sólo tenía lugar en la mitad de los municipios registrados a lo largo y ancho del mundo (ICLEI International Council for Local Environmental Initiatives, 2002); el alto grado de arbitrariedad revelado por la identificación y selección de indicadores (Singh et al., 2009); las enormes diferencias en el número de indicadores (e.g. Button, 2002, GTIS, 2004) y la alta importancia relativa del área medioambiental comparada con la social y económica (GTIS, 2004).

Se detecta además que los modelos existentes para evaluar la sostenibilidad de los proyectos en la fase constructiva están basados en la documentación científica existente

(como es el caso del modelo TSI), criterios e indicadores identificados y seleccionados mediante encuestas a expertos e involucrados (como el sistema SUSAIIP), en sistemas de indicadores de infraestructuras (como el caso de las aplicaciones LEED a infraestructuras), o, en muchos de los casos, ni siquiera se explicita la metodología empleada para la identificación y selección de los mismos. Según mencionan Kemmler y Spreng (2007), no existe una metodología aceptada o estandarizada para la selección de indicadores de sostenibilidad. En definitiva, no existen modelos para evaluar la sostenibilidad de proyectos estratégicos del sector agua en su fase no constructiva.

Acorde a este estado del conocimiento y ante la ausencia de estándares relacionados directamente con la construcción sostenible en el sector de los proyectos de riego, se considera oportuno introducir la investigación de las buenas prácticas de sostenibilidad o variables de complementariedad aplicadas a los proyectos estratégicos hídricos de riego con la finalidad de medir las brechas de complementariedad no constructivas que les hace falta mitigar a los proyectos con un enfoque de construcción sostenible y, así, incentivar la construcción de proyectos sostenibles en la República del Ecuador.

Finalmente, visto el problema existente en la fase de selección de criterios y teniendo en cuenta que el sector de la construcción de proyectos está evolucionando hacia un incremento del número y tipo de indicadores sociales, económicos y medioambientales (Zhang et al., 2008), existe la necesidad de establecer una metodología para una gestión sostenible coherente y práctica en los proyectos estratégicos de riego en su fase no constructiva; y, sobre todo, para la identificación, priorización y selección de variables de sostenibilidad desde el punto de vista de la dirección integrada de proyectos, considerando en este contexto proponer una metodología para cubrir estos vacíos detectados.



## CAPITULO IV OBJETIVOS E HIPÓTESIS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## **CAPITULO 4. OBJETIVOS E HIPOTESIS**

### **4.1 OBJETIVOS**

#### **4.1.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal consiste en identificar, seleccionar, caracterizar, medir y jerarquizar variables de complementariedad para medir brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego con un enfoque de sostenibilidad que permita identificar, medir y controlar dichas brechas y mitigar las consecuencias globales de su existencia. Así, el objetivo es realizar una primera aproximación a la integración de los criterios de sostenibilidad a los proyectos estratégicos de riego en sus diferentes etapas de ciclo de vida. De ese modo, se busca que desde las etapas iniciales de un proyecto (planificación y diseño) se pueda aplicar una metodología que contemple todo el ciclo de vida del proyecto y que permita en función del mismo planificar, reprogramar o ejecutar la complementariedad desde el prisma de las variables de sostenibilidad con la voluntad de lograr proyectos de riego con un mayor equilibrio entre el entorno medioambiental, social y económico.

#### **4.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE INVESTIGACIÓN**

**OBJETIVO E I.-** Identificar, seleccionar y caracterizar las variables de complementariedad no constructivas, para medir brechas no constructivas en los proyectos estratégicos del sector hídrico de riego con un enfoque de sostenibilidad.

**OBJETIVO E II.-** Conocer para las variables seleccionadas el estado actual de su aplicación en la gestión de proyectos hídricos de riego, el nivel de desempeño que los proyectistas dicen alcanzar en su empleo, la importancia que les atribuyen y si las registran o no para controlarlas.

**OBJETIVO E III.-** Conocer si existen diferencias significativas en los niveles de importancia y desempeño atribuidos por los expertos a las variables por separado y una vez agrupadas en las dimensiones económica, ambiental y social.

**OBJETIVO E IV.-** Identificar estilos de gestión agrupando expertos en función de sus niveles de desempeño en las variables económicas, medioambientales y sociales.

**OBJETIVO E V.-** Obtener un índice que permita medir las brechas de complementariedad no constructivas por proyecto a partir de la utilización, nivel de desempeño e importancia de las variables seleccionadas.

**OBJETIVO E VI.-** Calcular la probabilidad de que aparezcan brechas no constructivas en función de los niveles de desempeño alcanzados en la gestión real de proyectos hídricos de riego.

**OBJETIVO E VII.-** Comparar los resultados de brecha obtenidos en los proyectos estratégicos hídricos del Ecuador versus los de Latinoamérica.

**OBJETIVO E VIII.-** Agrupar los proyectos de la República del Ecuador con características similares según las brechas de complementariedad no constructiva calculadas en función de las tres dimensiones de la sostenibilidad.

**OBJETIVO E IX.-** Desarrollar para cada grupo de proyectos identificado medidas de mejora a corto, mediano y largo plazo que permitan mitigar las brechas de complementariedad no constructivas identificadas.

## **4.2 HIPÓTESIS**

La hipótesis fundamental de esta tesis se basa en la consideración y el tratamiento de la sostenibilidad como una oportunidad de mejora para los proyectos estratégicos hídricos de riego, desde el punto de vista de la identificación y mitigación de las brechas de complementariedad no constructivas, planteándose las siguientes hipótesis derivadas:

### **4.2.1 HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

La aplicación del enfoque de sostenibilidad resulta útil para identificar, seleccionar, caracterizar, medir y jerarquizar las variables de complementariedad no constructivas que miden las brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego, permitiendo obtener un índice del grado de sostenibilidad alcanzado por estos proyectos y proponer medidas de mitigación para minimizar el riesgo de las brechas de complementariedad no constructivas.

#### **4.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS DE INVESTIGACIÓN**

**HIPÓTESIS E I.-** Se pueden medir brechas de complementariedad no constructivas en proyectos hídricos de riego basándose en los principios y variables que rigen la sostenibilidad.

**HIPÓTESIS E II.-** Los niveles de aplicación, desempeño, gestión e importancia medidos en cada variable seleccionada difieren entre ellas, permitiendo establecer jerarquías y conocer el estado del arte de su aplicación en proyectos reales.

**HIPÓTESIS E III.-** Los niveles de desempeño y la importancia atribuida por los expertos diferirán entre las variables de tipo económico, ambiental y social.

**HIPÓTESIS E IV.-** Es posible agrupar expertos con patrones similares en sus niveles de desempeño identificados en las variables de complementariedad económicas, medioambientales y sociales, definiendo así diferentes estilos de gestión.

**HIPÓTESIS E V.-** El conocimiento de los niveles de uso, desempeño, gestión e importancia de las variables seleccionadas permite obtener un índice general para medir las brechas no constructivas en los proyectos hídricos de riego.

**HIPÓTESIS E VI.-** A partir de los niveles de desempeño medio alcanzado por las variables una vez agrupadas en las dimensiones económicas, medioambiental y social se puede inferir la probabilidad de que existan brechas no constructivas altas o bajas.

**HIPÓTESIS E VII.-** Los resultados de las brechas económicas, ambientales y sociales en los proyectos de la República del Ecuador no diferirán de los obtenidos por Latinoamérica.

**HIPÓTESIS E VIII.-** Con la medición de brechas no constructivas con enfoque de sostenibilidad en proyectos hídricos de riego se pueden obtener distintos grupos de proyectos que compartan un mismo patrón en la tipología y envergadura de sus de brechas, clasificando proyectos con características similares entre sí y a la vez distintas de los demás.

**HIPÓTESIS E IX.-** La idiosincrasia propia de cada uno de los grupos de proyectos obtenido permitirá identificar los riesgos inherentes a cada grupo, posibilitando el diseño de estrategias y planes de mitigación diferentes según los casos para el corto, mediano y largo plazo.

## CAPITULO V MARCO METODOLÓGICO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## **CAPITULO 5. MARCO METODOLÓGICO**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

Tradicionalmente, los principales objetivos en la Dirección Integrada de Proyectos han sido, 1) el coste, 2) la calidad o nivel de desempeño y 3) el plazo, además de cumplir las prestaciones y requerimientos particulares de cada proyecto. Sin embargo, estos objetivos han quedado insuficientes ante los nuevos retos planteados por la sociedad que exige más cambios hacia un enfoque acorde al concepto de desarrollo sostenible, por lo que los nuevos proyectos deben concebirse con un triple objetivo estratégico basado en el medioambiente (respeto a los recursos naturales y capacidad de los ecosistemas), la sociedad (igualdad social e integración de todos los actores) y la economía social, manteniendo los objetivos de coste y nivel de desempeño en rangos aceptables.

Como se mencionó en el Estado del Arte, el planteamiento de la metodología que se propone a continuación para medir las brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego parte de la hipótesis inicial basada en el tratamiento de la sostenibilidad de estos proyectos como una oportunidad de mejora, es decir como un riesgo positivo; así también considerando que actualmente existe una gran demanda de metodologías para la identificación de indicadores y/o buenas prácticas de sostenibilidad relacionadas con la construcción de proyectos estratégicos de riego. Sin embargo, previamente se ha detectado que no existe una norma o estándar para la identificación y selección de indicadores y/o buenas prácticas que siga una metodología científico-técnica. Por tanto, uno de los objetivos de la tesis será la resolución metodológica del modo de identificar, seleccionar y priorizar variables de sostenibilidad no constructivas que actualmente supone un auténtico problema, para después ser capaces de medir las brechas entre la actividad proyectada y la realmente ejecutada.

### **5.2 PROPUESTA METODOLÓGICA**

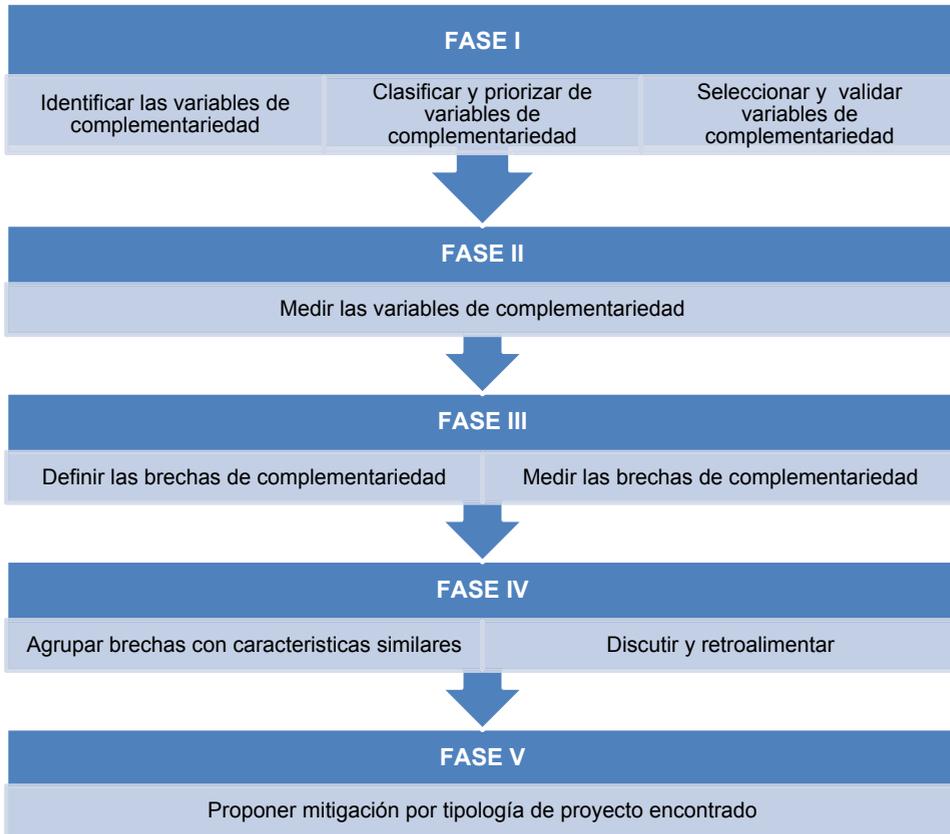
La hipótesis de esta tesis al considerar la sostenibilidad como oportunidad para medir brechas de complementariedad no constructivas para los proyectos hídricos se fundamenta en tratar de alcanzar un equilibrio entre los impactos negativos que tienen lugar durante el ciclo de vida del proyecto y los beneficios obtenidos en las dimensiones sociales, económicas y medioambientales logrados en ese mismo periodo. Así, la metodología propone una solución a la identificación, selección, medición y evaluación de las variables

de complementariedad y de las brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego, reduciendo en lo posible la subjetividad y las incertidumbres del proceso.

El primer paso que se propone contempla la identificación, priorización y selección de oportunidades (buenas prácticas o variables de complementariedad). De acuerdo a los estándares de gestión de riesgos, se identificarán todas las oportunidades existentes relacionadas con el avance hacia la sostenibilidad en un proyecto estratégico hídrico de riego para posteriormente realizar su categorización y priorización. De esta manera se seleccionarán las principales variables de complementariedad no constructivas que puedan considerarse para que un proyecto sea considerado como sostenible. Los siguientes pasos consistirán en la evaluación de estas oportunidades o buenas prácticas tanto a nivel individual (variable a variable) como a nivel general (multicriterio) que servirán de base para obtener las brechas de complementariedad no constructivas que permitan clasificar los proyectos con características similares de brecha de complementariedad desde el punto de vista de la sostenibilidad, finalizando con propuestas de mitigación para cada tipología de proyectos encontrada.

La metodología global que se propone en esta tesis para calcular las brechas de complementariedad no constructivas de modo esquemático aparece en la Figura 20, con cinco etapas claramente definidas: la identificación y selección de variables de complementariedad con enfoque de sostenibilidad; la medición de las variables clave seleccionadas en una muestra de proyectos reales; el cálculo de las brechas de complementariedad, para finalmente agrupar proyectos con características de brecha y variables similares y realizar propuestas de mitigación por grupo. La validación de la metodología propuesta se realizará mediante su aplicación al caso real de proyectos estratégicos hídricos del sector riego en Latinoamérica para comprobar su funcionalidad, aplicabilidad y sensibilidad que permita discutir la propuesta; y, por último, la discusión y conclusiones que se obtengan de esta metodología servirán para las futuras investigaciones que se abran en este campo.

**Figura 20. Esquema de la propuesta metodológica**



### **5.2.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS**

Las variables de complementariedad no constructivas aplicables a los proyectos estratégicos hídricos de riego, denominadas en el estudio variables de complementariedad, se obtienen a partir de la revisión del estado del arte en revistas científicas que presentan estudios sobre indicadores de sostenibilidad con énfasis en los proyectos del sector hídrico, se complementa con la realización de paneles de expertos del sector, entrevistas a gerentes de este tipo de proyectos y técnicas de diagramación. Asimismo, considerando la ausencia de alguna norma que establezca el marco de sostenibilidad para los proyectos hídricos de riego, se plantea como aceptable consultar la norma ISO 21929-1 que establece indicadores de sostenibilidad en edificios como guía para la correcta identificación de las variables de

complementariedad en los proyectos hídricos. Adicionalmente, para la identificación y selección de variables considerándolas como riesgos positivos se ha observado como marco general la norma ISO 31000.

Con este marco de trabajo y siguiendo el diagrama de la Figura 21, en la Fase I el primer paso consiste en Identificar las variables a considerar de cara a medir brechas de complementariedad, entendidas en este caso como oportunidades de mejora de la sostenibilidad de los proyectos. Así, se identificarán todas aquellas variables con influencia en los aspectos sostenibles para los proyectos de riego. Un elemento clave a considerar es el alto número de involucrados a lo largo del ciclo de vida (Button, 2002) y la necesidad, por tanto, de incluirlos en esta fase de identificación.

**Figura 21. Fase I.- Pasos para la Identificación, obtención y selección de variables de complementariedad**



Este primer paso de **Identificación** de las variables de complementariedad se realiza utilizando las siguientes técnicas: 1) revisión de documentación científica-técnica, 2) recopilación de información mediante paneles de expertos y entrevistas y 3) técnicas de diagramación.

**Revisión de documentación:** Se realiza una selección de la documentación existente referente a proyectos estratégicos hídricos de riego y una revisión estructurada de la misma; para ello, se revisa bibliografía científico-técnica existente, tesis de grado y congresos relacionados con proyectos hídricos de riego, así como la base legal relacionada con proyectos hídricos.

**Recopilación de información mediante paneles de expertos:** Se trata de una dinámica de grupo de personas expertas del sector hídrico seleccionadas previamente que

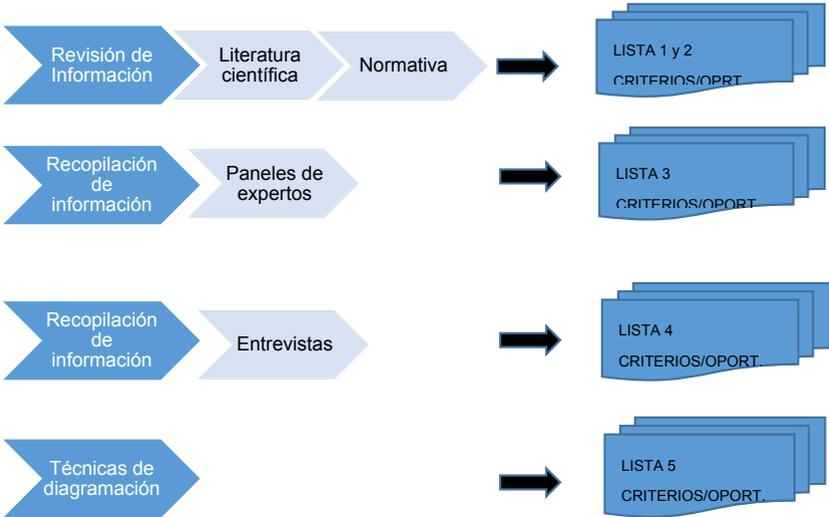
sean representativas de los actores intervinientes en el ciclo de vida del proyecto. El objetivo es obtener la mayor cantidad de oportunidades de información relaciona con la sostenibilidad en los proyectos hídricos de riego. Surgirán muchas ideas y serán consideradas todas como factores identificables que posteriormente se evaluarán, existiendo la posibilidad de que se generen ideas no aplicables.

**Recopilación de información mediante entrevistas:** Se llevarán a cabo entrevistando a expertos de los proyectos hídricos, tratando de englobar a todos los actores. Se priorizará la recolección de información a partir de los gerentes de proyecto por su conocimiento integral del proyecto.

**Técnicas de Diagramación:** Se desarrollarán diagramas causa-efecto también conocidos como diagramas de flujo de Ishikawa, que muestran la causalidad y la relación de los diferentes elementos de un sistema.

Cada una de estas técnicas generará listas diferentes e independientes de oportunidades de mejora de la sostenibilidad de acuerdo al esquema de la Figura 22, obteniéndose un total de cinco listas.

**Figura 22. Esquema para identificar oportunidades y criterios de variables de complementariedad**



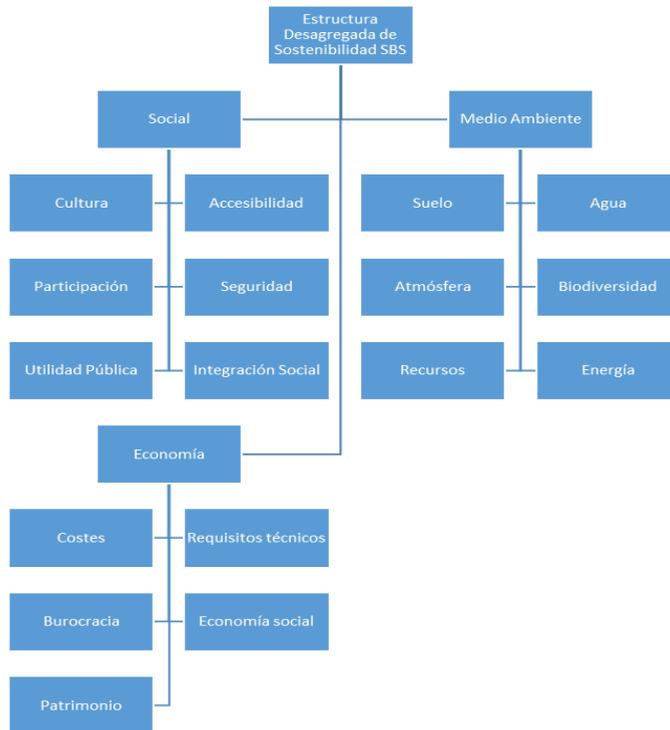
Como se ha mencionado, existe la posibilidad de que algunas de las oportunidades de información identificadas en esta primera etapa no sean aplicables por su excesivo

impacto negativo sobre los objetivos del proyecto (coste, plazo y calidad), sobre los requisitos del promotor o bien por su imposibilidad de aplicación física o técnica, por lo cual previa a la selección de las variables de sostenibilidad será necesaria una clasificación y priorización de las oportunidades identificadas.

La segunda fase de la **Clasificación** de los criterios de sostenibilidad identificados en los proyectos hídricos de riego se realiza mediante el registro en una Estructura Desagregada de la Sostenibilidad (**SBS**) por siglas en inglés: Sustainable Breakdown Structure, concepto creado por Fernández (2010) acogido por algunos investigadores y docentes relacionados con esta línea de investigación. Este concepto está basado en el registro de riesgos mediante estructuras desagregadas de tareas. El objetivo de esta idea es lograr una estructura jerárquica donde queden registrados la globalidad de oportunidades y criterios de mejora de la sostenibilidad relacionados con los proyectos hídricos de riego, pudiendo a futuro servir como base de datos para nuevas aplicaciones y evaluaciones de sostenibilidad.

La SBS desagregada para Clasificar las diferentes oportunidades identificadas se realizará siguiendo los tres pilares del desarrollo sostenible como se muestra en el ejemplo de la Figura 23

**Figura 23. Estructura desagregada de la sostenibilidad (SBS) genérica basada en los tres pilares del Desarrollo Sostenible**



Fuente: Adaptado de (Fernández et al., 2010a)

Puesto que la selección definitiva de demasiadas variables ocasionaría un coste excesivo y complejo y si fuesen pocas habría importantes oportunidades que pudieran descartarse anticipadamente (Van Cauwenbergh et al., 2007), el objetivo es lograr un conjunto de variables clave manejable y funcional para su posterior empleo en los procesos de toma de decisión, conforme lo ratifican Bell & Morse (2008): *“con miles sino millones de componentes e interacciones en un sistema, no se puede medir todo”*. O como también señala Bossel (2001): *“El problema es, por supuesto, ¿cuántos y cuáles son los indicadores a utilizar? Es evidente que no se pueden utilizar todas las variables de sostenibilidad que son potencialmente aplicables como elementos de simplificación”*. Así, en base al principio de Pareto que menciona que el 80 % de los problemas provienen del 20 % de las causas, se propone para la **Priorización** de las oportunidades identificadas y clasificadas, que el 80 %

de los objetivos sostenibles se pueden conseguir con el 20 % de las variables de sostenibilidad identificadas con la metodología propuesta. Para el análisis y la priorización de estas variables se recurrirá a técnicas de jerarquización pertenecientes al método AHP (Rodríguez, 2010) para la selección del 80 % de las oportunidades que mayores beneficios sostenibles reportan con menor impacto negativo sobre los objetivos del proyecto. La priorización se llevará a cabo mediante el agrupamiento de criterios semejantes en un único macro - indicador de manera que cada elemento identificado sea lo más independiente posible del resto.

Cabe mencionar que las variables de complementariedad se acogerán a los mismos principios de actuación genéricos de los indicadores de sostenibilidad, aplicando las recomendaciones de Hanger y Meyer (1996):

- **"Simplicidad:** *debe ser un sistema manejable, funcional y sencillo.*
- **Alcance:** *el sistema de variables debería cubrir la diversidad de temas relacionados con la sostenibilidad (temas ambientales, sociales y económicos) y solaparse lo menos posible.*
- **Cuantificación:** *las variables deben ser medibles de algún modo (cualitativa o cuantitativamente).*
- **Análisis:** *debe permitir marcar tendencias en el proyecto según las distintas variables seleccionadas.*
- **Sensibilidad:** *el sistema de variables debe ser sensible a los cambios.*
- **Oportunidad:** *debe permitir la identificación en el tiempo de tendencias y oportunidades de mejora."*

Una vez priorizadas las oportunidades de mejora de la sostenibilidad, se procede a la fase de **Selección** de aquellas variables que son más representativas para alcanzar la sostenibilidad del proyecto.

Posteriormente se evaluarán las variables y el sistema integral de variables mediante la aplicación de la metodología propuesta al caso práctico de 27 proyectos estratégicos hídricos del sector riego en Latinoamérica incluidos 16 proyectos de la República del Ecuador.

## 5.2.2 FASE II: MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD

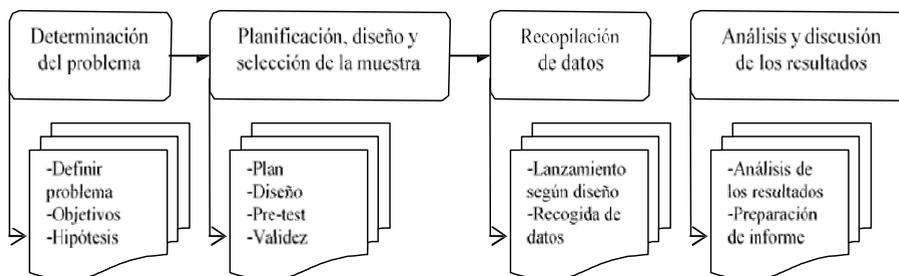
Esta segunda Fase de la metodología se realizará mediante la medición de las variables de complementariedad seleccionadas en su Estado Real versus su Estado Proyectado a través de encuestas

La medición del estado real de las variables de complementariedad no constructivas en un momento determinado se obtendrá a partir de encuestas a expertos del sector hídrico de riego involucrados en alguna de las etapas de sus ciclos de vida: planificación, construcción u operación. Esto se hará midiendo cuatro niveles de actividad desempeñado por los expertos en sus proyectos reales: Nivel de Utilización, Nivel de Desempeño alcanzado, Nivel de Gestión y Nivel de Importancia atribuida a las distintas variables de complementariedad no constructivas.

La encuesta es una técnica para lograr recabar información por parte de expertos e involucrados en un proyecto con un perfil dado. Cada uno de los encuestados participa de forma anónima y, en este caso el facilitador que será el autor, empleará la encuesta para solicitar valoraciones acerca de las variables de complementariedad seleccionadas de un proyecto estratégico de riego. Ésta técnica también puede realizarse mediante correo electrónico o correo ordinario, superando las limitaciones logísticas del panel de expertos y de las entrevistas, conservando al mismo tiempo cierto margen para el intercambio de ideas (APM, 2004).

La Encuesta se realizará siguiendo las etapas que aparecen en la Figura 24 y señaladas por Chica et al. (2006) como fundamentales para su diseño y elaboración.

**Figura 24. Etapas para el diseño y elaboración de encuestas**



Fuente:(Chica et al., 2006)

En la primera etapa se marca como objetivo fundamental la medición de las variables de complementariedad no constructivas en proyectos reales por parte de todos los involucrados en el ciclo de vida de un proyecto estratégico hídrico del sector riego.

Tratándose de una encuesta de valoración de las variables seleccionadas, en la introducción de la encuesta se enunciarán algunos de los conceptos que son comúnmente aceptados por la bibliografía científica y técnica en los diferentes aspectos de la sostenibilidad con el objetivo de hacer que el encuestado se familiarice con los conceptos y conseguir que la evaluación sea lo más apegada a la realidad posible.

Siguiendo las indicaciones de (Chica et al., 2006) la encuesta las preguntas se suceden de modo que tengan sentido para el encuestado y se encuentran correlacionadas con las anteriores. A la hora de redactar las preguntas se tendrá en cuenta que cada una debe plantear un único tema, deben ser claras, simples y concisas y al tratarse de medición de variables, las preguntas utilizadas serán escalares, teniendo mucho cuidado en su redacción para lograr respuestas concretas.

El método de encuesta seleccionado es el autoadministrado a través de Internet que permitirá evaluar las brechas de complementariedad de las variables de complementariedad seleccionadas en 4 niveles de actividad y la tabulación automática de las respuestas incrementando su fiabilidad, al no tener que transcribir resultados, facilitando el posterior análisis comparativo del comportamiento de cada variable.

Para ello, se utilizarán preguntas de tipo escala de Likert exceptuando la evaluación del nivel de gestión que se realizará mediante una pregunta dicotómica. Dependiendo del nivel a evaluar se definieron las escalas de uno a cinco mostradas en la Tabla 26.

**Tabla 26. Escalas de evaluación de variables de complementariedad**

| NIVEL DE UTILIZACION (Frecuencia con la que utilizan esta práctica en el proyecto)                                 |                   |                    |                  |            |           |
|--|-------------------|--------------------|------------------|------------|-----------|
| Siempre (SI)   | Casi Siempre (SI) | Algunas veces (NO) | Rara vez (NO)    | Nunca (NO) | NO APLICA |
| 5  | 4                 | 3                  | 2                | 1          | 0         |
| NIVEL DE DESEMPEÑO (Cuán eficientemente lo hacen esta práctica en el proyecto)                                     |                   |                    |                  |            |           |
| Excelente  | Muy bueno         | Competente         | Necesita mejorar | Deficiente | NO APLICA |
| 5  | 4                 | 3                  | 2                | 1          | 0         |
| NIVEL DE GESTION (Tienen documentado el proceso de la práctica)  |                   |                    |                  |            |           |
| SI   | NO                | NO APLICA          |                  |            |           |
| 1  | 2                 | 0                  |                  |            |           |
| NIVEL DE IMPORTANCIA (Impacto posible de la contribución de la buena práctica para la sostenibilidad del proyecto) |                   |                    |                  |            |           |
| Muy alto   | Alto              | Moderado           | Bajo             | Muy bajo   |           |
| 5  | 4                 | 3                  | 2                | 1          |           |

En donde:

**NIVEL DE UTILIZACION.-** Frecuencia de utilización de la buena práctica en el proyecto: Siempre (5), Casi Siempre (4), Algunas veces (3), Rara vez (2) y Nunca (1).

**NIVEL DE DESEMPEÑO.-** Cuán eficientemente realiza la buena práctica: Excelente (5), Muy Bueno (4), Competente (3), Necesita mejorar (2) Deficiente (1).

**NIVEL DE GESTION.-** Se encuentra documentado el proceso de la buena práctica SI (1) NO (2).

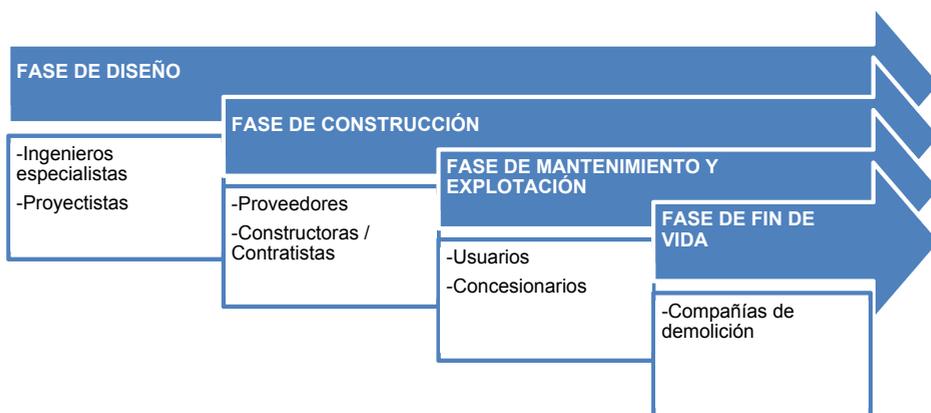
**NIVEL DE IMPORTANCIA.-** Impacto posible de la contribución de la buena práctica para la sostenibilidad del proyecto: Muy Alto (5), Alto (4), Moderado (3), Bajo (2) Muy Bajo (1).

Previo a la realización del diseño definitivo de las preguntas, se realizará una versión inicial de la encuesta que se someterá al criterio y validación de expertos para obtener una retroalimentación importante para el diseño final la encuesta.

Puesto que no se dispone de un marco muestral nominativo, y de cara a mantener un muestro probabilístico que permita hacer pruebas de significación, se realizan invitaciones a expertos y entidades involucradas en proyectos estratégicos del sector hídrico del riego en Latinoamérica, para que participen de forma aleatoria a emitir sus respuestas.

Una vez definido teóricamente el marco muestral probabilístico, se identificarán los mejores prospectos involucrados en un proyecto de riego como el medio de contacto para poder realizar la encuesta; para ello, la hipótesis para seleccionar a los involucrados en un proyecto de riego es el hecho de que cada actor representará un punto de vista diferente, en cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto según lo descrito por (Purnomo et al., 2005) en la Figura 25.

**Figura 25. Etapas del ciclo de vida del proyecto**



Fuente: Purnomo et al., (2005)

Por ser los gerentes de proyecto quienes poseen una visión integral e histórica del proyecto y son los expertos mejor capacitados para evaluar con el mejor nivel de acierto las variables económicas, medioambientales y sociales a ser evaluadas, la definición de la población se estableció en base a expertos y gerentes de proyecto que hayan intervenido en la planificación, ejecución o gestión de proyectos hídricos de riego con financiación pública o privada en Latinoamérica en el período 2010 – 2015.

La tercera etapa de **Envío y Recopilación de datos**, se realizó a través de la entrega de invitaciones a los diversos expertos involucrados en los proyectos estratégicos de riego definidos como marco muestral, aspirándose recolectar, de acuerdo con Laprieta (2006), entre un 20 y un 30 % de respuestas.

Una vez recopilados los datos, para finalizar se procederá al **Análisis de los resultados** obtenidos para lo cual se empleará una serie de técnicas para explorar los datos.

#### **5.2.2.1 Fase II.1.- Análisis del estado actual de la aplicación de las variables de complementariedad seleccionadas en la gestión de proyectos hídricos de riego**

Con los resultados obtenidos en la encuesta y los promedios del uso, desempeño, gestión e importancia de las variables se realizará el análisis mediante un estudio descriptivo de cada una de las variables evaluadas.

Para verificar la probabilidad de uso y de gestión (registro y control) de las variables económicas, medioambientales y sociales seleccionadas en los proyectos hídricos de riego, se realizará una prueba binomial para  $p < 0.05$ , para lo cual previamente en el caso del nivel de uso se recodificará la variable nivel de uso. Así, de estar medida en escala ordinal pasa a estar codificada en dicotómica, donde las antiguas calificaciones ordinales de 5 y 4 se recodificaron con el valor 1, y las ordinales 0, 1, 2 y 3 como valor 0, en donde 0 significa que NO se utiliza la variable y 1 que SI se utiliza.

Para conocer si hay diferencias estadísticamente significativas en los niveles de desempeño (NDD) e importancia (NDI) medios manifestado por los expertos entre las distintas variables del estudio se realizará un análisis de la varianza (ANOVA) para  $p < 0.05$  con los NDD y NDI medios como variable dependiente y las variables de estudio como factor. Para conocer entre qué variables aparecen las diferencias significativas se emplea el test de comparaciones múltiples.

Además, para verificar qué dimensiones de la sostenibilidad son más importantes para los expertos de proyectos hídricos de riego y en cuáles manifiestan tener mayor nivel de desempeño, se calculará la media de la importancia y nivel de desempeño manifestados por cada experto en las variables económicas, medioambientales y sociales con el objetivo de ver si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Para ello se realizará un ANOVA para  $p < 0.05$  con NDI y NDD como variables dependientes, usando las

dimensiones de la sostenibilidad como factor. Para conocer entre qué variables aparecen las diferencias significativas se empleará el test de comparaciones múltiples.

#### **5.2.2.2 Fase II.2.- Identificación de estilos de gestión agrupando expertos en función de sus niveles de desempeño en las variables económicas, medioambientales y sociales.**

Con el objetivo de clasificar a los expertos según estilos de gestión diferentes, se agrupará a los mismos según los NDD medios en las dimensiones económica, medioambiental y social que dicen alcanzar. Así, se pretende identificar grupos de expertos con unos patrones de gestión similares entre sí y diferentes de los demás. Para ello se empleará la técnica de conglomerados K medias. Se realizarán varios análisis hasta encontrar la solución con el número más adecuado de conglomerados. Los criterios que se emplearán para establecer la mejor solución son: el número máximo de iteraciones hasta llegar a la convergencia se fija en 10; el número de casos mínimo para cada grupo en la solución final debe ser superior al 10% del total de casos y los centros de finales deben ser coherentes y fáciles de interpretar.

Cada agrupación resultante se considerará como un estilo de gestión de proyectos hídricos de riego en función de los niveles de desempeño medio en los tres pilares de la sostenibilidad. El estilo de gestión se definirá de acuerdo con los valores medios de las variables en el centro de cada grupo. Para el análisis estadístico se utilizará la versión 16.0 del SPSS.

#### **5.2.3 FASE III.1.- DEFINICIÓN DE UN ÍNDICE QUE PERMITA MEDIR LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS POR PROYECTO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN, NIVEL DE DESEMPEÑO E IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS**

La metodología utilizada para calcular las brechas de complementariedad no constructivas de los proyectos estratégicos de riego, derivó del desarrollo de una Matriz de Evaluación de Brechas que se muestra en la Tabla 27, donde N es el número de expertos que evalúan los proyectos.

Tabla 27. Matriz de Evaluación de Brechas

| 1   | VARIABLES/<br>PRACTICAS<br>ECONÓMICAS                  | NIVEL DE UTILIZACIÓN<br>(Frecuencia con la que se<br>contempla/o se implementa<br>esta práctica en el proyecto) | NIVEL DE DESEMPEÑO<br>(Cuán eficientemente se<br>contempla/implementa esta<br>práctica en el proyecto) | NIVEL DE GESTIÓN (Tienen<br>documentado el proceso de<br>la práctica) |  | NIVEL DE IMPORTANCIA<br>(Impacto posible de la<br>contribución de la buena<br>práctica para la sostenibilidad<br>del proyecto) |
|-----|--|---|--|---|--|--|
|     |  |   |  | SI  | NO   |  |
| 1.1 | Promedio N.Utilización Variable<br>1.1                 | Promedio N.Desempeño<br>Variable 1.1  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>1.1                 | Brecha 1.1   |
| 1.2 | Promedio N.Utilización Variable<br>1.2                 | Promedio N.Desempeño<br>Variable 1.2  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>1.2                 | Brecha 1.2   |
| ... | Promedio N.Utilización Variable<br>.....               | Promedio N.Desempeño<br>Variable .....  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>.....               | Brecha ...   |
| ... | Promedio N.Utilización Variable<br>.....               | Promedio N.Desempeño<br>Variable .....  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>.....               | Brecha ...   |
|     | <b>Promedio N.Utilización<br/>VARIABLES ECONÓMICAS</b> | <b>Promedio N.Desempeño<br/>VARIABLES ECONÓMICAS</b>  | <b>Promedio N.Gestión<br/>VARIABLES ECONÓMICAS</b>   |   | <b>Promedio N.Importancia<br/>VARIABLES ECONÓMICAS</b> | <b>Promedio Brecha<br/>Económica</b>   |
| 2   | VARIABLES/<br>PRACTICAS<br>MEDIO<br>AMBIENTALES        | NIVEL DE UTILIZACIÓN<br>(Frecuencia con la que se<br>contempla/o se implementa<br>esta práctica en el proyecto) | NIVEL DE DESEMPEÑO<br>(Cuán eficientemente se<br>contempla/implementa esta<br>práctica en el proyecto) | NIVEL DE GESTIÓN (Tienen<br>documentado el proceso de<br>la práctica) |  | NIVEL DE IMPORTANCIA<br>(Impacto posible de la<br>contribución de la buena<br>práctica para la sostenibilidad<br>del proyecto) |
| 2.1 | Promedio N.Utilización Variable<br>2.1                 | Promedio N.Desempeño<br>Variable 2.1  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>1.1                 | Brecha 2.1   |
| 2.2 | Promedio N.Utilización Variable<br>2.2                 | Promedio N.Desempeño<br>Variable 2.2  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>1.2                 | Brecha 2.2   |
| ... | Promedio N.Utilización Variable<br>.....               | Promedio N.Desempeño<br>Variable .....  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>.....               | Brecha ...   |
| ... | Promedio N.Utilización Variable<br>.....               | Promedio N.Desempeño<br>Variable .....  | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable<br>.....               | Brecha ...   |
|     | <b>Promedio N.Utilización<br/>VARIABLES M.AMBIENTE</b> | <b>Promedio N.Desempeño<br/>VARIABLES M.AMBIENTE</b>  | <b>Promedio N.Gestión<br/>VARIABLES M.AMBIENTE</b>   |   | <b>Promedio N.Importancia<br/>VARIABLES M.AMBIENTE</b> | <b>Promedio Brecha<br/>M.Ambiental</b>   |

| 3   | VARIABLES/<br>PRACTICAS<br>SOCIALES       | NIVEL DE UTILIZACION<br>(Frecuencia con la que se contempla/o se implementa esta práctica en el proyecto) | NIVEL DE DESEMPEÑO<br>(Cuán eficientemente se contempla/implementa esta práctica en el proyecto) | NIVEL DE GESTION (Tienen documentado el proceso de la práctica) |   | NIVEL DE IMPORTANCIA<br>(Impacto posible de la contribución de la buena práctica para la sostenibilidad del proyecto) |
|-----|---|---|--|---|---|---|
|     |   |   |  | SI  | NO  |   |
| 3.1 | Promedio N.Utilización Variable 3.1       | Promedio N.Desempeño Variable 3.1   | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable 1.1       | Brecha 3.1  |
| 3.2 | Promedio N.Utilización Variable 3.2       | Promedio N.Desempeño Variable 3.2   | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable 1.2       | Brecha 3.2  |
| ... | Promedio N.Utilización Variable .....     | Promedio N.Desempeño Variable .....   | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable .....     | Brecha ...  |
| ... | Promedio N.Utilización Variable .....     | Promedio N.Desempeño Variable .....   | 1  | 0   | Promedio N.Importancia Variable .....     | Brecha ...  |
|     | Promedio N.Utilización VARIABLES SOCIALES | Promedio N.Desempeño VARIABLES SOCIALES   | Promedio N.Gestión VARIABLES SOCIALES  |   | Promedio N.Importancia VARIABLES SOCIALES | Promedio Brecha Social  |
|     |   |   |  |   |   | $\sum$ Prom.Brec. = BRECHA TOTAL  |

La Matriz de Evaluación de Brechas, consta de las variables de complementariedad seleccionadas y 4 niveles de actividad. Las variables seleccionadas a su vez se dividen en variables de complementariedad: económicas, medioambientales y sociales; mientras que los niveles de actividad estudiados serán de: utilización, desempeño, gestión e importancia.

La diferencia de las mediciones de los distintos niveles de uso, desempeño e importancia, junto con la gestión realizada con las variables de complementariedad no constructiva entre los dos estados Real y Óptimo, conjuntamente con la aplicación de una fórmula matemática propuesta, dará como resultado la Brecha de Complementariedad. Así, en función de la fórmula empleada que considera las diferencias entre los umbrales o máximos puntajes de las escalas con las calificaciones obtenidas en nivel de uso y desempeño, y luego de ponderarlas por los niveles de gestión y de importancia, se calcula la Brecha de Complementariedad para cada variable en función de la sumatoria de sus calificaciones. A continuación, se obtienen brechas promedio para cada una de las 3 macro prácticas: económicas, medio ambientales y sociales, para finalmente calcular la brecha total por proyecto como suma de los promedios obtenidos por dimensión.

$$B_i = Y_{1\text{pond MPI}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_i]; \quad Z=1 \text{ si } N_3=SI; \text{ y, } Z=2 \text{ si } N_3=NO \text{ ó } NO \text{ APLICA}$$

**Dónde:**

$B_i$ = Brecha de complementariedad de la variable i

$Y_{1\text{pond MPI}}$ = Peso ponderado de la variable i, en función del Nivel de Importancia de la variable i dentro de la Macro Práctica i (Económica, Ambiental o Social)

$\bar{X}_{N1}$  = Puntuación promedio obtenida por la variable i, en el Nivel de Utilización

$\bar{X}_{N2}$  = Puntuación promedio obtenida por la variable i, en el Nivel de Desempeño

$Z_i$  = Nivel de Gestión de la variable i.

$N_3$  = Nivel de Gestión

**BRECHAS ECONÓMICAS:**

$$B_1 = Y_{1\text{pond ECO}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_1]$$

$$B_2 = Y_{2\text{pond ECO}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_2]$$

$$B_3 = Y_{3\text{pond ECO}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_3]$$

$$B_i = Y_{i\text{pond ECO}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_i]$$

**BRECHAS AMBIENTALES:**

$$B_1 = Y_{1 \text{ pond AMB}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_1]$$

$$B_2 = Y_{2 \text{ pond AMB}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_2]$$

$$B_3 = Y_{3 \text{ pond AMB}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_3]$$

....

$$B_i = Y_{i \text{ pond AMB}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_i]$$

**BRECHAS SOCIALES:**

$$B_1 = Y_{1 \text{ pond SOC}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_1]$$

$$B_2 = Y_{2 \text{ pond SOC}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_2]$$

$$B_3 = Y_{3 \text{ pond SOC}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_3]$$

....

$$B_i = Y_{i \text{ pond SOC}} [(5 - \bar{X}_{N1}) + (5 - \bar{X}_{N2}) * Z_i]$$

**BRECHA ECONOMICA:**

BE = Promedio de las  $B_i$  ECONOMICAS

**BRECHA AMBIENTAL:**

BA = Promedio de las  $B_i$  AMBIENTALES

**BRECHA SOCIAL:**

BS = Promedio de las  $B_i$  SOCIALES

**BRECHA TOTAL:**

BT = (BE + BA + BS)

La identificación y evaluación de la brecha de complementariedad total del proyecto se obtiene a partir de la construcción de matrices, independientemente del rol de la persona entrevistada y de la etapa del ciclo de vida del proyecto.

### **5.2.3.1 Fase III.2.- Cálculo de la probabilidad de que aparezcan brechas no constructivas en función de los niveles de desempeño alcanzados en la gestión real de proyectos hídricos de riego**

Con la finalidad de conocer la probabilidad de tener una brecha total alta o baja en los proyectos hídricos de riego en función de los niveles de desempeño promedios económicos medioambientales y sociales, se aplicará una regresión binaria. Esto requiere convertir los resultados de la brecha total por proyecto en una variable dicotómica. El criterio utilizado a tal efecto consiste en el cálculo de mediana y posterior clasificación de las brechas en altas para los proyectos cuya brecha está por encima del valor de la mediana y en brechas bajas para los proyectos con brechas por debajo de dicho valor. Los resultados obtenidos permitirán construir un modelo para calcular la probabilidad de que la brecha sea alta en función de los NDD alcanzados por los expertos.

Este procedimiento estadístico se utiliza para el desarrollo de ecuaciones que modelan la probabilidad de ocurrencia de uno de los dos posibles resultados utilizando una función lineal a partir de un conjunto de variables predictoras (e.g. Doran, 1989). Se usará el procedimiento Wald hacia adelante. La prueba de Hosmer-Lemeshow y el  $R^2$  de Nagelkerke se utilizarán para evaluar la bondad de ajuste y el porcentaje de varianza explicada por la ecuación resultante, respectivamente. Por último, se obtendrá la ecuación de probabilidad de tener una brecha alta.

El diez por ciento de los casos se seleccionan al azar para hacer una prueba de validación de la previsibilidad del modelo producido por el análisis.

### **5.2.3.2 Fase III.3.- Comparación de los resultados de brecha obtenidos en los proyectos estratégicos hídricos del Ecuador versus los de Latinoamérica.**

Para comparar los resultados de las brechas económicas, medioambientales y sociales de los proyectos de Latinoamérica versus las brechas obtenidas por los proyectos estratégicos hídricos de la República del Ecuador se realizará un análisis de la varianza

(ANOVA) para  $p < 0.05$  con la brecha total como variable dependiente y las variables de estudio como factor.

#### 5.2.4 FASE IV: AGRUPACIÓN DE PROYECTOS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES SEGÚN LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVA CALCULADAS EN FUNCIÓN DE LAS TRES DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD

A partir del cálculo de las brechas medias en las dimensiones económica, medioambiental y social que alcancen los proyectos de Latinoamérica estudiados y utilizando el análisis de conglomerados jerárquico, se obtendrán grupos de proyectos con características de brecha similares entre sí, para proyectos de un mismo grupo, y diferentes de los proyectos pertenecientes a grupos distintos. El resultado arrojará un dendograma en donde se visualizarán los grupos de proyectos.

Para finalizar, con el fin de identificar y valorar la magnitud de las brechas de complementariedad que se están produciendo en la planificación o durante la construcción y operación del proyecto, se empleará las valoraciones y terminología utilizada en la gestión de riesgos de Basilea (Supervisión and Basilea 2014) y, teniendo en cuenta que el máximo valor posible que puede alcanzar cualquier brecha económica, social o ambiental son 60 puntos, obtenidos al aplicar la fórmula del cálculo de brecha para los valores umbrales; esto es:  $5 \times [(5-1) + (5-1) \times 16 \div 2] \times 100 = 60$ , se utilizarán los criterios establecidos en la Tabla 28 para clasificar las brechas de complementariedad parciales y totales obtenidas.

**Tabla 28. Evaluación de la magnitud de la Brecha Total de Complementariedad**

| BRECHA PARA C/PILAR "BP" | BRECHA TOTAL "BT" | RIESGO DE LA BRECHA "RB" | MAGNITUD DE LA BRECHA | CATEGORIA |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
| BP = 0                   | BT = 0            | RB = 0                   | Nula                  | A++       |
| $0 < BP \leq 5$          | $0 < BT \leq 5$   | $0 < RB \leq 1$          | Insignificante        | A         |
| $5 < BP \leq 15$         | $5 < BT \leq 20$  | $1 < RB \leq 2$          | Baja                  | B         |
| $15 < BP \leq 50$        | $20 < BT \leq 50$ | $2 < RB \leq 3$          | Moderada              | C         |
| $50 < BP < 60$           | $50 < BT < 100$   | $3 < RB \leq 4$          | Notable               | D         |
| BP = 60                  | BT $\geq$ 100     | RB $>$ 4                 | Alta                  | E         |

## **5.2.5 FASE V: RUTA DE MEJORAS DE MITIGACIÓN DE LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS IDENTIFICADAS PARA CADA GRUPO DE PROYECTOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

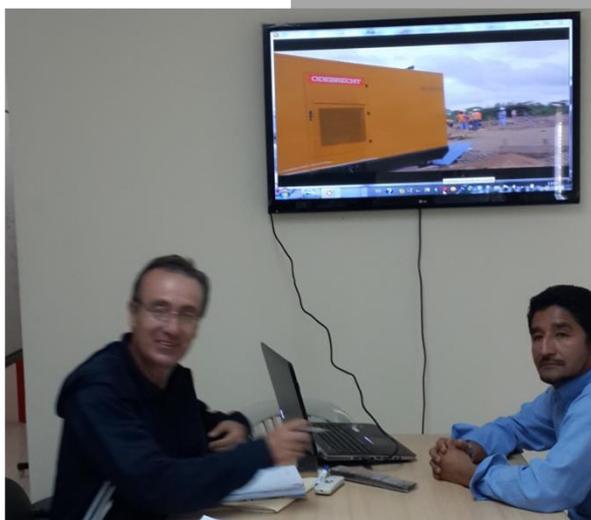
El mapa de ruta de mejoras se realizará para cada grupo de proyectos con características comunes. Para ello, en primer lugar, se desarrollará para cada grupo identificado una clara descripción de sus características a través de la identificación de aquellas variables que contribuyen a generar mayor brecha; lo que permitirá identificar los objetivos de complementariedad a ser alcanzados y mitigados en cada clúster. Se construye una matriz con las frecuencias del NDU promedio de cada una de las variables y los resultados son clasificados de acuerdo a los siguientes rangos: 0 -  $\leq 25$  Muy Bajo;  $>25$  -  $\leq 50$  Bajo;  $>50$  -  $\leq 75$  Bajo; y  $>75$  - 100 Bajo. Con los rangos definidos se puede visualizar el NDU que dicen tener cada variable, en base a lo cual se propondrá el mapa de ruta para cada grupo seleccionado de la República del Ecuador.

Las estrategias básicas de mitigación propuestas consistirán en enfrentar las brechas más graves a través de la implementación de aquellas mejores prácticas más básicas o elementales para el corto plazo, para después hacer un plan de implantación de prácticas de gestión que, aunque menos urgentes, son necesarias para minorar hasta valores aceptables las brechas para el medio plazo, para, por último, hacer un plan de implantación de prácticas más evolucionadas que sirvan para minimizar las brechas una vez se alcancen valores de brecha bajos, de manera que a largo plazo se puedan ejecutar acciones que minimicen al máximo las futuras brechas.

En el siguiente capítulo se lleva a cabo la aplicación minuciosa de cada paso establecido en la propuesta metodológica al caso de los proyectos de Latinoamérica dentro de los cuales se encuentran incluidos los proyectos de infraestructuras hídricas de riego de la República del Ecuador para lograr validar el sistema de variables propuesto y posteriormente calcular las brechas de complementariedad.

## CAPITULO VI

# APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## **CAPÍTULO 6. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS**

A continuación se aplica la metodología descrita en el capítulo 5 de esta tesis al caso de estudio.

### **6.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS**

Para obtener las variables de complementariedad se propone previamente identificar las oportunidades o criterios de sostenibilidad, para lo cual se revisó el estado del arte de los indicadores de sostenibilidad, en razón de la estrecha relación existente entre las variables de complementariedad y los indicadores de sostenibilidad, pues las variables constituyen el “numerador” de los indicadores de sostenibilidad y según Gallopin (1997) incluso considera que los indicadores son variables en última instancia. Por tanto, la determinación del estado del arte de los indicadores de sostenibilidad de los proyectos estratégicos hídricos del sector riego nos conducirán a determinar el estado del arte de las variables de sostenibilidad o de complementariedad no constructivas de estos proyectos.

A continuación se desarrolla la Fase I de la metodología propuesta que identifica las variables de sostenibilidad partiendo de la identificación de oportunidades de mejora y culmina con la selección de las variables.

#### **6.1.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE SOSTENIBILIDAD**

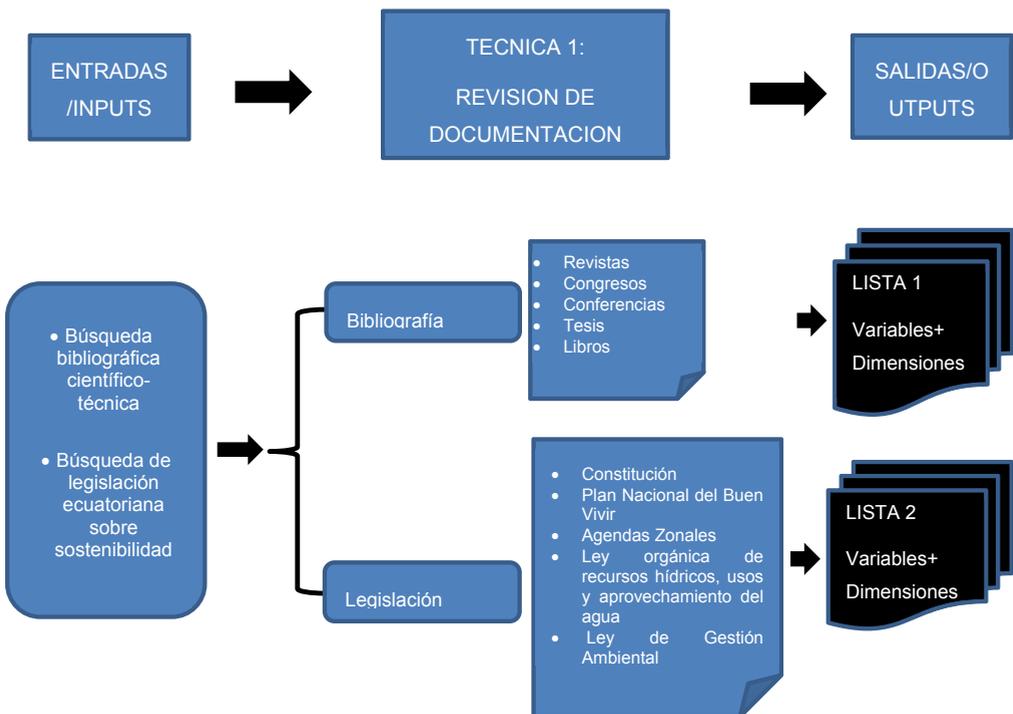
La metodología expuesta propone la utilización de 4 técnicas: 1) revisión de documentación científica-técnica, 2) recopilación de información mediante paneles de expertos, 3) recopilación de información mediante entrevistas y 4) técnicas de diagramación, todas ellas basadas principalmente en la aplicación de los estándares PMI (Project Management Institute, 2004) y PRAM (1997) aplicados a los factores de sostenibilidad.

##### **6.1.1.1 Técnica 1: Revisión de Documentación**

Esta técnica, consiste en la búsqueda estructurada de documentación existente sobre complementariedad en los proyectos estratégicos hídricos del sector riego con enfoque de sostenibilidad, a través de la revisión de bibliografía científico-técnica, de legislación, y demás

documentos a los que se pueda tener acceso, de acuerdo a los pasos esquematizados en la Figura 26.

**Figura 26. Esquema de aplicación de la técnica de revisión de documentación**



#### 6.1.1.1.1 Revisión Bibliografía científico-técnica

Se revisaron las bases de datos cuyas publicaciones contenían referencias del área de proyectos hídricos de riego de acuerdo a los conceptos de sostenibilidad e indicadores de sostenibilidad, entre ellas: ASCE (American Society of Civil Engineers), Science Direct (Elsevier), WAAE (Western Agricultural Economics Association), ProQuest (Dissertations and Thesis), DART-Europe E-theses, Portal RIUNET (Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València), REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias), ISI Web Of Knowledge y Google Académico. Las palabras claves “keywords” empleadas para la búsqueda de la información fueron las siguientes:

**Palabras claves en inglés:** sustainable development, civil engineering, construction projects, project management, sustainable indicator, irrigation.

**Palabras claves en español:** brechas, sostenibilidad, desarrollo sostenible, ingeniería civil, proyectos hídricos, gestión de proyectos, indicadores de sostenibilidad, riego

Resultado de la búsqueda realizada a través de las palabras claves se obtuvo abundante información que fue filtrada en consideración a resultar potencialmente relacionada para el objetivo de identificación de variables de sostenibilidad en proyectos hídricos de riego, escogiendo finalmente: 25 artículos de revistas científicas, 11 congresos y conferencias nacionales e internacionales, 20 libros y 8 tesis doctorales aprobadas, cuyo detalle aparece en la Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31 y Tabla 32. No se realiza un resumen del estado del conocimiento de estos documentos seleccionados, pues ya fue realizado en el estado del arte en el capítulo tercero de esta tesis.

**Tabla 29. Búsqueda en revistas científicas**

| No. | TÍTULO  | AUTOR   | AÑO  | JOURNAL   |
|-----|---|---|------|---|
| 1   | Evaluating impacts of development and conservation projects using sustainability indicators: Opportunities and challenges                                     | Dorice Agol et al.  | 2014 | Environmental Impact Assessment Review. Elsevier        |
| 2   | Water resources management in the Jordan River Basin  | Comair, Georges F Gupta, Prabhats Ingenloff, Chnis Shin, GihyeMcKinney, Daene C   | 2013 | Water and Environment Journal                           |
| 3   | Environmental management and sustainable development  | Goosen, Mattheus F A  | 2012 | Procedia Engineering                                    |
| 4   | Energy for sustainable development: A case of developing countries  | Kaygusuz, Kamil   | 2012 | Renewable and Sustainable Energy Reviews                |
| 5   | Integrating multicriteria evaluation and stakeholders analysis for assessing hydropower projects  | Rosso, M, Bottero, M, Pomarico, S, La Ferlita, S.   | 2014 | Energy Policy   |
| 6   | Key Performance Indicators (KPIs) approach in buildings renovation for the sustainability of the built environment: A review                                  | Kylli, Angeilki Fokaides, Paris A Jimenez, Petra Anparo Lopez   | 2016 | Renewable and Sustainable Energy Reviews                |
| 7   | The Role of Hydropower for Sustainable Energy Development   | Kaygusuz, K.  | 2009 | Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy |
| 8   | Components and structures of the pillars of sustainability  | Duić, Neven Urbanec, Krzysztof Huisingsh, Donald  | 2015 | Journal of Cleaner Production                           |
| 9   | Incorporating socio-environmental considerations into project assessment models using multi-criteria analysis: A case study of Sri Lankan hydropower projects | Morimoto, Risako  | 2013 | Energy Policy   |
| 10  | Lost in translation? Water efficiency in Spanish agriculture  | Lopez-Gunn, Elena Zorrilla, P Prieto, F Llamas, M R   | 2012 | Agricultural water management                           |
| 11  | Towards a sustainability indicator for production systems   | Boyd H, Charles A, Dale, V. H., Efrymson, R. A., Kline, K. L., Langhottz M, H., Leiby, P. N., Oladosu, G. A., & Hilliard, M. R., et al. | 2013 | Ecological Indicators                                   |
| 12  | Description and Evaluation of Zigzag Furrow Irrigation in the Inter-Andean Valleys of Bolivia   | Roldán-Cañás, José Chipana, René Moreno-Pérez, María Fátima Chipana, Gladys   | 2015 | Journal of Irrigation and Drainage Engineering          |
| 13  | Energy indicators for sustainable development   | Vara, Ivan Langlois, Lucille  | 2007 | Energy  |
| 14  | Evaluating impacts of development and conservation projects using sustainability indicators: Opportunities and challenges                                     | Agol, Dorice Lalawiec, Agnieszka E. Strassburg, Bernardo B.N.   | 2014 | Environmental Impact Assessment Review                  |
| 15  | The Current Situation and Sustainable Development of Water Resources in China   | Liu, Xifeng Yua, Xuefeng Yu, Kui  | 2013 | Procedia Engineering                                    |
| 16  | Sustainability indicators for run of the river (RoR) hydropower projects in hydro rich regions of India   | Kumar, Deepak Katoch, S.S.  | 2014 | Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier      |
| 17  | Social aspects of sustainable construction: an ILO perspective  | Wells, Jill   | 2003 | Industry and environment                                |
| 18  | An educational simulation tool for negotiating sustainable natural resource management strategies among stakeholders with conflicting interests               | García-Barrios  | 2007 | Science Direct - Elsevier                               |
| 19  | A negotiation support system for resolving an international trans-boundary natural resource conflict  | Madani, K Routhani, OM  | 2014 | Environmental Modelling & ...                           |
| 20  | Irrigated agriculture: Water resources management for a sustainable environment   | Provenzano, Giuseppe Rodríguez Sinobas, Leonor Roldán Cañas, José   | 2014 | Biosystems Engineering                                  |
| 21  | Sustainability in hydropower development - A case study   | Liu, Jian Zuo, Jian Sun, Zhiyu Zhilante, George Chen, Xianming  | 2013 | Renewable and Sustainable Energy Reviews                |
| 22  | Sustainable power plants: A support tool for the analysis of alternatives   | Scannapieco, D, Naddéo, V, Belgiorno, V.  | 2014 | Land Use Policy   |
| 23  | An analytical framework to discuss the usability of (environmental) indicators for policy   | Bauler, Tom   | 2012 | Ecological Indicators                                   |
| 24  | Why be poor when we can be rich? Constructing responsible mining in El Pangul, Ecuador  | Warnaars, XS  | 2012 | Resources Policy  |
| 25  | Sustainability assessment of energy technologies via social indicators: Results of a survey among European energy experts                                     | Carrera, Diana Gallego Mack, Alexander  | 2010 | Energy policy   |

**Tabla 30. Búsqueda en Congresos, Conferencias y Cursos**

| No | TÍTULO  | AUTOR  | AÑO  | CONGRESO   |
|----|---|--|------|--|
| 1  | Sustainability Indicator for Water and Land Resources Read more: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40499(2000)80">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40499(2000)80</a>  | Tung, C. and Hong, N.  | 2001 | Watershed Management and Operations Management 2000: pp. 1-10.<br>doi: 10.1061/40499(2000)80               |
| 2  | Study on Sustainable Construction Management based on LCA   | Zhang et al.   | 2008 | International Conference on Construction and Real Estate Management, Toronto                               |
| 3  | Developing National and Sub-National Sustainable Water Resources Indicators   | Smith, E. and Swanson, R.                                    | 2007 | World Environmental and Water Resources Congress 2007: pp. 1-18.   |
| 4  | Sustainability and Climate Change: new objectives and requirements in the Engineering Project Management  | Rodríguez y Fernández  | 2008 | doi: 10.1061/40927(243)249<br>12th International Conference on Project Engineering, Zaragoza               |
| 5  | Water Sustainability Indicators for California Water Management Read More: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784479162.230">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784479162.230</a>                      | Shilling, F., Khan, A., Jurcich, R., Fong, V., and Hodge, D. | 2015 | World Environmental and Water Resources Congress 2015: pp. 2341-2349.<br>doi: 10.1061/9780784479162.230    |
| 6  | La evaluación de la sostenibilidad en obra civil  | Burgueño   | 2007 | V Congreso Nacional de Ingeniería Civil: Desarrollo y Sostenibilidad en el Marco de la Ingeniería, Sevilla |
| 7  | Social Sustainability and Important Indicators in Infrastructure Read More: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784413548.208">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784413548.208</a>                     | Surbeck, C. and Hilger, H.                                   | 2014 | World Environmental and Water Resources Congress 2014: pp. 2078-2093.<br>doi: 10.1061/9780784413548.208    |
| 8  | A Case Study on the Sustainable Development Indicators of Water Resources in Taiwan Read More: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40976(316)551">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40976(316)551</a>          | Shieh, H. and Wang, Y.                                       | 2008 | World Environmental and Water Resources Congress 2008: pp. 1-10.<br>doi: 10.1061/40976(316)551             |
| 9  | Use of Indicators in Integrated Water Resources Management Read More: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40792(173)88">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40792(173)88</a>                                     | Paul H. Kirshen  | 2005 | Impacts of Global Climate Change: pp. 1-4.<br>doi: 10.1061/40792(173)88                                    |
| 10 | Public Opinion As an Indicator of the Social Sustainability of Construction Projects Read More: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784412688.067">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784412688.067</a> | Valentin, V. and Bogus, S.                                   | 2012 | ICSDEC 2012: pp. 561-568.<br>doi: 10.1061/9780784412688.067  |
| 11 | Sustainability Rating System for Construction Corporations: A Best Practice Review Read More: <a href="http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41204(426)20">http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41204(426)20</a>             | Lu, Y. and Cui, Q.   | 2012 | ICSDC 2011: pp. 151-160.<br>doi: 10.1061/41204(426)20  |

**Tabla 31. Búsqueda de libros**

| No | TÍTULO  | AUTOR   | AÑO  |
|----|---|---|------|
| 1  | IHA (International Hydropower Association). Sustainability assessment protocol  | IHA (International Hydropower Association)                | 2006 |
| 2  | The Principles of Sustainability  | Dresner   | 2008 |
| 3  | Sustainability Indicators - Measuring the Immeasurable  | Bell and Morse  | 2008 |
| 4  | Guía para la elaboración de memorias de sostenibilidad. G4  | Global Reporting Initiative                               | 2013 |
| 5  | Análisis de los Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad: Planificación urbana y proyectos de construcción   | Fernández Sánchez   | 2008 |
| 6  | Consultoría e Ingeniería Ambiental: Planes, Programas, Proyecto, Estudios, Instrumentos de Control Ambiental, Dirección y Ejecución Ambiental de Obra, Gestión Ambiental de Actividades | Contreras, Ángel Segundo                                  | 2011 |
| 7  | Guía para la elaboración de memorias de sostenibilidad. G3.1  | Global Reporting Initiative                               | 2011 |
| 8  | The Sustainable Design Handbook - China   | CSTB and STDPC  | 2006 |
| 9  | Encyclopedia of Environmental Health  | Liu, F.   | 2011 |
| 10 | IHA (International Hydropower Association). Sustainability guidelines, February 2004  | IHA (International Hydropower Association).               | 2004 |
| 11 | La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible   | Bermejo, Roberto  | 2005 |
| 12 | LEED for New Construction & Major Renovations, version 2.2.   | United States of Green Building Council                   | 2005 |
| 13 | Manual de Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas   | CEPAL División del Medio Ambiente y Asentamientos Humanos | 2001 |
| 14 | Sustainability Assessment. Criteria and processes   | Gibson  | 2005 |
| 15 | Sustainability assessment of energy technologies via social indicators: results of a survey among European energy experts. Energy Policy  | D.G. Carrera, A. Mack                                     | 2010 |
| 16 | The principles of Sustainability  | Dresner   | 2002 |
| 17 | Ecological Dimensions for Sustainable Socio Economic Development  | Yáñez-Arancibia and R. Dávalos-Sotelo. Wit Press          | 2013 |
| 18 | Indicators and information systems for sustainable development  | Meadows   | 1998 |
| 20 | Economía Sostenible: Principios, conceptos e instrumentos   | de Segura, Roberto Bermejo Gómez                          | 2001 |

**Tabla 32. Búsqueda de Tesis doctorales**

| No | TÍTULO  | AUTOR                          | AÑO  |
|----|---|--------------------------------|------|
| 1  | Toward Sustainable Governance of Water Resources: The Case of Guanacaste, Costa Rica  | Kuzdas, Christopher Paul       | 2014 |
| 2  | Alternativas de sostenibilidad para asentamientos humanos en vías de crecimiento: método de diagnóstico y potenciación socio-ambiental  | Carbonnel Torralbo, Alexandre  | 2011 |
| 3  | Una propuesta metodológica para la modelación y prospección de la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas en la Guayana Venezolana  | Paolini Ruiz, Jorge Iván       | 2014 |
| 4  | Essays in water resource economics  | Mieno, Taro                    | 2014 |
| 5  | Sustaining Irrigation Agriculture for the Long-Term: Lessons on Maintaining Soil Quality from Ancient Agricultural Fields in the Phoenix Basin and on the North Coast of Peru | Strawhacker, Colleen           | 2013 |
| 6  | Valoración de los bienes y servicios que presta la agricultura. Aplicación al Sistema Agrario de la Huerta de Valencia.   | Inmaculada Marqués Pérez       | 2013 |
| 7  | Diagnóstico de la sostenibilidad de un abastecimiento de agua e identificación de las propuestas que la mejoren   | Benavides Muñoz, Holger Manuel | 2010 |
| 8  | Gestión sostenible integral: la responsabilidad social empresarial en la integración de los sistemas de gestión   | Quintero Garzón                | 2012 |

Tras la selección de la documentación científica mostrada en las tablas anteriores y la profunda revisión realizada de las mismas, se seleccionaron 39 indicadores, criterios y factores que se han destacado como fundamentales en los aspectos sostenibles en relación con los proyectos hídricos de riego, obteniendo de esta manera una primera lista de variables B<sub>i</sub> mostradas en la Tabla 33 correspondientemente referenciada.

**Tabla 33. Lista 1 de variables según la revisión de documentación bibliográfica científico-técnica**

| No. | VARIABLES ECONÓMICA   | VARIABLES SOCIALES   | VARIABLES MEDIOAMBIENTALES   | AUTOR/AÑO                 |
|-----|---|--|--|---------------------------|
| B.1 | Pérdida de agricultura  | El reasentamiento involuntario, la cooperación de los desalojados y la participación de todos los interesados  | Superficie del terreno requerido, la construcción de caminos de acceso, la sedimentación y migración de los peces  | Goodland, 1994            |
| B.2 | Recreación, turismo y navegación  | La reubicación de las personas, las enfermedades relacionadas con el agua y el patrimonio cultural   | La pérdida de la biodiversidad, impacto negativo en la pesca, el efecto sobre los recursos forestales y las tierras adquiridas para el proyecto  | Sarkar and Karagioz, 1995 |
| B.3 | Eficiencia de la Energía, la inversión por unidad de potencia y costo de energía por unidad kW                                  | Generación de trabajo, estándares de vida y beneficios comunitarios  | Emisión de CO2, la eficiencia de NOx y SO2   | Afgan et al., 2000        |
| B.4 | Costo de construcción   | Efecto de las comunidades indígenas, las enfermedades relacionadas con el agua, la construcción de nuevas carreteras, la colonización, el tráfico no deseado y las inmigraciones, efecto sobre las actividades culturales, la migración a las ciudades, las oportunidades de trabajo y estilo de vida de las comunidades locales | La inundación de bienes raíces y áreas escénicas, la extinción de especies animales o vegetales, los peces migratorios, la deforestación, los deslizamientos de tierra y la perturbación de los hábitats naturales | Kayguzus, 2002            |
| B.5 | -   | Participación de la comunidad, los beneficios de intercambio de proyectos, desplazamiento de la población, la salud pública, el efecto sobre los sitios del patrimonio, la participación pública, el intercambio de beneficios del desarrollo y la mejora de los medios de vida y la mejora de los medios de subsistencia        | Sedimentación en los embalses, la pérdida de la biodiversidad, la calidad del agua, paisaje, terremotos, de flujo ecológico, efecto sobre las especies vulnerables y sus hábitats e inundado zona                  | Klimpt et al., 2002       |
| B.6 | Costo unitario de deposición de sedimentos, mantenimiento y coste de capital  | Aumentar las oportunidades de empleo y nivel de vida   | Deposición de sedimentos   | Bakis and Demirbas, 2004  |
| B.7 | Disponibilidad de empleo, la productividad industrial, el desarrollo urbano y rural y de las principales actividades económicas | La pobreza, la calidad de vida, la educación, la transición demográfica, la contaminación interior, la salud y el género y las implicaciones relacionadas con la edad  | Cambio climático, deforestación, contaminación del agua y el suelo   | Vera and Langlois, 2007   |
| B.8 | Costo de la electricidad y la eficiencia de la conversión de energía  | La aceptación pública, el desplazamiento de las personas y los animales de los hogares / hábitats, efecto sobre los pastos agrícolas, el acceso al agua de riego normal, deportes acuáticos de recreo y el control de inundaciones   | GHGs, requisito del uso del suelo y la sedimentación   | Evans et al., 2009        |

|      |   |   |   |  |   |
|------|---|---|---|--|---|
| B.9  | El mitigación de inundaciones y sequías   | -   | - | Las temperaturas más altas de agua, reducir los niveles de oxígeno disuelto, pH alterados, la reducción de hábitats y especies, la diversidad y la reducción de invertebrados macro y las poblaciones de peces nativos y la productividad y el cambio climático  | Kaygusuz, 2009  |
| B.10 | -   | Capacidad innovadora, la eliminación de agua, el potencial de conflicto, la participación en la toma de decisiones, problemas de salud, la familiaridad con los riesgos, potencial catastrófico, el impacto funcional y el impacto estético   | - | Eutrofización potencial del reservorio y sedimentación   | Carrera and Mack, 2010  |
| B.11 | Unidad de costos de la energía, eficiencia, los deportes acuáticos y el turismo   | La salud humana y la agricultura  | - | Las emisiones de CO <sub>2</sub> , el uso del suelo, la contaminación del aire, el cambio climático y el cambio en la calidad del agua   | Onat and Bayar, 2010  |
| B.12 | El costo de la generación de electricidad, el tiempo de retorno energético (EPBT), eficiencia de conversión de energía y el período de gestación              | Reasentamiento y rehabilitación, adquisición de tierras, el transporte, los enlaces de comunicación, riego, abastecimiento de agua, prevención de inundaciones, pesca y turismo   | - | La contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero  | Nautiyal et al., 2011   |
| B.13 | -   | Asentamiento involuntaria, la destrucción del asentamiento, la pérdida de medios de vida y la identidad cultural  | - | La sedimentación, el calentamiento global (las emisiones de gases de efecto invernadero), la inundación de la tierra, cambio de paisaje, pérdida de biodiversidad, aire localizadas y la contaminación del agua  | Kaunda et al., 2012   |
| B.14 | Costo de capital y costos recurrentes, el ahorro en las emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del aire y período de recuperación | Reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida, la distribución equitativa de los beneficios del proyecto, la eficacia y compensatorios y beneficios en curso, la salud pública, los efectos del desplazamiento en los individuos y las comunidades, la aceptación de la comunidad y la protección del patrimonio cultural | - | Aire y la calidad del agua, gestión de residuos, la hidrología de aguas abajo y de flujo del medio ambiente, la salud pública, las especies en peligro de extinción raras, paso de especies de peces, especies de plagas dentro del depósito (flora y la fauna), problemas de salud, los impactos de las actividades de construcción en el medio ambiente terrestre y acuática y la adopción de sistemas de gestión ambiental auditados de forma independiente | Liu et al., 2013.<br>International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006 |
| B.15 | Total de costos de construcción y operación calculados por año, la capacidad instalada (MW) y la capacidad de producción (GWh / año)                          | -   | - | Los indicadores biológicos, las condiciones morfológicas, los hábitats terrestres y de calidad del agua y la fauna de los peces  | Vucijak et al., 2013  |

|      |   |  |   |                          |
|------|---|--|---|--------------------------|
| B.16 | Coste normalizado de la energía (LCOE), la capacidad para responder a la demanda, eficiencia y el factor de capacidad (tres últimos categorizados bajo factores tecnológicos)   | Los costes externos (salud humana), la creación de empleo, la aceptabilidad social y riesgo de alimentación externa  | Uso de la tierra y de los costes externos (entorno)   | Maxim, 2014              |
| B.17 | Incremento en costos (LCOE)   | Nuevos puestos de trabajo y los ingresos locales   | Emisiones de Gases Efecto Invernadero, la demanda de tierras y otros impactos ecológicos perjudiciales  | Dombi et al., 2014       |
| B.18 | El capital y operación y mantenimiento de costes y CED (Acumulativo Demanda de Energía)   | Empleo y la aceptación del público   | GWP100 (Potencial de Calentamiento Global más de 100 años), el agua, el consumo de la tierra, los recursos subterráneos, los residuos, el efecto sobre los ecosistemas (incluyendo flora y fauna), directa y las emisiones indirectas, la colocación de plantas y obstáculos, tráfico y peligros  | Scannapieco et al., 2014 |
| B.19 | Los gastos operacionales, incentivos, costos de inversión, gastos de compensación, el promedio anual de beneficios, la ganancia media anual, plazo de amortización y la TIR (Tasa Interna de Retorno). Además, en virtud de los aspectos técnicos, parámetros considerados son la longitud del río, la productividad esperada neta, der Qmean, la altitud de la ingesta, la eficiencia, la cabeza, la tipología de la planta y el volumen de las estructuras. | Las tasas de compensación / número de habitantes, tasas de compensación / ingresos per-cápita promedio, de impacto en múltiples usos, actividades empresas locales, área marginal, el empleo local y la preferencia directa de los grupos de interés | La calidad del paisaje y las áreas protegidas, el riesgo hidrológico, EF / Qmean (relación entre el medio ambiente, descarga y media de río), Qmax der / Qmean (relación entre el caudal máximo que se puede derivar de la planta y de descarga promedio de río), der Qmean / Qmean (relación entre el caudal medio que se puede derivar de la planta y de descarga promedio de río), la calidad del agua, la cantidad de agua y mitigación de impactos | Rosso et al., 2014       |
| B.20 | Valor Actual Neto (VAN) y la generación promedio de los costos por unidad de generación   | El desplazamiento y reasentamiento, nivel de vida y la salud de las comunidades  | Impacto en la biodiversidad local (flora, fauna, peces e invertebrados) y la erosión del suelo  | Morimoto, 2013           |
| B.21 | Costes directos e indirectos  | Instrumentos de Control Ambiental, Dirección y Ejecución Ambiental de Obra, Gestión Ambiental de Actividades   |   | Contreras, Ángel Segundo |
| B.22 |   | Uso del suelo  |   | Ugwu et al., 2005        |
| B.23 |   | Contaminación del aire // Ventilación  |   | Ugwu et al., 2005        |
| B.24 |   | Ruido  |   | Ugwu et al., 2005        |

|      |   |   |  |   |
|------|---|---|--|---|
| B.26 |   | Ecología  |  | Ugwu et al., 2005                             |
| B.27 |   | Impacto visual                                      |  | Ugwu et al., 2005                             |
| B.28 |   |   | Patrimonio cultural                            | Ugwu et al., 2005                             |
| B.29 |   |   | Percepción pública                             | Ugwu et al., 2005                             |
| B.30 |   |   | Sinergias entre actores                        | Ugwu et al., 2005                             |
| B.31 |   |   | Acceso al lugar                                | Ugwu et al., 2005                             |
| B.32 |   |   | Seguridad y salud - impacto sobre trabajadores | Wells, 2003; Ugwu et al., 2005; Alarcón, 2005 |
| B.33 |   |   | Público / Impacto sobre la comunidad local     | Wells, 2003; Ugwu et al., 2005; Alarcón, 2005 |
| B.34 |   | Gestión de residuos y Disponibilidad del material   |  | Prendergast, 1993; Ugwu et al., 2005          |
| B.35 |   | Evaluación de Impacto Ambiental en el ciclo de vida |  | Prendergast, 1993; Ugwu et al., 2005          |
| B.36 |   |   | Impacto social a nivel global                  | Wells, 2003                                   |
| B.37 |   | Flora y fauna amenazadas                            |  | Dasgupta and Tam, 2005                        |
| B.38 | Incremento esperado del valor económico del entorno |   |  | Dasgupta and Tam, 2005                        |
| B.39 | Vida útil del proyecto                              |   |  | Dasgupta and Tam, 2005                        |

Las dimensiones o áreas temáticas de desarrollo sostenible abordadas por la documentación científica de importancia en la aplicación de la sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego son fundamentalmente:

| <b>CODIGO/DIMENSION</b> | <b>NOMBRE</b>               |
|-------------------------|-----------------------------|
| D.1                     | Economía                    |
| D.2                     | Utilización de recursos     |
| D.3                     | Administración del proyecto |
| D.4                     | Medioambiente               |
| D.5                     | Social - Participación      |
| D.6                     | Seguridad y Salud           |
| D.7                     | Residuos                    |
| D.8                     | Energía                     |
| D.9                     | Aire – Atmósfera            |

#### **6.1.1.1.2 Revisión legislación nacional relacionada con el concepto sostenible**

Para completar la primera técnica, se ha estudiado la legislación vigente en la República del Ecuador sobre la aplicación del concepto de los tres pilares del desarrollo sostenible: el medio ambiente, la integración social y la economía social, en los proyectos hídricos de riego, cuyos contenidos fueron analizados en el primer capítulo. Se ha partido de la Constitución de la República del Ecuador, continuando la revisión del Plan Nacional del Buen Vivir, el Código de la Producción, Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua y los planes de auditoría ambiental del Ministerio del Medio Ambiente. Importante mencionar que la legislación ecuatoriana vigente ya contempla la aplicación de los denominados "pilares de la sostenibilidad" para la gestión de los recursos hídricos, para lo cual su Constitución establece que en **primer lugar se beneficia el consumo humano (social), luego el riego que garantice la soberanía alimentaria (económico-social), luego el caudal ecológico (medio ambiental) y finalmente las actividades productivas (económico), en este orden de prelación.**

De la totalidad de la legislación existente revisada se seleccionaron 11 cuerpos legales relacionados con las buenas prácticas de sostenibilidad considerados de importancia

relevante en el sector de los proyectos estratégicos de riego, para proceder a su estudio y revisión detallada, y cuyo listado aparece reflejado en la Tabla 34.

**Tabla 34. Legislación a nivel nacional estudiada**

| No. | Título/Descripción  | Año                    |
|-----|---|------------------------|
| 1   | Constitución del Ecuador CE   | 2008                   |
| 2   | Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD | 2011                   |
| 3   | Ley de Aguas LA   | 2004                   |
| 4   | Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del Agua LORHA          | 2014                   |
| 5   | Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos MICSE                             | 2012                   |
| 6   | Código Orgánico de la Producción COP  | 2010                   |
| 7   | Plan Nacional para el Buen Vivir PNBV   | 2010                   |
| 8   | Plan Nacional para el Buen Vivir PNBV   | 2013                   |
| 9   | Código Orgánico de Participación y Finanzas Públicas COPFP                        | 2010                   |
| 10  | Plan plurianual de inversión pública 2013-2017 PPIP                               | 2013                   |
| 11  | Ministerio del Ambiente MAE   | 2012, 2013, 2014, 2015 |

Luego de la revisión y análisis de la legislación citada y estudiada con profundidad en el capítulo 1, se identificaron 35 factores con relación a los proyectos estratégicos hídricos de riego, obteniendo una segunda lista de variables  $L_i$  mostradas en la Tabla 35 referenciada.

**Tabla 35. Lista 2 de variables según la revisión de documentación-legislación**

| No.  | Variable   | Autor / Referencia |
|------|--|--------------------|
| L.1  | El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida  | CE 2008, 12        |
| L.2  | Principios de: solidaridad, obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad  | COTAD 2011, 137    |
| L.3  | Competencias exclusivas del Estado Central sobre las áreas naturales protegidas y los recursos naturales (hídricos, biodiversidad y recursos forestales)   | CE 2008, 261       |
| L.4  | Recuperación del valor invertido   | LA 2004, 17        |
| L.5  | Tarifas para concesiones   | LA 2004, 18        |
| L.6  | Tarifas proporcionales al beneficio  | MICSE 2012, 482    |
| L.7  | En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa   | CE 2008, 320       |
| L.8  | Responsabilidad del Estado de la provisión de los servicios públicos de riego.   | CE 2008, 314       |
| L.9  | El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.  | CE 2008, 318       |
| L.10 | La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria.   | CE 2008, 318       |
| L.11 | El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.  | CE 2008, 411       |
| L.12 | Estado revisará la situación de acceso al agua de riego con el fin de reorganizar el otorgamiento de las concesiones, evitar el abuso y las inequidades en las tarifas de uso, y garantizar una distribución y acceso más equitativo, en particular a los pequeños y medianos productores agropecuarios. | CE 2008, T.27      |
| L.13 | Conservación del suelo   | CE 2008, 408       |
| L.14 | Contaminación, desertificación y la erosión  | CE 2008, 409       |
| L.15 | Desarrollo de prácticas agrícolas que protejan y promuevan la soberanía alimentaria  | CE 2008, 410       |
| L.16 | Producción nacional, comercio y consumo sustentable  | COP 2010, 4.C      |
| L.17 | Plan Plurianual de Inversión   | COPFP 2010, 36     |
| L.18 | Hogares que viven en hacinamiento  | PNBV 2013,3,8      |

|      |   |                        |
|------|---|------------------------|
| L.19 | Proporción del territorio continental bajo conservación o manejo ambiental  | PNBV, 2013, 7.1        |
| L.20 | Aumentar la superficie de restauración forestal   | PNBV 2013, 7.3         |
| L.21 | PEA con ocupación   | PNBV 2013, 9.1         |
| L.22 | Subempleo de la PEA   | PNBV 2013, 9.2         |
| L.23 | Reducir la informalidad laboral   | PNBV 2013, 9.4         |
| L.24 | Trabajadores capacitados  | (PNBV 2013, 9.6)       |
| L.25 | Disminuir la concentración de la superficie regada  | PNBV 2013, 10.5        |
| L.26 | Revertir la tendencia en la participación de las importaciones en el consumo de alimentos agrícolas y cárnicos  | PNBV 2013, 10.7        |
| L.27 | Participación de usuarios   | LA 2004, LORHA 2014    |
| L.28 | El Estado recuperará el valor invertido en los canales de riego para uso agropecuario, en función de la capacidad de pago de los beneficiarios, mediante títulos de crédito | LA 2004, 37            |
| L.29 | Construcciones ecoeficientes  | MAE 2014, 004          |
| L.30 | Registro generadores desechos peligrosos  | MAE 2008, 026          |
| L.31 | Cambio climático  | MAE 2014, 137 y 248    |
| L.32 | Ordenamiento territorial y cambio climático   | MAE 2013, Manual       |
| L.33 | Desertificación, degradación de tierras y sequía  | MAE 2014, 045          |
| L.34 | Sistema de Contabilidad ambiental nacional  | MAE 2013, Sistema      |
|      | Autorización Ambiental  | MAE 2012, 027          |
| L.35 | Actualización del Estudio de Necesidades y el Análisis de la Brecha de Financiamiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas  | MAE 2015, ISSUU o line |

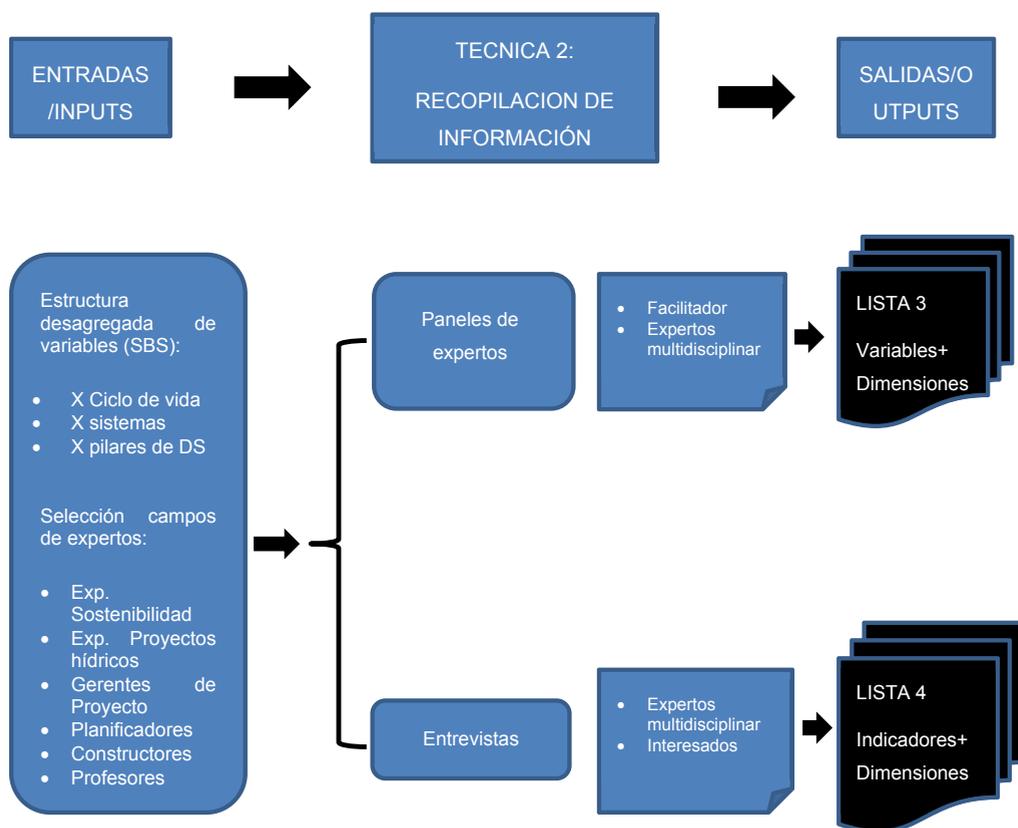
Las dimensiones o áreas temáticas de desarrollo sostenible abordadas por la documentación de legislación de importancia en la aplicación de la sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego son fundamentalmente:

| <b>CODIGO/DIMENSION</b> | <b>NOMBRE</b>                             |
|-------------------------|---|
| D.1                     | Utilización de recursos                   |
| D.2                     | Medioambiente                             |
| D.3                     | Social - Participación                    |
| D.4                     | Seguridad y Salud                         |
| D.5                     | Residuos y desechos                       |
| D.6                     | Energía                                   |
| D.7                     | Cambio Climático                          |
| D.8                     | Agua - Recursos hídricos                  |
| D.9                     | Suelo                                     |
| D.10                    | Biodiversidad                             |
| D.11                    | Aire - Atmósfera                          |
| D.12                    | Calidad y seguridad de las construcciones |
| D.13                    | Integración y cohesión social             |
| D.14                    | Tarifas y costos                          |

#### **6.1.1.2 Técnica 2: Recopilación de información**

De acuerdo a la metodología propuesta la segunda técnica para recolectar información consiste en la aplicación de sesiones con paneles de expertos y las entrevistas a expertos, cuyo esquema de trabajo se presenta en la Figura 27.

**Figura 27. Esquema de aplicación de la técnica de Recopilación de Información**



#### 6.1.1.2.1 Recopilación mediante paneles con expertos

Mediante sesiones de trabajo con expertos en la gestión de proyectos estratégicos de riego en sus distintas fases del ciclo de vida, se obtiene una lista amplia de oportunidades o factores de sostenibilidad genérica de un proyecto de infraestructuras hídricas. La técnica aplicada consiste en la generación de ideas de una manera rápida acerca de los indicadores de sostenibilidad bajo el liderazgo de un facilitador que se encarga de controlar y guiar a los expertos en la búsqueda de esas ideas. Cada una de las oportunidades (o factores) identificadas son descritas por una frase indicativa de su fuente o sus características.

Los pasos seguidos para la aplicación de esta técnica se muestran en la Figura 28.

**Figura 28. Pasos para el diseño y elaboración de sesiones de trabajo con expertos**



En el primer paso de **planificación**, se estableció como objetivo la identificación de indicadores por medio de una tormenta de ideas multidisciplinar. El facilitador, autor de esta tesis, para guiar la tormenta de ideas se basó en las tres estructuras de desglose de variables SBS (Sustainable Breakdown Structure). Las tres SBS: el ciclo de vida, los pilares del desarrollo sostenible y los sistemas genéricos en que se puede dividir un proyecto, tuvieron como objetivo guiar la dinámica hacia los elementos que interesan en esta investigación. Para ello se crearon grupos de expertos donde se les solicitó que generen ideas sobre los temas a tratar guiados por una estructura SBS vacía de indicadores, pero organizadas previamente para ser rellenadas en el transcurso de la sesión.

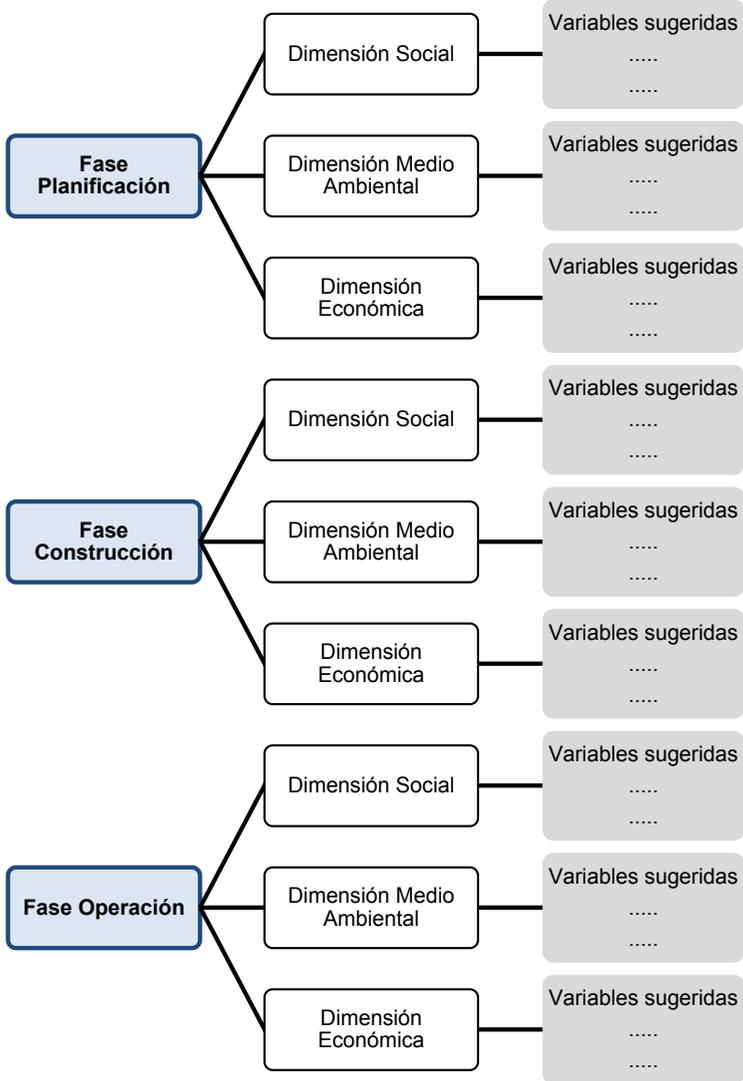
La convocatoria de actores a estar presentes en el desarrollo de esta técnica se realizó de acuerdo a la disponibilidad de una selección previa de involucrados. De acuerdo con esto, se aplicó la técnica de Who Counts (Prabhu et al., 1999) para identificar los involucrados mediante los criterios de dependencia, áreas de trabajo, actividad y derechos legales de cada actor. Fueron seleccionados los siguientes perfiles: Ingeniero proyectista, Ingeniero construcción, Experto en evaluación de impacto ambiental y/o en desarrollo sostenible, Asesor estatal experto en el sector hídrico, Fiscalizador, Investigador/profesor/catedrático.

Las reuniones con expertos tuvieron lugar el día 02 de diciembre de 2014 en la ETSI de Agronomía de la Universidad Politécnica de Valencia en el despacho del autor durante algo más de dos horas con diez expertos (en dos paneles de 5 expertos) previamente invitados mediante correo electrónico, con el perfil señalado y según su disponibilidad horaria. Cabe destacar la complejidad para convocar en fecha y hora a un mayor número de expertos

con estos perfiles, pues en varias ocasiones fue anulada la sesión por la imposibilidad de asistencia de alguno de los invitados. Sería conveniente para lograr un mayor alcance y representatividad contar con la voluntad de participación de un mayor número de expertos. La sesión se **desarrolló** siguiendo los pasos detallados continuación:

- Bienvenida e Introducción en donde se explicó a los asistentes la finalidad del proyecto de investigación y su contexto; los conceptos, la dimensión (áreas temáticas que componen el desarrollo sostenible por ejemplo: energía, biodiversidad, movilidad y seguridad, etc.), fases del ciclo de vida del proyecto a analizarse (planificación, construcción y operación), variable (indicador que se presenta como un dato cuantitativo o cualitativo que permite caracterizar una situación), y proyecto estratégico hídrico de riego, para aclarar y uniformizar conceptos. Duración veinte minutos.
- Posteriormente se formaron grupos de trabajo con los profesionales asistentes que durante media hora propusieron dimensiones, así como ideas sobre oportunidades y variables de sostenibilidad y en la siguiente media hora redactaron en las hojas previamente proporcionadas sus respuestas de acuerdo a la estructura SBS de la Figura 29.

Figura 29. Estructura SBS propuesta a los expertos para obtener variables



- Todo el proceso fue guiado por mi persona como facilitador de acuerdo a las estructuras de desglose SBS comentadas anteriormente. Después, durante una hora, cada persona expuso y explicó los factores identificados al resto de profesionales.

- Una vez finalizada esta etapa y durante la media hora siguiente se trataron las dimensiones y variables identificados por los asistentes buscando obtener **conclusiones** generales y logrando un consenso global de aquellas variables que deben estar presentes en toda evaluación de sostenibilidad en un proyecto hídrico de riego.

Finalizada la sesión, se han identificado 20 factores con relación a los proyectos estratégicos hídricos de riego, obteniendo una tercera lista de variables S<sub>i</sub> mostradas en la Tabla 36.

**Tabla 36. Lista 3 de variables mediante sesiones de creatividad**

| No.  | Variable   |
|------|--|
| S.1  | Relación beneficio/coste                                   |
| S.2  | Economía local (diversificación económica)                 |
| S.3  | Coste social (oportunidades para las futuras generaciones) |
| S.4  | Protección del patrimonio cultural                         |
| S.5  | Emisiones de CO <sub>2</sub>                               |
| S.6  | Afectación del paisaje                                     |
| S.7  | Especies protegidas afectadas                              |
| S.8  | Especies protegidas afectadas                              |
| S.9  | Pérdida de la biodiversidad                                |
| S.10 | Superficie de territorio afectada por el proyecto          |
| S.11 | Vinculación legal del personal y trabajadores              |
| S.12 | Desalojo de escombros                                      |
| S.13 | Transporte y movilización                                  |
| S.14 | Análisis de riesgos  |
| S.15 | Participación ciudadana                                    |
| S.16 | Felicidad de los beneficiarios                             |
| S.17 | Afectación del proyecto a la escorrentía                   |
| S.18 | Accesibilidad / Adecuación a la biodiversidad humana       |
| S.19 | Integración social (inmigrantes, desfavorecidos)           |
| S.20 | Transparencia y control de corrupción                      |

Las dimensiones o áreas temáticas que componen el desarrollo sostenible sugeridas por los expertos de importancia en la aplicación de la sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego fueron, fundamentalmente:

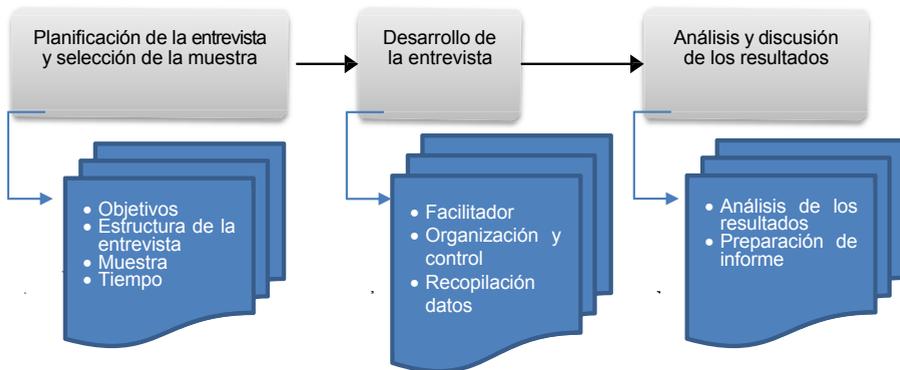
| <b>CODIGO/DIMENSION</b> | <b>NOMBRE</b>           |
|-------------------------|-------------------------|
| D.1                     | Utilización de recursos |
| D.2                     | Medioambiente           |
| D.3                     | Social – Participación  |
| D.4                     | Seguridad y Salud       |
| D.5                     | Biodiversidad           |
| D.6                     | Economía                |

#### **6.1.1.2.2 Recopilación mediante entrevistas:**

La técnica de entrevistas supone la realización de reuniones con expertos e interesados en el proyecto de investigación, para identificar variables de sostenibilidad. El empleo de esta técnica es una de las principales fuentes de recopilación de datos para la identificación de oportunidades (PMI, 2004). La entrevista requiere un enfoque semi-estructurado, donde el entrevistador asume el rol de facilitador. Las desventajas son, lógicamente, el consumo de tiempo del entrevistador y que el surgimiento de ideas es más limitado que en un grupo de expertos. Sin embargo, hay gente que se siente más cómoda expresándose abiertamente en una situación de uno a uno (APM, 2004).

Deben efectuarse estando presentes solamente el entrevistador y el entrevistado, donde se puede buscar la normalización de la interacción entre ambos (Chica et al., 2006). El cuestionario redactado para una entrevista ofrece la posibilidad de que todos los entrevistados sean interrogados exactamente con las mismas palabras, presentándose en el mismo orden, haciendo equiparables las respuestas de los entrevistados. Las etapas de aplicación de esta técnica según Chica et al. (2006) se muestran en la Figura 30.

**Figura 30. Etapas para el diseño y elaboración de entrevistas**



Fuente: Adaptada de Chica et al., (2006)

En la aplicación de esta técnica, actuó como facilitador o entrevistador el autor de la tesis.

La diferencia fundamental entre encuesta y entrevista es que en la entrevista "se pregunta", en la encuesta "se lee la pregunta", adicionalmente mediante la entrevista podemos conocer la información de ciertos involucrados que prevemos no contestarán a las encuestas o cuestionarios y que tienen una influencia clave para proponer indicadores. Con esta idea, se elaboró el cuestionario de la entrevista, cuyo formato se adjunta en el Anexo 1.

Para la selección de la muestra de las personas a la que se sometió la entrevista, se seleccionó a aquellos colectivos que se consideran relevantes en los proyectos hídricos de riego. Así, respetando los actores intervinientes en un proyecto de esta índole considerados durante el panel de expertos, se identificaron los siguientes colectivos para ser entrevistados: Asesores del Ministerio Coordinador de Sectores estratégicos, Asesores de la Secretaría Nacional del Agua ex SENAGUA, socios del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha CICP, catedráticos especialistas del sector de la Universidad de Valencia y de la Universidad Politécnica de Valencia, doctorandos de Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) - Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y técnicos de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Las entrevistas se realizaron in situ de los proyectos de la República del Ecuador y en España a los diferentes colectivos mencionados. Finalmente accedieron a ser entrevistados en total 10 expertos.

Luego de la revisión y análisis de las respuestas de las diez entrevistas realizadas durante los meses de diciembre 2013, enero 2014, diciembre 2014 y enero 2015 se identificaron 31 variables con relación a los proyectos estratégicos hídricos de riego, obteniendo una cuarta lista de variables  $E_i$  mostrada en la Tabla 37.

**Tabla 37. Lista 4 de variables mediante recopilación de información-entrevistas**

| No.  | Variable   |
|------|--|
| E.1  | Seguridad vial (ciudadanos y usuarios)   |
| E.2  | Número de personas desplazadas debido al proyecto  |
| E.3  | Generación de empleo legal directo   |
| E.4  | Control de ocurrencia de accidentes e incidentes   |
| E.5  | Relación beneficio/coste   |
| E.6  | Responsabilidad Social Corporativa   |
| E.7  | Espacio público y otros servicios públicos.  |
| E.8  | Conflictos entre la población local y los trabajadores migrantes   |
| E.9  | Riesgos para la salud debido a la contaminación del aire, el agua o acústica   |
| E.10 | Impacto en los medios e infraestructura de transporte, eléctrica, sanitaria y de comunicación  |
| E.11 | Cantidad de generación y eliminación de suciedad / escombros   |
| E.12 | Emisiones de CO <sub>2</sub>   |
| E.13 | Superficie del terreno adquirido para el proyecto  |
| E.14 | Condiciones del Embalse/Reservorio   |
| E.15 | Longitud y alcance de la desviación de la corriente  |
| E.16 | Cantidad de limo en la corriente   |
| E.17 | Emisión de gases de efecto invernadero   |
| E.18 | Calidad del aire (contaminación del aire)  |
| E.19 | Calidad del agua (contaminación del agua)  |
| E.20 | Calidad acústica (contaminación del sonido)  |
| E.21 | Existencia de parques nacionales hasta a 10 km a la redonda desde el sitio del proyecto  |
| E.22 | Operaciones de explotación de canteras / extracción  |
| E.23 | Impacto en los animales terrestres y aves, Impacto sobre la vida acuática  |
| E.24 | Control de las amenazas naturales como deslizamientos, aguaceros, terremotos etc.  |
| E.25 | Impacto debido a la presencia de otro proyecto hídrico en la vecindad  |
| E.26 | Costo de capital y costos recurrentes  |
| E.27 | Políticas de gestión de recursos hídricos del Gobierno Central y GAD's<br>Valor actual neto, tasa interna de retorno, relación beneficio/costo |
| E.28 | Impacto en el turismo  |
| E.29 | Impacto sobre el comercio y la industria   |
| E.30 | Reasentamiento y costo de rehabilitación de personas afectadas por el proyecto   |
| E.31 | Participación pública  |

Las dimensiones o áreas temáticas que componen el desarrollo sostenible sugeridas por los expertos durante la aplicación de las entrevistas de importancia en la aplicación de la sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego fueron, fundamentalmente:

| <b>CODIGO/DIMENSION</b> | <b>NOMBRE</b>          |
|-------------------------|------------------------|
| D.1                     | Economía               |
| D.2                     | Medioambiente          |
| D.3                     | Social – Participación |
| D.4                     | Seguridad y Salud      |
| D.5                     | Biodiversidad          |
| D.6                     | Territorio             |
| D.7                     | Personal               |
| D.8                     | Patrimonio Cultural    |

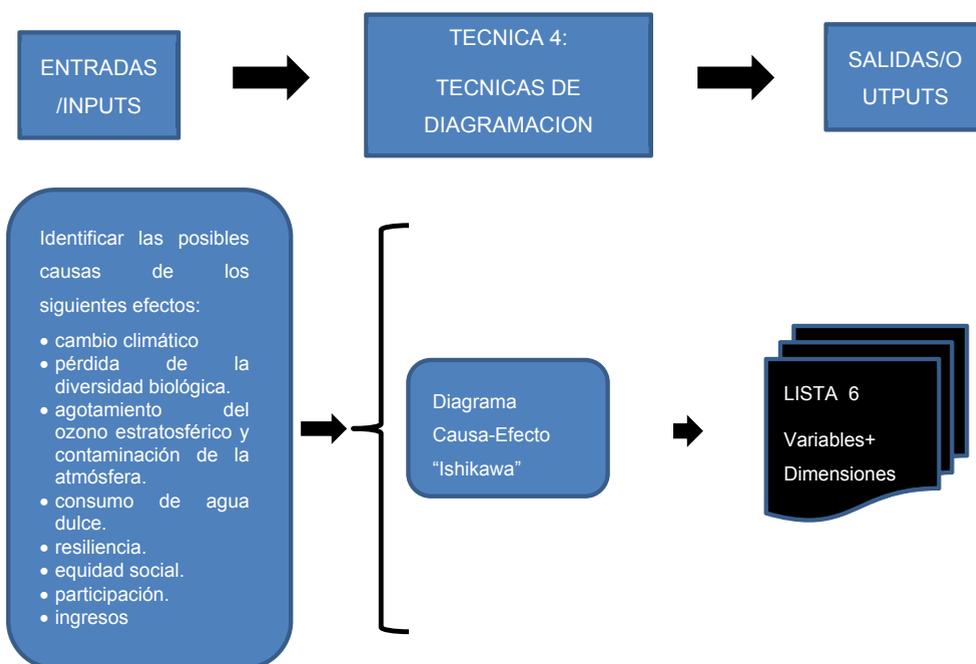
### **6.1.1.3 Técnica 3: Técnicas de Diagramación**

El estándar PMI (2004), incluye tres tipos de técnicas de diagramación para la identificación de oportunidades o factores de sostenibilidad:

- 1. Los diagramas de causa-efecto, también conocidos como diagramas de Ishikawa o de espina de pescado, útil para identificar las variables o factores que pueden estar vinculados con las posibles causas que producen brechas de complementariedad;*
- 2. Los diagramas de flujo o de sistemas, que muestran cómo se relacionan los diferentes elementos de un sistema y el mecanismo de causalidad; y*
- 3. Los diagramas de influencias que son representaciones gráficas de situaciones que muestran las influencias causales, la cronología de eventos y otras relaciones entre variables y resultados.*

En concordancia a lo indicado tanto por el PRAM (1997) como por el PMI (2004), y debido a que lo que se busca es la identificación y selección de oportunidades o factores ante los nuevos retos o problemas que surgen con el concepto de desarrollo sostenible durante el ciclo de vida de un proyecto, la técnica de diagramación que se va a utilizar es la de diagramación causa-efecto, de acuerdo al esquema de la Figura 31.

Figura 31. Esquema de aplicación de la Técnica de diagramación



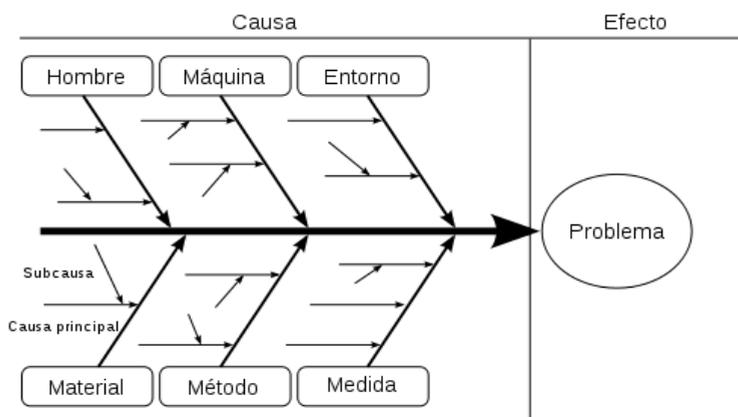
El Diagrama Causa-Efecto también llamado espina de pez o de las siete M, o de Ishikawa en honor al Dr. Kaoru Ishikawa y ejemplificado en la Figura 32, fue desarrollado en 1943 en la Universidad de Tokio, intenta localizar fundamentalmente las causas que provocan un efecto concreto. Éstas se suelen agrupar en bloques, y así el análisis que se puede realizar de uno de estos diagramas es más sencillo. Debido a su versatilidad se puede aplicar a multitud de situaciones, por ello seguidamente vamos a considerar además de la causa y efecto propios del diagrama, las posibles variables que se derivan de los problemas y fuentes identificados para la elaboración y selección de la lista de buenas prácticas de sostenibilidad que son el motivo de la aplicación de esta técnica. Para realizarlo existen diferentes formas, aunque básicamente según Rojas et al.(2012) los pasos son:

- Seleccionar el efecto que queremos controlar. Ése será el tronco del diagrama del cual partirán las causas que actúan sobre dicho efecto.
- En la rama correspondiente a cada causa se agruparán aquellas que dan lugar al efecto considerado.

- Por último, las causas se deben ordenar en función de la importancia que tienen respecto al efecto que será analizado.

En la elaboración del este diagrama, las causas se deben agrupar sistemáticamente procediendo de los huesos pequeños a los huesos medianos y después de los huesos medianos a los huesos grandes.

**Figura 32. Ejemplo de la estructura de un Diagrama Causa-Efecto**



Siguiendo esta técnica, se han elaborado en total 8 diagramas de causa-efecto. 4 en función de los límites ambientales establecidos como fundamentales por “DONA” (Rockstrom et al. 2009): cambio climático, pérdida de la diversidad biológica, agotamiento del ozono estratosférico y contaminación de la atmósfera, consumo de agua dulce; y 4 en función de los límites sociales: resiliencia, equidad social, participación e ingresos. Cabe destacar que los límites económicos están considerados por “DONA” dentro de los límites sociales.

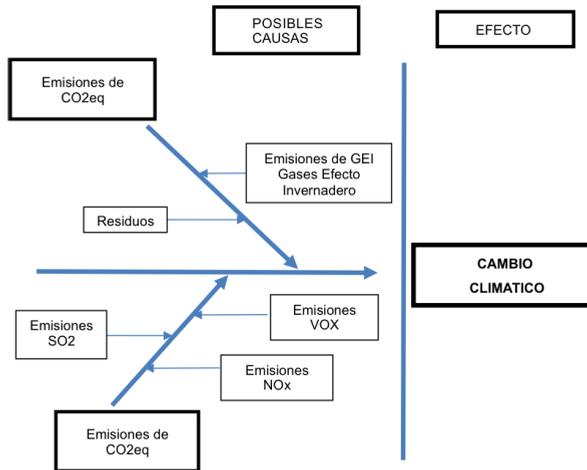
### **CAMBIO CLIMÁTICO:**

Entre las posibles causas que afectan al Cambio Climático se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 33.

Emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el ciclo de vida del proyecto (GEI)

Emisiones de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> (Compuestos Orgánicos Volátiles)

**Figura 33. Diagrama causa- efecto Cambio climático**



**PERDIDA DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

Entre las posibles causas que inciden en la pérdida de la diversidad biológica se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 34.

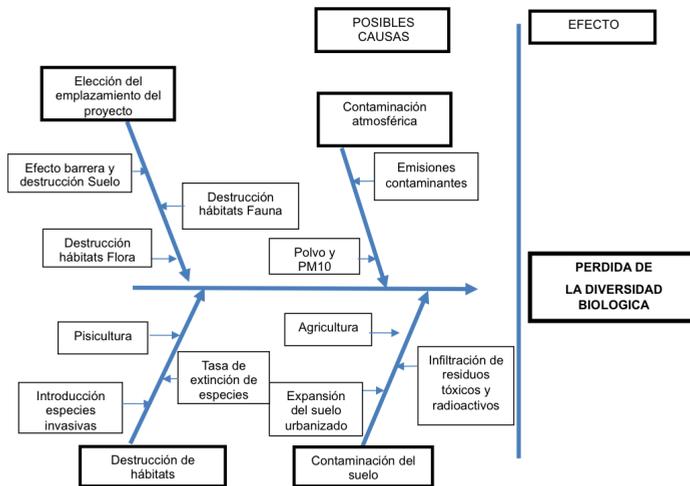
Elección del emplazamiento del proyecto

Contaminación atmosférica

Destrucción de hábitats

Contaminación del suelo.

**Figura 34. Diagrama causa-efecto Pérdida de la Diversidad Biológica**



### **AGOTAMIENTO DEL OZONO ESTRATOSFERICO Y CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA:**

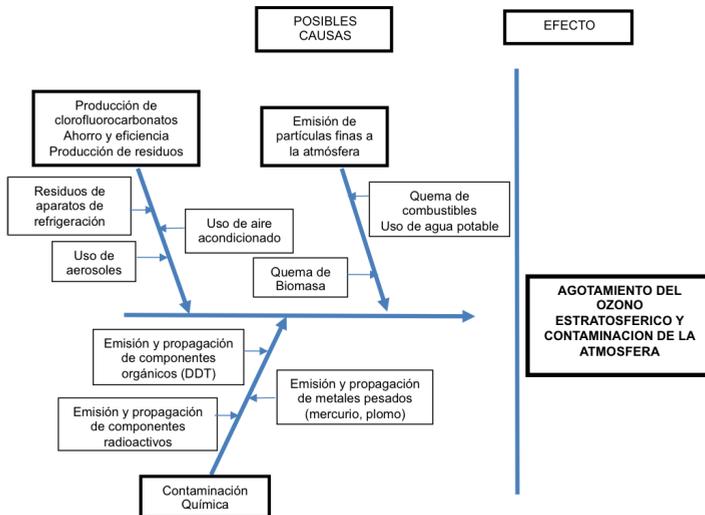
Entre las posibles causas que inciden en el agotamiento del ozono estratosférico y la contaminación de la atmósfera se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 35.

Contaminación química

Emisión de partículas finas a la atmósfera

Producción de clorofluorocarbonos

**Figura 35. Diagrama causa-efecto Agotamiento del ozono estratosférico y contaminación de la atmósfera**

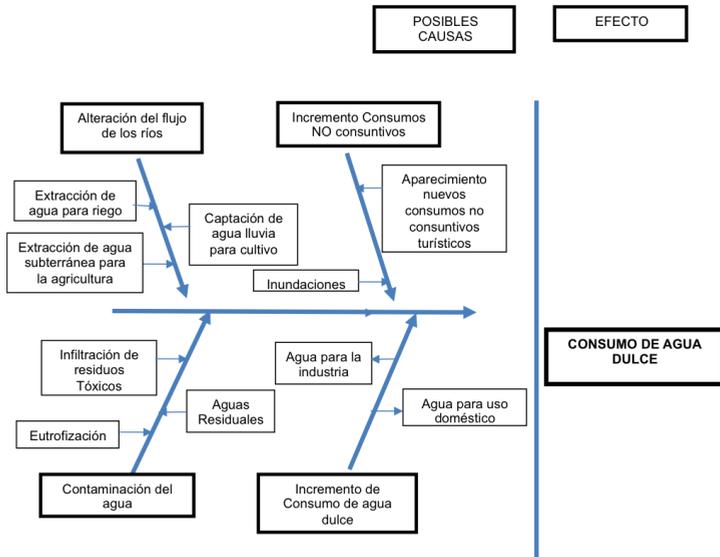


### CONSUMO DE AGUA DULCE:

De las posibles causas que afectan al incremento del consumo de agua dulce se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 36.

- Incremento consumo de agua dulce.
- Contaminación del agua
- Alteración del flujo de los ríos
- Incremento consumos NO consuntivos

**Figura 36. Diagrama causa-efecto Consumo de agua dulce**



## RESILIENCIA

Entre las posibles causas que afectan la capacidad de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado, es decir resiliencia, se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 37.

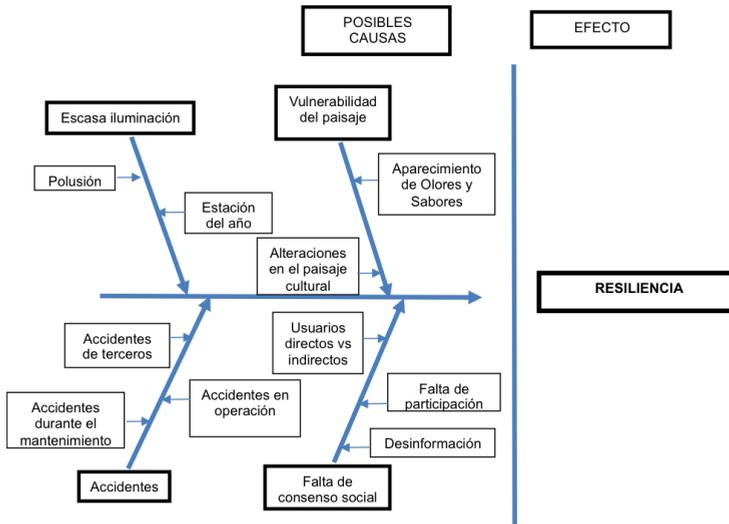
Escasa iluminación

Vulnerabilidad del paisaje

Accidentes

Falta de consenso social

**Figura 37. Diagrama causa-efecto Resiliencia**



**EQUIDAD SOCIAL:**

De las posibles causas que afectan la equidad social se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 38.

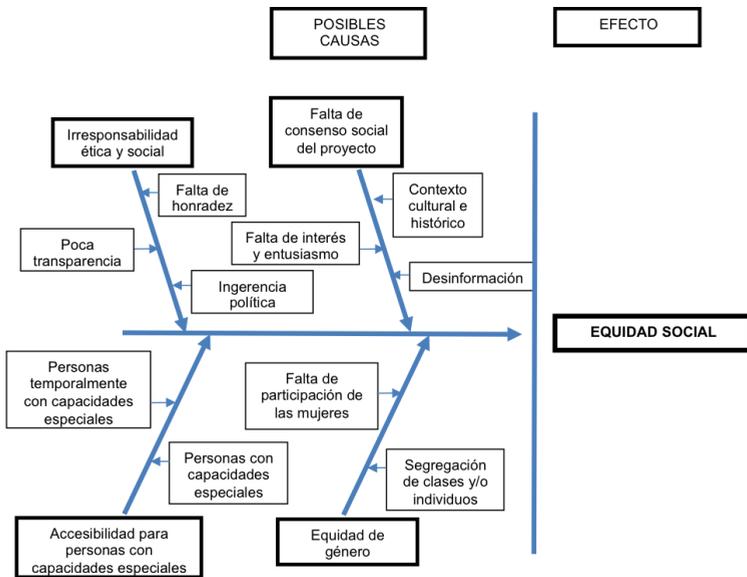
Accesibilidad de personas con capacidades especiales

Irresponsabilidad ética y social

Falta de consenso social del proyecto

Equidad de género.

**Figura 38. Diagrama causa-efecto Equidad social**

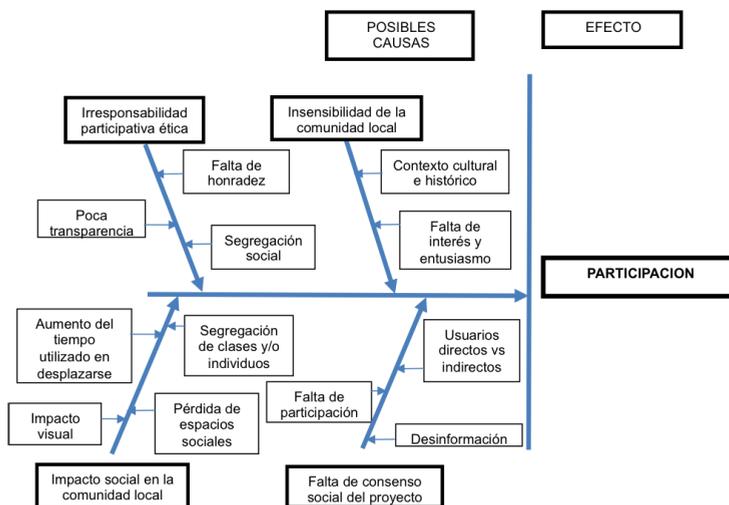


**PARTICIPACION:**

De las posibles causas que afectan a la participación se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 39.

- Irresponsabilidad participativa ética
- Insensibilidad de la comunidad local
- Falta de consenso social del proyecto
- Impacto social en la comunidad local.

**Figura 39. Diagrama causa-efecto Participación**



**INGRESOS:**

De las posibles causas que afectan los ingresos del proyecto se pueden identificar las siguientes variables, de acuerdo a la Figura 40.

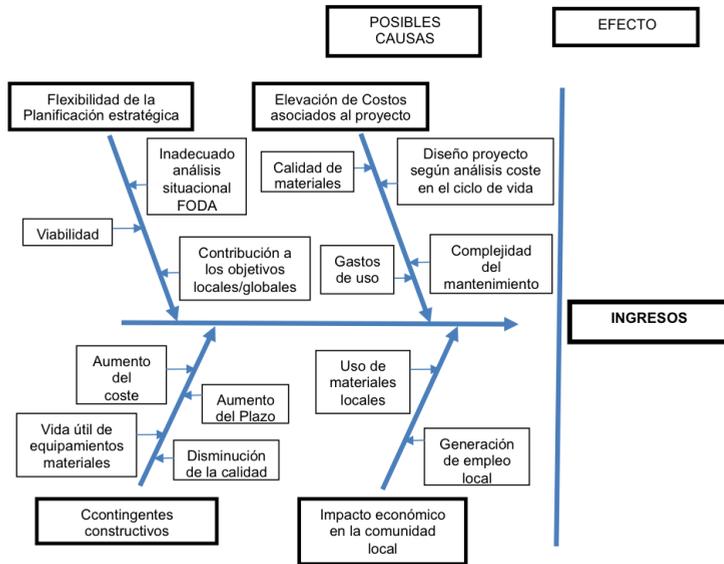
Flexibilidad de la planificación estratégica

Elevación de costos asociados a la construcción del proyecto

Contingencia constructiva

Impacto económico en la comunidad.

**Figura 40. Diagrama causa-efecto Ingresos**



Una vez aplicada la técnica de diagramación a los 8 Diagramas Causa-Efecto, desplegados, se ha llegado a identificar 28 indicadores reflejados en la Tabla 38.

**Tabla 38. Lista 6 de indicadores obtenidos mediante Técnicas de diagramación**

| <b>Código</b> | <b>Indicador</b>  |
|---------------|---|
| CE 1          | Emisiones de kg de So <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> y Compuestos orgánicos volátiles (D-1) |
| CE 2          | Emisiones de kg CO <sub>2</sub> eq (D-1)  |
| CE 3          | Destrucción de hábitats (D-2)   |
| CE 4          | Contaminación atmosférica (D-2)   |
| CE 5          | Elección del emplazamiento del proyecto (D-2)   |
| CE 6          | Contaminación del suelo (D-2)   |
| CE 7          | Emisión de partículas finas a la atmósfera (D-3)  |
| CE 8          | Producción de clorofluorocarbonatos (D-3)   |
| CE 9          | Contaminación química (D-3)   |
| CE 10         | Alteración del flujo de los ríos (D-4)  |
| CE 11         | Incremento consumos NO consuntivos (D-4)  |
| CE 12         | Contaminación del agua (D-4)  |
| CE 13         | Incremento de consumo de agua dulce (D-4)   |
| CE 14         | Escasa iluminación (D-5)  |
| CE 15         | Vulnerabilidad del paisaje (D-5)  |
| CE 16         | Accidentes al interior y en el entorno del proyecto (D-5)                                   |
| CE 17         | Falta de consenso social (D-5)  |
| CE 18         | Accesibilidad de personas con capacidades especiales (D-6)                                  |
| CE 19         | Irresponsabilidad ética y social (D-6)  |
| CE 20         | Falta de consenso social del proyecto (D-6)   |
| CE 21         | Equidad de género (D-6)   |
| CE 22         | Irresponsabilidad participativa ética (D-7)   |
| CE 23         | Insensibilidad de la comunidad local (D-7)  |
| CE 24         | Falta de consenso social del proyecto (D-7)   |
| CE 25         | Impacto social en la comunidad local (D-7)  |
| CE 26         | Flexibilidad de la planificación estratégica (D-8)  |
| CE 27         | Elevación de costos asociados a la construcción del proyecto (D-8)                          |
| CE 28         | Contingencia constructiva (D-8)   |
| CE 29         | Impacto económico en la comunidad (D-8)   |

Las dimensiones o áreas temáticas que componen el desarrollo sostenible sugerido por los 8 diagramas de causa – efecto analizados y de importancia en la aplicación de la sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego son, fundamentalmente:

| <b>CODIGO/DIMENSION</b> | <b>NOMBRE</b>  |
|-------------------------|--|
| D.1                     | Cambio Climático   |
| D.2                     | Pérdida de la diversidad biológica                                   |
| D.3                     | Agotamiento del ozono estratosférico y contaminación de la atmósfera |
| D.4                     | Consumo de agua dulce  |

|     |                |
|-----|----------------|
| D.5 | Resiliencia    |
| D.6 | Equidad social |
| D.7 | Participación  |
| D.8 | Ingresos       |

### 6.1.2 CLASIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA FASE 1

Una vez aplicadas las cuatro técnicas de identificación de variables propuestas: revisión de documentación, recopilación de información mediante paneles de expertos y entrevistas, y técnicas de diagramación, se ha conseguido 5 listas de variables que han sido recopiladas de acuerdo al formato Sustainable Breakdown Structure SBS mostrado en la Figura 41 y que aporta información muy útil para el registro de variables de sostenibilidad relacionados con los proyectos estratégicos hídricos de riego. Las dimensiones sostenibilidad agrupadas que abarcan las variables identificadas fueron las siguientes:

|                     |                       |                   |
|---------------------|-----------------------|-------------------|
| Agua                | Energía               | Ingresos          |
| Cambio climático    | Economía              | Aspectos sociales |
| Aspectos culturales | Equidad social        | Medio ambiente    |
| Innovación          | Pérdida Biodiversidad | Seguridad         |
| Resiliencia.        |                       |                   |



Figura 41. Clasificación estructural de variables mediante SBS genérica, resultado del proceso de identificación

- **Valor económico directo generado y distribuido**
  - Ingresos
  - Costos de explotación
  - Retribución a empleados
  - Donaciones
  - Otras inversiones en la comunidad
  - Pagos a proveedores
- **Impactos Económicos Indirectos**
  - Impacto de las inversiones en infraestructuras
  - Servicios prestados para el beneficio público
- **Mercado**
  - Gobernabilidad y gestión estratégica del proyecto
  - Procedimientos para la contratación local
  - Proporción de altos directivos procedentes de la comunidad local

- **Biodiversidad**
  - Terrenos adyacentes o ubicados dentro de espacios naturales protegidos o de áreas de alta biodiversidad no protegidas
  - Protección de flora y fauna
  - Huella ecológica
  - Número de especies en peligro de extinción
- **Energía**
  - Consumo energético directo e indirecto eficiente
  - Uso de energías renovables
  - Ahorro y eficiencia energética
  - Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía
- **Agua**
  - Consumo de agua
  - Ahorro de agua
  - Fuentes de agua que han sido afectadas significativamente por la captación de agua.
  - Porcentaje y volumen total de agua reciclada y reutilizada
- **Emisiones, Vertidos y Residuos**
  - Emisiones totales, directas e indirectas, de gases de efecto invernadero
  - Iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero
  - Vertidos totales de aguas residuales
  - Peso total de residuos generados, según tipo y método de tratamiento.
- **Suelo**
  - Valor ecológico del sitio
  - Plan de control de erosión y sedimentación
- **Atmósfera**
  - Ventilación
  - Ruido
  - Emisiones de GEI
  - Emisión de partículas de polvo
  - Olores
- **Paisaje**
  - Impacto visual
- **Materiales**
  - Materiales utilizados, por peso o volumen
  - Equipamiento y materiales con certificados ecológicos
  - Uso de materiales regionales
  - Empleo de materiales duraderos



- **Accesibilidad**
  - Acceso Público
  - Accesibilidad para la biodiversidad humana
- **Empleo**
  - Desglose del colectivo de trabajadores por tipo de empleo, por contrato, por región y por sexo
  - Beneficios sociales para los empleados con jornada completa, que no se ofrecen a los empleados temporales o de media jornada
  - Niveles de reincorporación al trabajo y de retención tras la baja por maternidad o paternidad, desglosados por sexo.
- **Comunidades locales**
  - Porcentaje de operaciones donde se han implantado programas de desarrollo y, evaluaciones de impactos con participación de la comunidad local.
  - Operaciones con impactos negativos significativos posibles o reales en las comunidades locales
- **Corrupción**
  - Porcentaje y número total de unidades de negocio analizadas con respecto a riesgos relacionados con la corrupción
  - Porcentaje de empleados formados en las políticas y procedimientos anticorrupción de la organización
  - Medidas tomadas en respuesta a incidentes de corrupción.
- **Cultura**
  - Patrimonio cultural
  - Respeto a las costumbres y a la estética del lugar
- **Sociedad**
  - Trabajadores locales durante el ciclo de vida del proyecto
  - Satisfacción de la sociedad
  - Felicidad
- **Integración y participación de todos los actores**
  - Incremento de niveles de formación e información
  - Campañas de divulgación ambiental del proyecto
  - Integración del proyecto en la sociedad
  - Participación de asociaciones y organizaciones
  - Multidisciplinariedad

En base a la SBS desarrollada seguidamente procederemos a realizar una segunda priorización para **seleccionar** las variables de mayor importancia y que acojan en mayor grado el concepto de sostenibilidad. Para ello utilizando el principio de Pareto aplicado a la sostenibilidad, se conseguirá seleccionar el 20% de las variables para lograr el 80% de los objetivos de sostenibilidad de un proyecto estratégico hídrico de riego y así obtener un conjunto de variables mucho más manejable. Para la asignación de la importancia relativa y los pesos a los criterios identificados y clasificados utilizaremos el método AHP, consiguiendo de esta manera la **priorización de las variables**.

El AHP permite al decisor realizar las comparaciones y mostrar no sólo su preferencia, sino también cuantificar la intensidad con que prefiere una función frente a otra con la que se compara, para lo cual utilizaremos la escala de medida propuesta por Satay (1980) para recoger los juicios de valor de acuerdo a la siguiente escala:

|                                      |   |      |
|--------------------------------------|---|------|
| <b>Igual importancia</b>             | 1 | =    |
| Importancia intermedia entre 1 y 3   | 2 |      |
| <b>Ligeramente más importante</b>    | 3 | +    |
| Importancia intermedia entre 3 y 5   | 4 |      |
| <b>Más importante</b>                | 5 | ++   |
| Importancia intermedia entre 5 y 7   | 6 |      |
| <b>Evidentemente más importante</b>  | 7 | +++  |
| Importancia intermedia entre 3 y 5   | 8 |      |
| <b>Extremadamente más importante</b> | 9 | ++++ |

En la Figura 42 se puede observar una matriz que permite clasificar en orden de importancia relativa las variables de complementariedad siguiendo el proceso matemático del análisis jerárquico AHP, que expresa en las filas en términos de sostenibilidad la importancia relativa de cada variable seleccionada en relación con el resto de elementos en las columnas. Un valor mayor que 1 significa que el elemento fila tiene una importancia relativa tanto mayor en relación con la sostenibilidad que el elemento columna; y menor que 1 que tiene una importancia relativa tanto menor. Un valor igual a uno, supone que ambos criterios tienen la misma importancia en relación a la sostenibilidad por lo que la matriz sólo se rellena la mitad puesto que la diagonal principal que relaciona criterios iguales es igual a 1 y las relaciones inversas se construyen de manera inmediata inversa a sus valores relacionados; así por ejemplo, si se prefiere la variable i sobre la j tomará un valor entre 2 y 9 según la intensidad con que se prefiera, y si por el contrario se prefiere la variable j antes que la i, tomará un valor entre 1/2 y 1/9.

Una vez recopiladas las valoraciones de comparación por pares, se normalizaron las filas, cuanto mayor puntuación mayor es su importancia en relación con la sostenibilidad de un proyecto. El método **resultó consistente**, pues se comprobó que la inversa de la suma de los valores en cada columna dio el mismo resultado que los valores normalizados en filas, y la multiplicación de los valores normalizados de la suma de los valores de cada fila por la suma de valores de cada columna dio como resultado para cada caso **la unidad “1”**.

Figura 42. Matriz de comparación de criterios por pares

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
| 1  | 1   | 5   | 4   | 1/3 | 1/7 | 1/6 | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 2   | 1/9 | 1/8 | 1/5 | 1/5 | 1/8 |
| 2  | 1/5 | 1   | 1/5 | 1/9 | 1/9 | 1/8 | 1/7 | 1/3 | 1/2 | 1   | 1/8 | 1/8 | 1/6 | 1/2 | 1   |
| 3  | 1/4 | 5   | 1   | 5   | 2   | 1/7 | 1/8 | 1/8 | 1/9 | 1/2 | 1/5 | 1/2 | 1/9 | 1/8 | 1/5 |
| 4  | 3   | 9   | 1/5 | 1   | 1/5 | 1/4 | 1/6 | 1/5 | 1/4 | 1/6 | 1/5 | 8   | 5   | 1/3 | 1/8 |
| 5  | 7   | 9   | 1/2 | 5   | 1   | 1/5 | 1/7 | 5   | 4   | 3   | 8   | 3   | 2   | 8   | 4   |
| 6  | 6   | 8   | 7   | 4   | 5   | 1   | 9   | 8   | 1/5 | 1/6 | 1/5 | 1/2 | 1/5 | 1/7 | 1/8 |
| 7  | 5   | 7   | 8   | 6   | 7   | 1/9 | 1   | 1/5 | 1/2 | 1   | 1   | 1/6 | 1/2 | 1/4 | 1/4 |
| 8  | 4   | 3   | 8   | 5   | 1/5 | 1/8 | 5   | 1   | 1/5 | 7   | 1/4 | 4   | 1/7 | 8   | 4   |
| 9  | 3   | 2   | 9   | 4   | 1/4 | 5   | 2   | 5   | 1   | 1/9 | 1/2 | 1/2 | 1/9 | 1/8 | 7   |
| 10 | 1/2 | 1   | 2   | 6   | 1/3 | 6   | 1   | 1/7 | 9   | 1   | 1/7 | 1/5 | 1/2 | 1   | 1/4 |
| 11 | 9   | 8   | 5   | 5   | 1/8 | 5   | 1   | 4   | 2   | 7   | 1   | 1/8 | 1/8 | 1/4 | 1   |
| 12 | 8   | 8   | 2   | 1/8 | 1/3 | 2   | 6   | 1/4 | 2   | 5   | 8   | 1   | 1/7 | 1/4 | 1/9 |
| 13 | 5   | 6   | 9   | 1/5 | 1/2 | 5   | 2   | 7   | 9   | 2   | 8   | 7   | 1   | 1/4 | 1/2 |
| 14 | 5   | 2   | 8   | 3   | 1/8 | 7   | 4   | 1/8 | 8   | 1   | 4   | 4   | 4   | 1   | 1/7 |
| 15 | 8   | 1   | 5   | 8   | 1/4 | 8   | 4   | 1/4 | 1/7 | 4   | 1   | 9   | 2   | 7   | 1   |
| 16 | 1/3 | 1/4 | 6   | 5   | 1/2 | 5   | 5   | 1   | 6   | 3   | 2   | 1/5 | 7   | 8   | 8   |
| 17 | 2   | 1/6 | 2   | 9   | 2   | 2   | 1   | 7   | 5   | 4   | 3   | 1/9 | 8   | 6   | 4   |
| 18 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 8   | 8   | 1   | 7   | 1/8 | 4   | 6   | 5   | 1/8 | 2   | 1/4 | 5   |
| 19 | 1/5 | 1/3 | 1/8 | 4   | 4   | 3   | 4   | 1/4 | 3   | 8   | 4   | 1/7 | 4   | 1/5 | 7   |
| 20 | 4   | 1/6 | 1/4 | 7   | 6   | 4   | 5   | 1/2 | 2   | 9   | 7   | 1/4 | 3   | 4   | 6   |
| 21 | 5   | 5   | 1/3 | 1   | 8   | 6   | 1   | 1/3 | 5   | 5   | 8   | 1/3 | 4   | 7   | 7   |
| 22 | 8   | 8   | 1/2 | 1/8 | 9   | 8   | 2   | 1/5 | 1/4 | 4   | 5   | 3   | 3   | 1   | 5   |
| 23 | 7   | 9   | 1/7 | 1/6 | 1/8 | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   | 6   | 3   | 4   | 2   | 7   |
| 24 | 5   | 4   | 8   | 1/2 | 1/3 | 2   | 8   | 5   | 2   | 4   | 2   | 3   | 5   | 8   | 8   |
| 25 | 1/8 | 6   | 7   | 1/7 | 1/7 | 1   | 6   | 5   | 4   | 2   | 1   | 2   | 2   | 7   | 2   |
| 26 | 1/4 | 3   | 6   | 1/8 | 4   | 5   | 5   | 5   | 6   | 4   | 1   | 2   | 4   | 4   | 2   |
| 27 | 1/3 | 1/8 | 7   | 1/9 | 6   | 5   | 8   | 7   | 5   | 1   | 1   | 5   | 1   | 3   | 1/2 |
| 28 | 1/6 | 1/4 | 8   | 1/9 | 1/6 | 2   | 9   | 6   | 2   | 4   | 2   | 4   | 2   | 2   | 1   |
| 29 | 1/9 | 1/2 | 8   | 1/8 | 1/8 | 4   | 2   | 8   | 1   | 2   | 4   | 7   | 4   | 7   | 4   |
| 30 | 3   | 1   | 6   | 4   | 1   | 6   | 3   | 8   | 2   | 1/5 | 5   | 8   | 5   | 8   | 7   |
| 31 | 8   | 2   | 2   | 8   | 2   | 2   | 4   | 7   | 8   | 1/6 | 1   | 8   | 6   | 9   | 1/8 |
| 32 | 9   | 8   | 3   | 2   | 3   | 4   | 5   | 7   | 7   | 1/3 | 2   | 8   | 8   | 6   | 1/4 |
| 33 | 4   | 9   | 1   | 2   | 4   | 3   | 7   | 3   | 5   | 1/4 | 4   | 4   | 2   | 3   | 4   |

|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 34     | 2      | 7      | 5      | 1      | 8      | 1/6    | 4      | 2      | 3      | 1/7    | 5      | 1      | 4      | 4      | 5   |
| 35     | 1      | 2      | 2      | 1      | 9      | 1/8    | 1/7    | 1      | 2      | 1/8    | 6      | 9      | 2      | 1/8    | 5   |
| 36     | 5      | 8      | 4      | 8      | 7      | 1/7    | 1/8    | 7      | 5      | 1/9    | 7      | 8      | 1      | 5      | 7   |
| 37     | 4      | 9      | 9      | 9      | 6      | 1/4    | 1/8    | 1/7    | 7      | 1      | 8      | 6      | 5      | 1/5    | 8   |
| 38     | 8      | 7      | 5      | 7      | 5      | 1/3    | 5      | 1/8    | 4      | 4      | 9      | 7      | 1/7    | 4      | 9   |
| 39     | 6      | 2      | 4      | 8      | 8      | 2      | 4      | 1/4    | 7      | 5      | 4      | 5      | 1/8    | 5      | 4   |
| 40     | 2      | 4      | 3      | 5      | 1      | 4      | 7      | 1/5    | 9      | 5      | 1      | 7      | 1/9    | 2      | 8   |
| 41     | 5      | 5      | 5      | 9      | 3      | 9      | 8      | 1/4    | 8      | 6      | 4      | 4      | 1/7    | 8      | 1/4 |
| 42     | 8      | 8      | 1/8    | 2      | 5      | 2      | 5      | 1/3    | 5      | 7      | 5      | 8      | 1/4    | 9      | 1/6 |
| 43     | 6      | 4      | 1/5    | 7      | 7      | 5      | 7      | 1/2    | 4      | 8      | 6      | 7      | 1/3    | 4      | 1/8 |
| 44     | 3      | 9      | 1/6    | 9      | 9      | 3      | 9      | 1/2    | 7      | 5      | 7      | 7      | 1/5    | 7      | 1/4 |
| 45     | 8      | 5      | 1/2    | 8      | 1/6    | 2      | 5      | 1/8    | 9      | 7      | 2      | 4      | 1/2    | 8      | 4   |
| 46     | 7      | 7      | 1/6    | 7      | 1/6    | 8      | 4      | 1/9    | 8      | 4      | 5      | 2      | 1/4    | 4      | 7   |
| 47     | 9      | 1/7    | 4      | 4      | 1/8    | 1      | 7      | 8      | 5      | 6      | 2      | 4      | 1/9    | 1/8    | 2   |
| 48     | 5      | 1/6    | 8      | 8      | 1/3    | 2      | 8      | 9      | 7      | 2      | 4      | 2      | 1/8    | 1/6    | 5   |
| 49     | 3      | 1/4    | 1      | 5      | 1/8    | 8      | 7      | 4      | 4      | 8      | 2      | 2      | 8      | 1/7    | 6   |
| 203,59 | 209,46 | 185,66 | 202,18 | 144,88 | 154,14 | 202,17 | 139,82 | 202,49 | 162,27 | 172,73 | 179,40 | 112,49 | 173,64 | 168,50 |     |
| 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1   |

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| 1  | 3   | 1/2 | 8   | 5   | 1/4 | 1/5 | 1/8 | 1/7 | 1/5 | 8   | 4   | 3   | 6   | 9   | 1/3 |
| 2  | 4   | 6   | 9   | 3   | 6   | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1/6 | 1/3 | 8   | 4   | 2   | 1   |
| 3  | 1/6 | 1/2 | 4   | 8   | 4   | 3   | 2   | 7   | 1/8 | 1/7 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/8 | 1/6 |
| 4  | 1/5 | 1/9 | 1/8 | 1/4 | 1/7 | 1   | 8   | 6   | 2   | 7   | 8   | 9   | 9   | 8   | 1/4 |
| 5  | 2   | 1/2 | 1/8 | 1/4 | 1/6 | 1/8 | 1/9 | 8   | 3   | 7   | 1/4 | 1/6 | 6   | 8   | 1   |
| 6  | 1/5 | 1/2 | 1   | 1/3 | 1/4 | 1/6 | 1/8 | 1/4 | 1/2 | 1   | 1/5 | 1/5 | 1/2 | 1/4 | 1/6 |
| 7  | 1/5 | 1   | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/6 | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 1/2 | 1/3 |
| 8  | 1   | 1/7 | 8   | 4   | 2   | 3   | 5   | 1/4 | 1/5 | 1/5 | 1/5 | 1/7 | 1/6 | 1/8 | 1/8 |
| 9  | 1/6 | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1/5 | 4   | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/5 | 1/2 | 1   | 1/2 |
| 10 | 1/3 | 1/4 | 1/6 | 1/8 | 1/9 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1   | 1/4 | 1/2 | 5   |
| 11 | 1/2 | 1/3 | 1/5 | 1/4 | 1/7 | 1/8 | 1/5 | 1/6 | 1/2 | 1   | 1   | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/5 |
| 12 | 5   | 9   | 8   | 7   | 4   | 3   | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1/5 | 1/4 | 1/7 | 1/8 |
| 13 | 1/7 | 1/8 | 1/2 | 1/4 | 1/3 | 1/4 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1/4 | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/5 |
| 14 | 1/8 | 1/6 | 4   | 5   | 1/4 | 1/7 | 1   | 1/2 | 1/8 | 1/7 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1/7 | 1/8 |
| 15 | 1/8 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/6 | 1/7 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/2 | 1/2 | 2   | 1   | 1/4 | 1/7 |
| 16 | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/4 | 1/5 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/4 | 1/5 | 7   | 4   | 4   | 4   |
| 17 | 4   | 1   | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/8 | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 |
| 18 | 5   | 7   | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/4 | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 7   |
| 19 | 4   | 4   | 4   | 1   | 1/4 | 1/2 | 1/7 | 1/5 | 1/4 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1/4 | 1/5 |
| 20 | 5   | 5   | 5   | 4   | 1   | 1/7 | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1/4 | 1   | 1/5 | 1/6 | 1/3 |
| 21 | 4   | 6   | 7   | 2   | 7   | 1   | 1/7 | 1/8 | 1/8 | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1   | 1/2 | 1/4 |
| 22 | 5   | 8   | 8   | 7   | 7   | 7   | 1   | 1   | 1/7 | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1   | 1/2 | 1/3 |
| 23 | 7   | 1   | 4   | 5   | 4   | 8   | 1   | 1   | 8   | 2   | 3   | 7   | 4   | 6   | 1/7 |
| 24 | 8   | 2   | 1   | 4   | 5   | 8   | 7   | 1/8 | 1   | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 |
| 25 | 4   | 4   | 2   | 7   | 2   | 7   | 7   | 1/2 | 1   | 1   | 8   | 7   | 4   | 4   | 1   |
| 26 | 5   | 5   | 4   | 8   | 4   | 4   | 4   | 1/3 | 4   | 1/8 | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 |
| 27 | 1/7 | 4   | 5   | 9   | 1   | 5   | 5   | 1/7 | 5   | 1/7 | 4   | 1   | 1/4 | 1/7 | 1/5 |
| 28 | 1/4 | 2   | 6   | 4   | 5   | 1   | 1   | 1/4 | 6   | 1/4 | 5   | 4   | 1   | 1/4 | 1/4 |
| 29 | 1/4 | 4   | 7   | 4   | 6   | 2   | 2   | 1/6 | 7   | 1/4 | 7   | 7   | 4   | 1   | 1/7 |
| 30 | 1/4 | 2   | 1/7 | 5   | 3   | 4   | 3   | 7   | 8   | 1   | 8   | 5   | 4   | 7   | 1   |
| 31 | 1/6 | 4   | 1/8 | 7   | 3   | 1   | 4   | 5   | 9   | 2   | 4   | 7   | 5   | 2   | 7   |
| 32 | 1/8 | 1   | 1/8 | 5   | 2   | 2   | 5   | 3   | 1   | 4   | 4   | 7   | 2   | 9   | 4   |
| 33 | 1/7 | 2   | 1/7 | 5   | 4   | 1/2 | 2   | 7   | 2   | 7   | 2   | 8   | 7   | 5   | 5   |

|    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 34 | 1/5    | 4      | 1/2    | 6      | 5      | 1/5    | 3      | 9      | 5      | 4      | 7      | 7      | 9      | 1      | 7      |
| 35 | 4      | 7      | 1      | 4      | 7      | 1/7    | 89     | 1      | 6      | 5      | 3      | 1/7    | 4      | 3      | 2      |
| 36 | 5      | 8      | 1/6    | 4      | 5      | 1/8    | 4      | 8      | 7      | 3      | 1      | 1/4    | 5      | 4      | 4      |
| 37 | 7      | 9      | 1      | 7      | 8      | 1/6    | 5      | 2      | 8      | 7      | 9      | 1/7    | 2      | 6      | 8      |
| 38 | 6      | 4      | 4      | 4      | 1/4    | 1/3    | 8      | 4      | 2      | 9      | 4      | 1/7    | 5      | 7      | 2      |
| 39 | 2      | 5      | 5      | 5      | 1/3    | 1/4    | 2      | 6      | 3      | 1      | 6      | 1/6    | 1      | 1      | 6      |
| 40 | 3      | 3      | 2      | 7      | 1/2    | 1/5    | 7      | 5      | 4      | 2      | 2      | 1/5    | 3      | 9      | 8      |
| 41 | 5      | 2      | 2      | 8      | 1/8    | 1/2    | 3      | 1/8    | 5      | 2      | 4      | 1/6    | 7      | 3      | 6      |
| 42 | 4      | 1      | 4      | 4      | 1/4    | 1      | 1      | 8      | 6      | 4      | 2      | 1/2    | 8      | 1/7    | 2      |
| 43 | 2      | 4      | 5      | 1      | 1/6    | 4      | 9      | 1/7    | 8      | 6      | 6      | 1/3    | 9      | 1/3    | 1      |
| 44 | 1      | 4      | 8      | 2      | 4      | 5      | 4      | 1/4    | 8      | 7      | 8      | 1      | 1      | 1/7    | 9      |
| 45 | 4      | 5      | 8      | 2      | 7      | 6      | 8      | 1/5    | 8      | 2      | 4      | 2      | 2      | 1/9    | 1      |
| 46 | 5      | 7      | 5      | 2      | 8      | 7      | 1/2    | 1/4    | 1/7    | 4      | 8      | 7      | 3      | 1      | 7      |
| 47 | 5      | 8      | 4      | 3      | 4      | 9      | 4      | 1      | 1/7    | 8      | 6      | 9      | 7      | 2      | 3      |
| 48 | 7      | 8      | 2      | 1/3    | 7      | 8      | 8      | 7      | 1/6    | 1/4    | 8      | 1      | 4      | 2      | 7      |
| 49 | 8      | 4      | 4      | 1/4    | 7      | 2      | 1/8    | 8      | 1/5    | 1/3    | 5      | 3      | 5      | 6      | 3      |
|    | 138,69 | 164,83 | 154,25 | 171,52 | 136,99 | 108,37 | 220,81 | 111,60 | 133,43 | 112,35 | 147,04 | 120,97 | 143,14 | 116,75 | 117,27 |
|    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |        |         |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|---------|
| 31 | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  |        |         |
| 1  | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1/2 | 1   | 1/5 | 1/4 | 1/8 | 1/6 | 1/2 | 1/5 | 1/8 | 1/6 | 1/3 | 1/8 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 66,90  | 0,9969% |
| 2  | 1/2 | 1/8 | 1/9 | 1/7 | 1/2 | 1/8 | 1/9 | 1/7 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 1/5 | 1/7 | 7   | 6   | 4   | 70,36  | 1,2269% |
| 3  | 1/2 | 1/3 | 1   | 1/5 | 1/2 | 1/4 | 1/9 | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 8   | 5   | 6   | 2   | 6   | 1/4 | 1/8 | 1   | 77,30  | 1,4586% |
| 4  | 1/8 | 1/2 | 1/2 | 1   | 1/8 | 1/9 | 1/7 | 1/8 | 1/5 | 1/9 | 1/2 | 1/7 | 1/9 | 1/8 | 1/7 | 1/4 | 1/8 | 1/5 | 92,71  | 1,3635% |
| 5  | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1/8 | 1/9 | 1/7 | 1/5 | 1/8 | 1   | 1/3 | 1/5 | 1/7 | 1/9 | 6   | 6   | 8   | 3   | 8   | 131,28 | 2,2055% |
| 6  | 1/2 | 1/4 | 1/3 | 6   | 8   | 7   | 4   | 3   | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1/5 | 1/3 | 1/2 | 1/8 | 1   | 1/2 | 1/8 | 88,40  | 1,3377% |
| 7  | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/4 | 7   | 8   | 8   | 1/5 | 1/4 | 1/7 | 1/8 | 1/7 | 1/9 | 1/5 | 1/4 | 1/7 | 1/8 | 1/7 | 68,96  | 1,0177% |
| 8  | 1/7 | 1/7 | 1/3 | 1/2 | 1   | 1/7 | 7   | 8   | 4   | 4   | 3   | 2   | 2   | 8   | 9   | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 129,22 | 2,2527% |
| 9  | 1/8 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1/2 | 1/5 | 1/7 | 1/4 | 1/7 | 1/9 | 1/8 | 1/4 | 1/7 | 1/9 | 1/8 | 1/5 | 1/7 | 1/4 | 52,31  | 0,66%   |
| 10 | 6   | 3   | 4   | 7   | 8   | 9   | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/5 | 1/4 | 1/6 | 1/2 | 1/8 | 79,22  | 1,2902% |
| 11 | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/2 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 61,45  | 0,7928% |
| 12 | 1/8 | 1/8 | 1/4 | 1   | 1/9 | 1/8 | 1/6 | 1/7 | 1/5 | 1/7 | 1/4 | 1/8 | 1/7 | 1/7 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 86,98  | 1,1278% |
| 13 | 1/6 | 1/8 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1   | 1/5 | 7   | 8   | 9   | 7   | 4   | 3   | 5   | 2   | 4   | 8   | 1/8 | 136,40 | 2,5732% |
| 14 | 1/9 | 1/6 | 1/3 | 1/4 | 8   | 1/5 | 5   | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1/8 | 1/4 | 8   | 6   | 7   | 101,21 | 1,6104% |
| 15 | 8   | 4   | 1/4 | 1/5 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1/8 | 4   | 6   | 8   | 4   | 1/4 | 1/7 | 1/2 | 1/5 | 101,19 | 1,6083% |
| 16 | 6   | 8   | 7   | 5   | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/6 | 1/2 | 1/3 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 109,81 | 1,6837% |
| 17 | 1/4 | 1   | 1/2 | 1/4 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 1/4 | 1/5 | 1/3 | 1/2 | 1   | 1/4 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/4 | 70,62  | 0,9858% |
| 18 | 8   | 8   | 7   | 2   | 1   | 6   | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/8 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 106,56 | 1,6367% |
| 19 | 1/7 | 1/5 | 1/5 | 1/6 | 1/4 | 1/4 | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/4 | 1   | 1/2 | 1/2 | 1/3 | 3   | 4   | 69,83  | 1,0579% |
| 20 | 1/3 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/5 | 1/8 | 4   | 3   | 2   | 8   | 4   | 6   | 1/4 | 1/7 | 1/8 | 1/4 | 1/7 | 111,16 | 1,7754% |
| 21 | 1   | 1/2 | 2   | 5   | 7   | 8   | 6   | 3   | 4   | 5   | 2   | 1   | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/9 | 1/8 | 138,73 | 2,1835% |
| 22 | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1/3 | 0   | 1/4 | 1/5 | 1/8 | 1/2 | 1/7 | 1/3 | 1   | 1/9 | 1/4 | 1/8 | 2   | 1/4 | 1/8 | 118,35 | 1,7498% |
| 23 | 1/5 | 1/3 | 1/7 | 1/9 | 1   | 1/8 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/5 | 8   | 1/8 | 7   | 4   | 5   | 4   | 1   | 1/7 | 150,00 | 2,4583% |
| 24 | 1/9 | 1   | 1/2 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/8 | 1/8 | 7   | 7   | 6   | 5   | 131,91 | 2,0788% |
| 25 | 1/2 | 1/4 | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1/3 | 1/7 | 1/9 | 1   | 1/2 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/7 | 1/2 | 1/4 | 4   | 3   | 117,28 | 1,7142% |
| 26 | 1/4 | 1/4 | 1/2 | 1/7 | 1/3 | 1   | 1/9 | 1/4 | 1/6 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1/6 | 1/8 | 1/4 | 1/8 | 1/6 | 1/8 | 96,96  | 1,3100% |
| 27 | 1/7 | 1/7 | 1/8 | 1/7 | 7   | 4   | 7   | 7   | 6   | 5   | 6   | 2   | 3   | 1   | 1/2 | 1/7 | 1/9 | 1   | 140,73 | 2,3230% |
| 28 | 1/5 | 1/2 | 1/7 | 1/9 | 1/4 | 1/5 | 1/2 | 1/5 | 1   | 1/3 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 1   | 1/2 | 1/3 | 1/7 | 1/4 | 85,19  | 1,1861% |
| 29 | 1/2 | 1/9 | 1/5 | 1   | 1/3 | 1/4 | 1/6 | 1/7 | 1   | 1/9 | 1/3 | 7   | 3   | 7   | 9   | 1   | 1/2 | 1/2 | 135,99 | 2,2588% |
| 30 | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/2 | 1/6 | 1/8 | 1/6 | 1/2 | 1   | 1/9 | 1   | 1/7 | 1/3 | 1/7 | 131,73 | 1,8733% |
| 31 | 1   | 1/7 | 1/4 | 1/5 | 1/8 | 1/2 | 1/7 | 1   | 1/7 | 1/3 | 1/9 | 1   | 1/9 | 1/2 | 1/9 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 134,45 | 1,8680% |
| 32 | 7   | 1   | 1/2 | 1/7 | 1/2 | 1/8 | 1/2 | 1/9 | 1   | 1/7 | 1   | 1/9 | 1/2 | 1/7 | 1/2 | 1/9 | 1/3 | 1/7 | 136,03 | 1,9210% |
| 33 | 4   | 2   | 1   | 1   | 1/7 | 1/2 | 1/7 | 1/2 | 1/9 | 1/3 | 1/7 | 1/4 | 4   | 7   | 7   | 6   | 1/4 | 1/8 | 147,03 | 2,4089% |
| 34 | 5   | 7   | 1   | 1   | 1/7 | 1   | 1   | 1/9 | 1   | 1/3 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/2 | 1/7 | 1/2 | 1/9 | 1/3 | 139,44 | 2,0540% |
| 35 | 8   | 2   | 7   | 1   | 1   | 1/2 | 1/7 | 1/2 | 1/9 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/3 | 1/4 | 1/3 | 1/7 | 1/3 | 1/8 | 199,99 | 2,4953% |

|    |        |        |       |       |        |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |         |
|----|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|---------|
| 36 | 2      | 8      | 2     | 7     | 7      | 2     | 1      | 1/4   | 1/5   | 1/7   | 1/8   | 1/6   | 1     | 1/2   | 1/5   | 1/3   | 1     | 8     | 7     | 7     | 178,84   | 2,8164% |
| 37 | 7      | 2      | 7     | 1     | 7      | 4     | 1      | 1/2   | 2     | 1/7   | 1/5   | 1/6   | 1/7   | 1/9   | 1/8   | 1/2   | 1/2   | 1/3   | 1     | 1/7   | 186,03   | 2,6955% |
| 38 | 1      | 9      | 2     | 9     | 2      | 5     | 1/2    | 1/4   | 1     | 1/4   | 1/7   | 1/2   | 1/9   | 1/2   | 1/6   | 1/3   | 1/3   | 1/2   | 1/4   | 1/4   | 167,33   | 2,3902% |
| 39 | 7      | 1      | 9     | 1     | 9      | 7     | 7      | 7     | 4     | 1     | 8     | 3     | 5     | 6     | 7     | 1/4   | 1/7   | 1/5   | 1/6   | 1/9   | 184,00   | 3,0574% |
| 40 | 3      | 7      | 3     | 3     | 2      | 8     | 5      | 7     | 7     | 1/8   | 1     | 1/7   | 1     | 1/7   | 1/3   | 1/7   | 1/6   | 1/7   | 1/9   | 1/4   | 155,77   | 2,3398% |
| 41 | 9      | 1      | 7     | 2     | 4      | 6     | 6      | 6     | 2     | 1/3   | 7     | 1     | 1/4   | 1     | 1/4   | 1/5   | 1/7   | 7     | 2     | 3     | 181,74   | 2,7862% |
| 42 | 1      | 9      | 4     | 4     | 2      | 1     | 7      | 7     | 9     | 1/5   | 1     | 4     | 1     | 1/9   | 1/8   | 1/5   | 5     | 4     | 8     | 7     | 178,40   | 3,0160% |
| 43 | 9      | 2      | 1/4   | 6     | 6      | 2     | 9      | 2     | 2     | 1/6   | 7     | 1     | 9     | 1     | 1/7   | 1/7   | 1/8   | 7     | 1/9   | 8     | 192,07   | 3,0654% |
| 44 | 2      | 7      | 1/7   | 2     | 3      | 3     | 5      | 8     | 6     | 1/7   | 3     | 4     | 8     | 7     | 1     | 3     | 1     | 1/4   | 1/2   | 1/8   | 199,67   | 3,1717% |
| 45 | 9      | 2      | 1/7   | 7     | 4      | 3     | 7      | 7     | 2     | 4     | 7     | 5     | 5     | 7     | 1/3   | 1     | 1/7   | 1/8   | 1/4   | 1/5   | 186,80   | 2,9321% |
| 46 | 4      | 9      | 1/6   | 2     | 3      | 1     | 2      | 2     | 3     | 7     | 6     | 7     | 7     | 8     | 1     | 7     | 1     | 1/5   | 1/4   | 1/2   | 190,90   | 3,1445% |
| 47 | 9      | 3      | 4     | 9     | 7      | 7     | 1/8    | 3     | 2     | 5     | 7     | 1/7   | 1/4   | 1/7   | 4     | 8     | 5     | 1     | 1/8   | 1/4   | 193,68   | 3,2346% |
| 48 | 3      | 7      | 8     | 3     | 3      | 3     | 1/7    | 1     | 4     | 6     | 9     | 1/2   | 1/8   | 9     | 2     | 4     | 4     | 8     | 1     | 1/8   | 203,43   | 3,4118% |
| 49 | 2      | 3      | 2     | 7     | 8      | 1/7   | 7      | 4     | 4     | 9     | 4     | 1/3   | 1/7   | 1/8   | 8     | 5     | 2     | 4     | 8     | 1     | 189,17   | 3,3893% |
|    | 129,19 | 113,44 | 86,56 | 99,34 | 119,94 | 93,30 | 108,58 | 87,54 | 69,46 | 69,46 | 96,34 | 73,40 | 75,18 | 88,44 | 68,11 | 76,83 | 71,32 | 88,09 | 72,13 | 74,90 | 6.403,53 | 1,00    |
|    | 1      | 1      | 1     | 1     | 1      | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 6403     | 1/2     |

En la Tabla 39 se muestra las variables seleccionadas de acuerdo al principio de Pareto, en base a las máximas puntuaciones obtenidas aplicando el método AHP de acuerdo a la importancia de cada una con respecto a las demás en función de la sostenibilidad del proyecto.

**Tabla 39. Priorización de variables de complementariedad seleccionadas en orden de importancia**

|    | VARIABLES  | PARETO/AHP |
|----|--|------------|
| 1  | Contar con flujos financieros suficientemente confiables   | 3,501%     |
| 2  | Contar a tiempo con las fuentes de financiamiento  | 3,497%     |
| 3  | Contar con fuentes de financiamiento para casos de imprevistos no constructivos ( reasentamientos, rehabilitación de personas afectadas , construcción de carreteras/vías adicionales)         | 3,276%     |
| 4  | Contemplar en el presupuesto financiamiento para planes y/o programas ambientales y sociales   | 3,184%     |
| 5  | Contemplar ayudas y/o subvenciones públicas para financiar actividades productivas de grupos vulnerables   | 3,134%     |
| 6  | Participación y actuación eficiente y coordinada de las autoridades locales, regionales y nacionales   | 1,807%     |
| 7  | Contemplar en el presupuesto financiamiento para planes y/o programas que contribuyan a generar impactos económicos positivos sobre el comercio, la industria y el turismo de la región        | 3,104%     |
| 8  | Plan o programa para controlar la generación y eliminación de desperdicios y escombros   | 2,980%     |
| 9  | Contemplar en el presupuesto financiamiento para actividades de desarrollo agropecuario (cambios y mejoras de cultivos, capacitación en riego, incremento de la producción y comercialización) | 3,092%     |
| 10 | Plan o Programa para prevenir los daños ambientales ocasionados por las operaciones de explotación en canteras   | 2,803%     |
| 11 | Plan o programa para preservar las especies animales terrestres y aves   | 2,801%     |
| 12 | Plan o programa para identificar y controlar zonas sometidas a riesgos por catástrofes naturales (deslizamientos, inundaciones, terremotos...)   | 2,677%     |
| 13 | Plan o programa para preservar los parques nacionales existentes hasta a 10 km a la redonda desde el proyecto  | 2,570%     |
| 14 | Plan o programa para controlar el impacto provocado por la desviación de la corriente (Longitud y Alcance)   | 2,569%     |
| 15 | Plan o programa para preservar el caudal ecológico e impacto sobre la vida acuática  | 2,415%     |
| 16 | Plan o programa para preservar el Patrimonio Cultural de la zona   | 2,400%     |
| 17 | Plan o programa de monitoreo de alteraciones de la calidad del aire, agua (superficial/subterránea), acústica y suelo  | 2,379%     |
| 18 | Realizar Auditorías y control ambiental  | 2,377%     |
| 19 | Planes o programas para mejorar el Nivel de Vida de la población de la zona de influencia del proyecto   | 2,347%     |

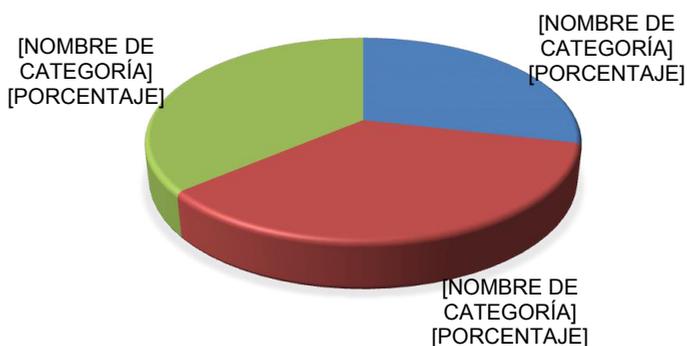
|   |  |              |
|---|--|--------------|
| 20  | Monitoreo de la cantidad de limo en la corriente antes, durante y después de la ejecución del proyecto   | 2,338%       |
| 21  | Prácticas para prevenir los daños en las viviendas ante las operaciones propias del proyecto (detonaciones, movimiento de tierras)   | 2,276%       |
| 22  | Plan o programa de generación de empleo formal directo   | 2,174%       |
| 23  | Plan de manejo de personas desplazadas debido al proyecto  | 2,136%       |
| 24  | Plan o programa para fomentar la cohesión e identidad comunal y la integración y participación de las minorías sociales  | 2,074%       |
| 25  | Acciones para evitar posibles pérdidas de tiempo por restricciones de movilización o alteraciones provocadas durante la ejecución del proyecto   | 2,049%       |
| 26  | Participación de la población local en la toma de decisiones   | 1,911%       |
| 27  | Catastrar y contar con cartografía temática de especialización (análisis espacial de carencia de: infraestructura aeroportuaria, eléctrica, de salud, turística, industrial, comunicación; análisis socio cultural de cobertura de educación y salud; PEA, vulnerabilidad de las viviendas, disponibilidad de servicios básicos) | 1,844%       |
| 28  | Capacitación a empleados en políticas y procedimientos anti-corrupción   | 1,829%       |
| 29  | Concienciar sobre las amenazas del cambio climático  | 2,923%       |
| 30  | Identificar y evaluar el impacto en los medios e infraestructura de transporte y comunicación  | 1,748%       |
| 31  | Plan o programa de resolución de conflictos entre la población local y los trabajadores migrantes  | 1,725%       |
| 32  | Plan de manejo de espacio público de calidad: parques jardines, hospitales, escuelas y otros servicios básicos de calidad  | 1,702%       |
| <b>TOTAL (sostenibilidad proyectos estratégicos hídricos de riesgo)</b> |  | <b>79,6%</b> |
| Variables ECONÓMICAS  |  |              |
| Variables MEDIO AMBIENTALES   |  |              |
| Variables SOCIALES  |  |              |

Las variables de complementariedad identificados restantes que obtuvieron una valoración inferior al 1,70 % no se consideraron.

En base al conjunto de 32 variables identificadas y seleccionadas en la Tabla 39, seguidamente se procede a su estudio y a analizar su **validez**.

Uno de los problemas detectados en los sistemas de indicadores de sostenibilidad desarrollados hasta la presente fecha es la desigual distribución de los pesos de los tres pilares del desarrollo sostenible, este hecho se encuentra solventado en el sistema de variables propuesto al encontrarse distribuidos de manera equilibrada y sin privilegiar ninguno de los pilares económico, medioambiental y social con un 29%, 36% y 35% respectivamente de acuerdo a la distribución mostrada en la Figura 43.

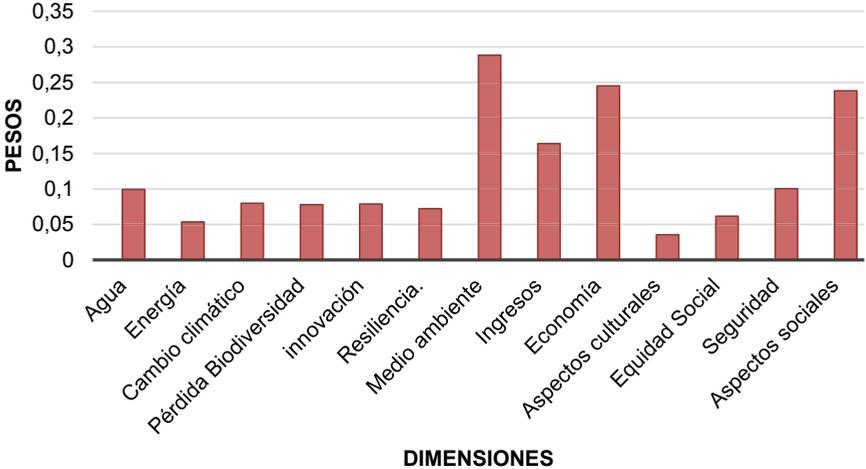
**Figura 43. Distribución en peso de las variables de sostenibilidad seleccionadas según los pilares del desarrollo sostenible**



Para calcular la distribución de las variables de acuerdo a las dimensiones de sostenibilidad que los expertos consultados han considerado como fundamentales en los proyectos estratégicos hídricos de riego, se ha realizado según el número de criterios relacionados con cada dimensión y de acuerdo también a sus pesos relativos según pertenezcan a una de las 13 dimensiones identificadas: agua, energía, ingresos, cambio climático, economía, aspectos sociales, aspectos culturales, equidad social, medio ambiente, innovación, pérdida biodiversidad, seguridad, resiliencia. Las dimensiones sociales y medio ambientales son los de mayor importancia, seguidas de las económicas, esto debido a que las dos primeras han sido divididas en mayor número de dimensiones como: agua, energía, cambio climático, pérdida de la biodiversidad; y, seguridad, equidad social y resiliencia. Se anota que la suma de cada dimensión no es igual a la unidad debido

a que un mismo indicador, por ejemplo resiliencia, afectan tanto a la dimensión energía como a la dimensión innovación. Como se puede apreciar en la Figura 44.

**Figura 44. Distribución en peso de las dimensiones de sostenibilidad seleccionadas**



El sistema de indicadores propuesto garantiza su fiabilidad al ser evaluado por parte de los administradores del proyecto esto es los gerentes de proyecto, puesto que ellos son los que están al tanto de manera integral sobre quién debe suministrar la información a lo largo del tiempo, quien debería calcular cada indicador, quien realiza la evaluación final, quien lo aprueba, quien controla todo el proceso y quien definitivamente informa de los resultados a los interesados.

Se plantea la utilización del sistema de variables de sostenibilidad propuesto desde la fase inicial del proyecto para analizar su evolución durante el ciclo de vida. Durante la etapa de estudios/planificación los gerentes de proyecto carecen en muchas ocasiones de información importante para la correcta cuantificación de cada variable. Adicionalmente el sistema de variables podrá ser utilizado para optimizar la alternativa finalmente escogida en la etapa de estudios con el objetivo de certificar el grado de sostenibilidad alcanzado por el proyecto cuando esté construido y/o en operación y de esta manera aportar un valor adicional al proyecto.

No obstante, de existir un gran debate sobre las bondades de la valoración cualitativa versus la cuantitativa de los indicadores de sostenibilidad, las posibilidades de

evaluación de la sostenibilidad de los proyectos siguen siendo de tipo cualitativo y cuantitativo. Así, Bell et al. (2008) sostienen y discuten la ventaja de tomar un enfoque holístico y cualitativo mejor que el esfuerzo de tomar medidas de una manera estrictamente cuantitativa. En cambio Aguado et al. (2007) llegan a ejemplificar cómo las opiniones de expertos mediante un análisis cualitativo pueden aportar valores muy próximos a los valores cuantitativos sin la necesidad de tomar medidas y valores exactos. Si bien la valoración cuantitativa ha desarrollado herramientas precisas que permiten cuantificar con diferentes fiabilidades los valores totales de cada indicador, el esfuerzo para su evaluación y cuantificación resulta muy largo y costoso, siendo necesaria la disposición de gran cantidad de información que en la etapa de estudios previos muchas veces no se dispone. Por esta razón se ha considerado que el sistema de variables propuesto que puede ser utilizado indistintamente en cualquier etapa del ciclo de vida del proyecto, puede resultar mucho más sencillo utilizar un análisis cuantitativo-estimativo que permita una rápida y confiable aproximación de la situación de cada variable desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Finalmente acogiendo el criterio sugerido por Kumar et al. (2014) acerca de las cuatro fuentes principales para la selección de indicadores de sostenibilidad para proyectos hidroeléctricos y aplicando las recomendaciones de Hanger y Meyer (1996) referentes a las características que deben poseer las variables, en la Tabla 40 se presenta un cuadro resumen en donde se reseña y se valida para cada una de las variables de sostenibilidad seleccionadas: 1) la fuente bibliográfica científica relacionada, 2) el criterio de expertos, 3) visitas de campo y 4) la entrevista de percepción de expertos, con lo cual se ratifica la selección de variables de complementariedad propuestas. Cabe mencionar que la primera fuente es de tipo general para los indicadores de sostenibilidad en general, mientras que las últimas tres fuentes son útiles para la selección de indicadores de sostenibilidad que son específicos para un proyecto o una región en particular que es el presente caso relacionado con los proyectos estratégicos hídricos de riego.

**Tabla 40. Selección y validación de las variables de complementariedad para los proyectos estratégicos hidricos de riego**

|   | VARIABLES   | BIBLIOGRAFIA CIENTIFICA  | VISITAS DE CAMPO | ENTREVISTA EXPERTOS | PARETO AHP |
|---|---|--|------------------|---------------------|------------|
| 1 | Contar con flujos financieros suficientemente confiables  | Ugwu et al., 2005, Dasgupta and Tam, 2005, Kaygusuz, 2012, Rosso et al., 2014, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013   | ✓                | ✓                   | 3,50%      |
| 2 | Contar a tiempo con las fuentes de financiamiento   | Ugwu et al., 2005, Dasgupta and Tam, 2005, Kaygusuz, 2012, Rosso et al., 2014  | ✓                | ✓                   | 3,50%      |
| 3 | Contar con fuentes de financiamiento para casos de imprevistos no constructivos ( reasentamientos, rehabilitación de personas afectadas , construcción de carreteras/vías adicionales)  | Ugwu et al., 2005, Dasgupta and Tam, 2005, Kaygusuz, 2012, Bakis and Demirbas, 2004, Rosso et al., 2014, Goodland, 1994, Morimoto, 2013, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013 | ✓                | ✓                   | 3,28%      |
| 4 | Contemplar en el presupuesto financiamiento para planes y/o programas ambientales y sociales  | Alarcón, 2005,Wells, 2003, Bakis and Demirbas, 2004 , Kaygusuz, 2009, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006   | ✓                | ✓                   | 3,18%      |
| 5 | Contemplar ayudas y/o subvenciones públicas para financiar actividades productivas de grupos vulnerables  | Dasgupta and Tam, 2005, Rosso et al., 2014   | ✓                | ✓                   | 3,13%      |
| 6 | Participación y actuación eficiente y coordinada de las autoridades locales, regionales y nacionales  | Carrera and Mack, 2010, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013  | ✓                | ✓                   | 3,10%      |
| 7 | Contemplar en el presupuesto financiamiento para planes y/o programas que contribuyan a generar impactos económicos positivos sobre el comercio, la industria y el turismo de la región | Wells, 2003; Ugwu et al., 2005; Alarcón, 2005; Vera and Langlois, 2007 , Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013   | ✓                | ✓                   | 3,09%      |
| 8 | Plan o programa para controlar la generación y eliminación de desperdicios y escombros  | Prendergast, 1993; Ugwu et al., 2005, Ugwu et al., 2005, Bakis and Demirbas, 2004  | ✓                | ✓                   | 2,98%      |

|           |  |   |   |   |       |
|-----------|--|---|---|---|-------|
| <b>9</b>  | Contemplar en el presupuesto financiamiento para actividades de desarrollo agropecuario (cambios y mejoras de cultivos, capacitación en riego, incremento de la producción y comercialización) | Ugwu et al., 2005, Goodland, 1994, Kaygusuz, 2009, Vera and Langlois, 2007, Deepak Kumam and SS Katoch., 2014 | ✓ | ✓ | 2,92% |
| <b>10</b> | Plan o Programa para prevenir los daños ambientales ocasionados por las operaciones de explotación en canteras   | Deepak Kumam and SS Katoch., 2014, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006   | ✓ | ✓ | 2,80% |
| <b>11</b> | Plan o programa para preservar las especies animales terrestres y aves   | Morimoto, 2013, Kaygusuz, 2012, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006      | ✓ | ✓ | 2,80% |
| <b>12</b> | Plan o programa para identificar y controlar zonas sometidas a riesgos por catástrofes naturales (deslizamientos, inundaciones, terremotos...)   | Scannapieco et al., 2014, Klimpt et al., 2002   | ✓ | ✓ | 2,68% |
| <b>13</b> | Plan o programa para preservar los parques nacionales existentes hasta a 10 km a la redonda desde el proyecto  | Ugwu et al., 2005, Deepak Kumam and SS Katoch, 2014   | ✓ | ✓ | 2,57% |
| <b>14</b> | Plan o programa para controlar el impacto provocado por la desviación de la corriente (Longitud y Alcance)   | Kaygusuz, 2012, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006                      | ✓ | ✓ | 2,57% |
| <b>15</b> | Plan o programa para preservar el caudal ecológico e impacto sobre la vida acuática  | Morimoto, 2013, Goodland, 1994, Kaygusuz, 2012, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013           | ✓ | ✓ | 2,42% |
| <b>16</b> | Plan o programa para preservar el Patrimonio Cultural de la zona   | Klimpt et al., 2002, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006                 | ✓ | ✓ | 2,40% |
| <b>17</b> | Plan o programa de monitoreo de alteraciones de la calidad del aire, agua (superficial/subterránea), acústica y suelo  | Vera and Langlois, 2007, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013                                  | ✓ | ✓ | 2,38% |
| <b>18</b> | Realizar Auditorías y control ambiental  | Contreras Angel Segundo , 2011  | ✓ | ✓ | 2,38% |

|    |  |   |   |   |        |
|----|--|---|---|---|--------|
| 19 | Planes o programas para mejorar el Nivel de Vida de la población de la zona de influencia del proyecto   | Kaygusuz, 2012, Bakis and Demirbas, 2004; Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013 | ✓ | ✓ | 2,35%  |
| 20 | Monitoreo de la cantidad de limo en la corriente antes, durante y después de la ejecución del proyecto   | Vera and Langlois, 2007, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006   | ✓ | ✓ | 72,34% |
| 21 | Prácticas para prevenir los daños en las viviendas ante las operaciones propias del proyecto (detonaciones, movimiento de tierras)   | Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013   | ✓ | ✓ | 2,28%  |
| 22 | Plan o programa de generación de empleo formal directo   | Wells, 2003; Ugwu et al., 2005; Alarcón, 2005, Afgan et al., 2000, Bakis and Demirbas, 2004   | ✓ | ✓ | 2,17%  |
| 23 | Plan de manejo de personas desplazadas debido al proyecto  | Sarkar and Karagioz, 1995. Evans et al., 2009, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013  | ✓ | ✓ | 2,14%  |
| 24 | Plan o programa para fomentar la cohesión e identidad comunal y la integración y participación de las minorías sociales  | Kaygusuz, 2012; Rosso et al., 2014, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006  | ✓ | ✓ | 2,07%  |
| 25 | Acciones para evitar posibles pérdidas de tiempo por restricciones de movilización o alteraciones provocadas durante la ejecución del proyecto   | Kaygusuz, 2012, Nautiyal et al., 2011, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006, Deepak Kumarn and SS Katoch., 2014                     | ✓ | ✓ | 2,05%  |
| 26 | Participación de la población local en la toma de decisiones   | Carrera and Mack, 2010, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013   | ✓ | ✓ | 1,91%  |
| 27 | Catastrar y contar con cartografía temática de especialización (análisis espacial de carencia de: infraestructura aeroportuaria, eléctrica, de salud, turística, industrial, comunicación; análisis socio cultural de cobertura de educación y salud; PEA, vulnerabilidad de las viviendas, disponibilidad de servicios básicos) | Carrera and Mack, 2010, Liu et al., 2013. International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006  | ✓ | ✓ | 1,84%  |

|  |   |  |   |   |               |
|--|---|--|---|---|---------------|
| <b>28</b>  | Capacitación a empleados en políticas y procedimientos anti-corrupción  | Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013 | ✓ | ✓ | 1,83%         |
| <b>29</b>  | Concienciar sobre las amenazas del cambio climático   | Vera and Langlois, 2007, Scannapieco et al., 2014  | ✓ | ✓ | 1,81%         |
| <b>30</b>  | Identificar y evaluar el impacto en los medios e infraestructura de transporte y comunicación                             | Kaygusuz, 2012, Liu et al., 2013, International Hydropower Association (IHA), 2004, 2006                 | ✓ | ✓ | 1,75%         |
| <b>31</b>  | Plan o programa de resolución de conflictos entre la población local y los trabajadores migrantes                         | Kaygusuz, 2012, Evans et al., 2009, Carrera and Mack, 2010   | ✓ | ✓ | 1,72%         |
| <b>32</b>  | Plan de manejo de espacio público de calidad: parques jardines, hospitales, escuelas y otros servicios básicos de calidad | Morimoto, 2013, Global Reporting Initiative G3.1 y G.4 ,2011 y 2013                                      | ✓ | ✓ | 1,70%         |
| <b>TOTAL (sostenibilidad proyectos estratégicos hídricos de riego)</b>   |   |  |   |   | <b>79,64%</b> |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e67e22; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #95a5a6; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #8eb9e2; margin-bottom: 5px;"></div> </div> <p style="margin-left: 20px;">         Variables ECONÓMICAS<br/>         Variables MEDIO AMBIENTALES<br/>         Variables SOCIALES       </p> |   |  |   |   |               |

## 6.2 FASE II: MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE COMPLEMENTARIEDAD

A partir de esta fase y para mayor claridad y comprensión se procede a codificar los proyectos hídricos evaluados conforme la Tabla 41, y las variables de complementariedad de acuerdo a la Tabla 42.

**Tabla 41. Codificación de los proyectos estratégicos hídricos investigados**

| PAIS       | CODIGO DE PROYECTO | NOMBRE PROYECTO   |
|------------|--------------------|---|
| ARGENTINA  | 1                  | ARGENTINA Manejo de la Cuenca del Rio Oro   |
| BOLIVIA    | 2                  | BOLIVIA SISTEMAS DE RIEGO, ALTIPLANO DE BOLIVIA   |
| BRASIL     | 3                  | BRASIL HidroEx  |
| CHILE      | 4                  | CHILE Convenio Marco Región del Biobio  |
| CHILE      | 5                  | CHILE Rehabilitación de canales de Regadío Faja Maisan  |
| ECUADOR    | 6                  | CONTROL DE INUNDACIONES MILAGRO CIM   |
| ECUADOR    | 7                  | PROYECTO MULTIPROPOSITO JAMA  |
| ECUADOR    | 8                  | PROYECTO MULTIPROPOSITO COAQUE  |
| ECUADOR    | 9                  | PLAN DE APROVECHAMIENTO Y CONTROL DE AGUA DE LA PROVINCIA DE LOS RIOS-PACALORI  |
| ECUADOR    | 10                 | TRASVASE RIO DAULE - PEDRO CARBO  |
| ECUADOR    | 11                 | MULTIPROPOSITO TUMBABIRO  |
| ECUADOR    | 12                 | MULTIFINALITARIO PUMA   |
| ECUADOR    | 13                 | MULTIPROPÓSITO CHALUPAS   |
| ECUADOR    | 14                 | MULTIPROPOSITO TAHUIN   |
| ECUADOR    | 15                 | TRASVASE DAULE VINCES   |
| ECUADOR    | 16                 | TRASVASE CHONGON-SAN VICENTE  |
| ECUADOR    | 17                 | CONTROL DE INUNDACIONES BULUBULU  |
| ECUADOR    | 18                 | CONTROL DE INUNDACIONES CAÑAR   |
| ECUADOR    | 19                 | CONTROL DE INUNDACIONES NARANJAL  |
| ECUADOR    | 20                 | MÚLTIPLE CHONE  |
| ECUADOR    | 21                 | MULTIPROPOSITO BABA   |
| EN GENERAL | 22                 | EN GENERAL  |
| ESPAÑA     | 23                 | ESPAÑA Abastecimiento Tajo-Segura, comunidad de regantes Piedras Guadiana; abastecimiento a la llanura Manchega   |
| ESPAÑA     | 24                 | ESPAÑA CTM Trace.- Procesos combinados para la eliminación y/o degradación de contaminantes emergentes, materia orgánica y nutrientes en aguas                  |
| ESPAÑA     | 25                 | ESPAÑA Infraestructura básica de regadío y riego localizado en los siguientes municipio: Montesa, Vallada, Monserrat, La Romana, Aspe, Villajoyosa, Altea, etc. |
| ESPAÑA     | 26                 | ESPAÑA Proyectos de cooperación para el desarrollo  |
| ESPAÑA     | 27                 | ESPAÑA Soberanía alimentaria para la población refugiada saharai de Tindouf-Argelia   |
| PERU       | 28                 | PERU Gallito Siego  |

**Tabla 42. Codificación de las variables de complementariedad**

| CODIGO DE VARIABLE |      | NOMBRE DE LA VARIABLES   |
|--------------------|------|--|
| 1                  | 1.1  | Contar con flujos financieros suficientemente confiables   |
| 2                  | 1.2  | Contar con fuentes de financiamiento para los casos de imprevistos no constructivos (como: reasentamientos, rehabilitación de personas afectadas , construcción de carreteras/vías adicionales)        |
| 3                  | 1.3  | Contemplar en el presupuesto inicial financiamiento para actividades de desarrollo agropecuario (cambios y mejoras de cultivos, capacitación en riego, incremento de la producción y comercialización) |
| 4                  | 1.4  | Contemplar en el presupuesto inicial financiamiento para planes y/o programas que contribuyan a generar impactos económicos positivos sobre el comercio, la industria y el turismo de la región        |
| 5                  | 1.5  | Contemplar en el presupuesto inicial financiamiento para planes y/o programas ambientales y sociales   |
| 6                  | 1.6  | Contar a tiempo con las fuentes de financiamiento  |
| 7                  | 1.7  | Contemplar ayudas y/o subvenciones públicas para financiar actividades productivas de grupos vulnerables   |
| 8                  | 2.1  | Plan o programa para controlar la generación y eliminación de desperdicios y escombros   |
| 9                  | 2.2  | Plan o programa de control ambiental del impacto provocado por la desviación de la corriente (Longitud y Alcance)  |
| 10                 | 2.3  | Monitoreo de la cantidad de limo en la corriente antes, durante y después de la ejecución del proyecto   |
| 11                 | 2.4  | Plan o programa de monitoreo de alteraciones de la calidad del aire, agua superficial/ subterránea, acústica y suelo   |
| 12                 | 2.5  | Plan o programa para preservar los parques nacionales existentes hasta a 10 km a la redonda desde el proyecto  |
| 13                 | 2.6  | Plan o Programa de prevención de daños ambientales ocasionados por las operaciones de explotación en canteras  |
| 14                 | 2.7  | Plan o programa para la preservación del caudal ecológico e impacto sobre la vida acuática   |
| 15                 | 2.8  | Plan o programa de preservación de las especies animales terrestres y aves   |
| 16                 | 2.9  | Plan o programa de identificación y control de zonas sometidas a riesgos por catástrofes naturales (deslizamientos, inundaciones, terremotos...)   |
| 17                 | 2.10 | Concienciar sobre las amenazas del cambio climático  |
| 18                 | 2.11 | Realizar Auditorías y control ambiental  |

|                 |      |   |
|-----------------|------|---|
| 19              | 3.1  | Plan o programa de generación de empleo formal directo  |
| 20              | 3.2  | Catastrar y contar con cartografía temática de: especialización y análisis espacial de carencia de la infraestructura aeroportuaria, eléctrica, de salud, turística, industria, comunicación; análisis socio cultural de cobertura de educación y salud; PEA, vulnerabilidad de las viviendas, disponibilidad de servicios básicos) |
| 21              | 3.3  | Plan de manejo de personas desplazadas debido al proyecto   |
| 22              | 3.4  | Plan de manejo de espacio público de calidad (parques jardines, hospitales, escuelas) y otros servicios básicos   |
| 23              | 3.5  | Plan o programa de resolución de conflictos entre la población local y los trabajadores migrantes   |
| 24              | 3.6  | Identificar y evaluar el impacto en los medios e infraestructura de transporte y comunicación   |
| 25              | 3.7  | Prácticas para prevenir los daños en las viviendas ante las operaciones propias del proyecto (detonaciones, movimiento de tierras)  |
| 26              | 3.8  | Acciones para evitar posibles pérdidas de tiempo, restricciones de movilización o alteraciones provocadas durante la ejecución del proyecto   |
| 27              | 3.9  | Plan o programa para preservar el Patrimonio Cultural de la zona  |
| 28              | 3.10 | Plan o programa para fomentar la cohesión e identidad comunal y la integración y participación de las minorías sociales   |
| 29              | 3.11 | Participación y actuación eficiente y coordinada de las autoridades locales, regionales y nacionales  |
| 30              | 3.12 | Capacitación a empleados en políticas y procedimientos anti-corrupción  |
| 31              | 3.13 | Incluir la participación de la población local en la toma de decisiones   |
| 32              | 3.14 | Planes o programas para mejorar el Nivel de Vida de la población de la zona de influencia del proyecto  |
| <b>SOCIALES</b> |      |   |

La segunda Fase de la metodología propuesta para calcular las brechas de complementariedad se realiza mediante la medición de las variables de complementariedad seleccionadas en la Fase 1, en su Estado Real versus su Estado Proyectado a través de encuestas referentes a proyectos reales en fases de planificación, construcción y ejecución.

Previo a la realización del diseño definitivo de las preguntas, se trabajaron algunas versiones previas de la encuesta sometiéndola al criterio y validación de expertos para obtener una retroalimentación importante para el diseño final la encuesta. Para ello, se realizó una validación interna conjuntamente con los directores de la investigación, catedráticos del programa de doctorado de economía agroalimentaria y del medio ambiente de la UPV y compañeros doctorandos, con el principal objetivo de verificar si las preguntas son entendibles, encontrar posibles errores o fallos en la encuesta y modificar su diseño en aquello que podría inducir a error antes de proceder al lanzamiento definitivo de la misma. De este modo se logró en la versión definitiva reducir la cantidad de texto explicativo de presentación, depurar la redacción de la descripción de las variables para guiar a aquellas personas que no están relacionadas directamente con la temática, colocar en cada apartado la opción de poner observaciones o comentarios adicionales del encuestado para que refleje su opinión sobre la pregunta o respuesta y cuya versión final se muestra en el Anexo 2.

En la versión final de la encuesta se incluyó la columna **No Aplica** y el cambio del tiempo y del verbo de la pregunta: contempla por implementa, permitiendo a los expertos contestar de manera automática y específica la fase del ciclo de vida del proyecto que se encuentre evaluando: planificación/estudios, construcción u operación; así por ejemplo, cuando el experto se encuentre evaluando la Fase de Planificación, las preguntas se referirán a:

- Para el Nivel de Utilización: “si se **contempla** en la Planificación la utilización de la práctica”.
- Para el Nivel de Desempeño: “cuán eficientemente se **contempla** la práctica en la Planificación”;

En cambio, para las Fases de Construcción u Operación:

- Para el Nivel de Utilización: “si se **implementa** en la Construcción u Operación la utilización de la práctica”
- Para el Nivel de Desempeño: “cuán eficientemente se **implementa** la práctica en la Construcción u Operación”.

Por otro lado, cuando el experto conteste una práctica que no corresponda a la fase del ciclo de vida que está evaluando, como por ejemplo: si se implementa en la etapa de Operación “Contar con flujos financieros suficientemente confiables”, se ha diseñado la columna NO Aplica para obtener las respuestas de la forma más fidedigna posible.

En la encuesta se consideraron las fases de diseño, construcción y uso y explotación; no se considerarán las fases de mantenimiento y el fin de vida, cambio de uso o deconstrucción/demolición de la obra.

La definición de la población se estableció en base a expertos y gerentes de proyecto que hayan intervenido en la planificación, ejecución o gestión de proyectos hídricos de riego con financiación pública o privada en Latinoamérica en el período 2010 – 2015. Para ello, previo al **lanzamiento** de la encuesta se emitieron 407 invitaciones solicitando la colaboración de expertos a la Empresa Pública del Agua del Ecuador (EPA), Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), Ministerio Coordinador de sectores estratégicos de Ecuador, doctorandos latinoamericanos de la Universidad Politécnica de Valencia que se encontraban investigando el sector hídrico, socios del colegio de ingenieros civiles de Pichincha (CICP), miembros de la asociación española de ingeniería de proyectos (AEIPRO), técnicos de la Confederación Hidrográfica del Júcar, catedráticos del sector hídrico y/o sostenibilidad y/o riego de la Universidad Politécnica de Valencia. Finalmente se obtuvieron 42 respuestas de acuerdo al detalle de la Tabla 43:

**Tabla 43. Detalle de encuestas realizadas por proyecto y por experto**

| PROYECTOS *   |           |     |           | EXPERTOS  |
|---------------|-----------|-----|-----------|-----------|
| REGIÓN        | PAÍS      | No. |           |           |
| Ecuador       | Ecuador   | 16  | 16        | 31 *      |
| Latinoamérica | Argentina | 1   | 11        | 11        |
|               | Bolivia   | 1   |           |           |
|               | Brasil    | 1   |           |           |
|               | Chile     | 2   |           |           |
|               | España    | 5   |           |           |
|               | Perú      | 1   |           |           |
| <b>TOTAL</b>  |           |     | <b>27</b> | <b>42</b> |

\* 5 Expertos de Ecuador contestaron sin especificar un proyecto particular, se expresaron de forma GENERAL

El estudio contempló originalmente 16 proyectos estratégicos hídricos que contenían el componente riego en la República del Ecuador y que se encontraban en las etapas del ciclo de vida de planificación o construcción, de los cuales a la fecha de inicio del estudio, 10 se encontraban en la etapa de planificación y los restantes 6 en construcción, y para ese entonces constituían la totalidad de proyectos estratégicos hídricos que contenían el componente riego en estas etapas del ciclo de vida. A fecha de abril del 2015 el Proyecto de Tránsito Chongón – San Vicente, ya se encuentra en la etapa de operación.

Finalmente, del listado original previsto para la República del Ecuador se evaluaron 15 proyectos, no se logró evaluar al proyecto Puruhanta - Pimampiro – Yahuarcocha, reportado a abril del 2015 por la Empresa Pública del Agua EPA dentro de los no viables; en su lugar se evaluó en la etapa de planificación al Proyecto Multipropósito Baba (actualmente en operación), de acuerdo al detalle de la Tabla 44.

**Tabla 44. Listado de proyectos estratégicos hídricos del sector riego evaluados**

| No. | PROYECTO   | VIABILIDAD EPA | Estado del Proyecto | Propósito                                    | INVESTIGADO |
|-----|--|----------------|---------------------|--|-------------|
| 1   | CONTROL DE INUNDACIONES MILAGRO CIM  | NO             | FACTIBILIDAD        | CONTROL DE INUNDACIONES                      | SI          |
|     | PROYECTO MULTIPROPÓSITO PURUHANTA-PIMAMPIRO-YAHUARCOCHA                        | NO             | FACTIBILIDAD        | RIEGO  | NO          |
| 2   | PROYECTO MULTIPROPÓSITO JAMA   | NO             | PREFACTIBILIDAD     | RIEGO AGUA PARA CONSUMO HUMANO, ELECTRICIDAD | SI          |
| 3   | PROYECTO PROPÓSITO MÚLTIPLE COAQUE   | NO             | PREFACTIBILIDAD     | RIEGO  | SI          |
| 4   | PLAN DE APROVECHAMIENTO Y CONTROL DE AGUA DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS PACALORI | SI             | FACTIBILIDAD        | RIEGO  | SI          |
| 5   | ESTUDIOS: PROYECTO DE TRASVASE RIO DAULE - PEDRO CARBO (INP)                   | SI             | PREFACTIBILIDAD     | RIEGO  | SI          |
| 6   | PROYECTO MULTIPROPÓSITO TUMBABIRO  | SI             | FACTIBILIDAD        | RIEGO  | SI          |
| 7   | PROYECTO MULTIPROPÓSITO PUMA   | SI             | DISEÑOS DEFINITIVOS | RIEGO  | SI          |
| 8   | PROYECTO CHALUPAS  | SI             | FACTIBILIDAD        | RIEGO  | SI          |
| 9   | OPTIMIZACIÓN PROYECTO MULTIPROPÓSITO TAHUJIN                                   | SI             | DISEÑOS DEFINITIVOS | RIEGO  | SI          |
| 10  | TRASVASE DAULE – VINCES (DAUVIN)   | SI             | EN CONSTRUCCIÓN     | RIEGO  | SI          |
| 11  | TRASVASE CHONGÓN –SAN VICENTE  | SI             | EN CONSTRUCCIÓN     | RIEGO  | SI          |
| 12  | CONTROL DE INUNDACIONES BULUBULU   | SI             | EN CONSTRUCCIÓN     | CONTROL DE INUNDACIONES                      | SI          |
| 13  | CONTROL DE INUNDACIONES CAÑAR  | SI             | EN CONSTRUCCIÓN     | CONTROL DE INUNDACIONES                      | SI          |
| 14  | CONTROL DE INUNDACIONES NARANJAL   | SI             | EN CONSTRUCCIÓN     | CONTROL DE INUNDACIONES                      | SI          |
| 15  | MÚLTIPLE CHONE   | SI             | EN CONSTRUCCIÓN     | RIEGO AGUA PARA CONSUMO HUMANO               | SI          |
| 16  | MULTIPROPOSITO BABA  | SI             | OPERACIÓN           | ELECTRICIDAD, CONTROL DE INUNDACIONES        | SI          |

## 6.2.1 Fase II.1.- Análisis del estado actual de la aplicación de las variables de complementariedad seleccionadas en la gestión de proyectos hídricos de riego

### NIVEL DE USO:

Para hacer este análisis se recodificó la variable nivel de uso. Así, de estar medida en escala ordinal pasó a estar codificada en dicotómica donde las antiguas calificaciones ordinales de 5 y 4 se recodificaron con el valor 1, y las ordinales 0, 1, 2 y 3 como valor 0, en donde 0 significa que NO se utiliza la variable y 1 que SI se utiliza.

Al realizar el test de la binomial del nivel de uso de las **variables económicas para  $p < 0.05$** , cuyos resultados se presentan en la Tabla 45, se ha encontrado que las 7 variables económicas seleccionadas obtuvieron un nivel de significación menor a 0,05, desechando la hipótesis nula de equiprobabilidad, y por tanto se puede afirmar que SÍ se usan en los proyectos hídricos de riego. Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos dicen utilizar las 7 variables económicas seleccionadas en los proyectos.

**Tabla 45. Prueba binomial del nivel de uso de las variables económicas**

|   | Categoría             | N  | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (bilateral) |
|---|-----------------------|----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| 1 | Utilización1. Grupo 1 | 41 | ,98             | ,50             | ,000                             |
|   | Grupo 2               | 1  | ,02             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 2 | Utilización1. Grupo 1 | 36 | ,86             | ,50             | ,000                             |
|   | Grupo 2               | 6  | ,14             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 3 | Utilización1. Grupo 1 | 31 | ,74             | ,50             | ,003                             |
|   | Grupo 2               | 11 | ,26             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 4 | Utilización1. Grupo 1 | 33 | ,79             | ,50             | ,000                             |
|   | Grupo 2               | 9  | ,21             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 5 | Utilización1. Grupo 1 | 36 | ,86             | ,50             | ,000                             |
|   | Grupo 2               | 6  | ,14             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 6 | Utilización1. Grupo 1 | 6  | ,14             | ,50             | ,000                             |
|   | Grupo 2               | 36 | ,86             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 7 | Utilización1. Grupo 1 | 35 | ,83             | ,50             | ,000                             |
|   | Grupo 2               | 7  | ,17             |                 |                                  |
|   | Total                 | 42 | 1,00            |                 |                                  |

Al realizar la prueba binomial del nivel de uso de las variables **medioambientales** cuyos resultados se presentan en Tabla 46, se ha encontrado que 5 de las 11 variables medioambientales: 1, 5, 6, 8 y 9 obtuvieron un nivel de significación menor a 0,05, desechando la hipótesis nula de equiprobabilidad, y por tanto se puede asegurar que SI se usan en los proyectos hídricos de riego. Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos dicen utilizar las 5 variables medioambientales seleccionadas en los proyectos.

Las restantes 6 variables medioambientales: la 2, 3, 4, 7, 10 y 11 obtuvieron un nivel de significación mayor a 0,05, aceptando por tanto la hipótesis nula de equiprobabilidad, por lo que no se puede asegurar que exista un patrón evidente de uso o desuso de las mismas en los proyectos hídricos de riego. De este modo se puede afirmar que el uso de las variables ambientales queda reducido a prácticamente la mitad de las consideradas teóricamente como necesarias de cara a controlar ese factor en los proyectos hídricos de riego.

**Tabla 46. Prueba binomial del nivel de uso de las variables medioambientales**

|    | Categoría             | N          | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (bilateral) |       |
|----|-----------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-------|
| 1  | Utilización2. Grupo 1 | SI Utiliza | 32              | ,76             | ,50                              | ,001  |
|    | Grupo 2               | NO Utiliza | 10              | ,24             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 2  | Utilización2. Grupo 1 | NO Utiliza | 16              | ,38             | ,50                              | ,164  |
|    | Grupo 2               | SI Utiliza | 26              | ,62             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 3  | Utilización2. Grupo 1 | NO Utiliza | 18              | ,43             | ,50                              | ,441  |
|    | Grupo 2               | SI Utiliza | 24              | ,57             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 4  | Utilización2. Grupo 1 | SI Utiliza | 26              | ,62             | ,50                              | ,164  |
|    | Grupo 2               | NO Utiliza | 16              | ,38             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 5  | Utilización2. Grupo 1 | NO Utiliza | 14              | ,33             | ,50                              | ,044  |
|    | Grupo 2               | SI Utiliza | 28              | ,67             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 6  | Utilización2. Grupo 1 | NO Utiliza | 12              | ,29             | ,50                              | ,008  |
|    | Grupo 2               | SI Utiliza | 30              | ,71             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 7  | Utilización2. Grupo 1 | SI Utiliza | 27              | ,64             | ,50                              | ,088  |
|    | Grupo 2               | NO Utiliza | 15              | ,36             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 8  | Utilización2. Grupo 1 | SI Utiliza | 29              | ,69             | ,50                              | ,020  |
|    | Grupo 2               | NO Utiliza | 13              | ,31             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 9  | Utilización2. Grupo 1 | NO Utiliza | 13              | ,31             | ,50                              | ,020  |
|    | Grupo 2               | SI Utiliza | 29              | ,69             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 10 | Utilización2. Grupo 1 | NO Utiliza | 21              | ,50             | ,50                              | 1,000 |
|    | Grupo 2               | SI Utiliza | 21              | ,50             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |
| 11 | Utilización2. Grupo 1 | SI Utiliza | 26              | ,62             | ,50                              | ,164  |
|    | Grupo 2               | NO Utiliza | 16              | ,38             |                                  |       |
|    | Total                 |            | 42              | 1,00            |                                  |       |

Al realizar la prueba binomial del nivel de uso de las variables sociales cuyos resultados se presentan en la

Tabla 47 se ha encontrado que 2 de las 14 variables sociales: la 11 y 14 obtuvieron un nivel de significación menor a 0,05 desechando la hipótesis nula de equiprobabilidad, y por tanto se puede asegurar que Sí se usan en los proyectos hídricos de riego. Por otro lado, en 2 variables sociales: la 4 y 5 también se tiene que descartar la hipótesis nula de equiprobabilidad al mostrar un nivel de significación menor a 0,05, pero con mayor sesgo hacia la NO utilización, por tanto se puede asegurar que estas prácticas NO se usan en los proyectos hídricos de riego. Las restantes 10 variables sociales (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12 y

13) obtuvieron un nivel de significación mayor a 0,05, aceptando por tanto la hipótesis nula de equipobabilidad, por lo que no se puede asegurar que exista un patrón evidente de uso o desuso de dichas variables en los proyectos hídricos de riego.

**Tabla 47. Prueba binomial del nivel de uso de las variables sociales**

|    | Categoría | N  | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (bilateral) |
|----|-----------|----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| 1  | Grupo 1   | 17 | ,40             | ,50             | ,280                             |
|    | Grupo 2   | 25 | ,60             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 2  | Grupo 1   | 20 | ,48             | ,50             | ,878                             |
|    | Grupo 2   | 22 | ,52             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 3  | Grupo 1   | 19 | ,45             | ,50             | ,644                             |
|    | Grupo 2   | 23 | ,55             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 4  | Grupo 1   | 29 | ,69             | ,50             | ,020                             |
|    | Grupo 2   | 13 | ,31             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 5  | Grupo 1   | 28 | ,67             | ,50             | ,044                             |
|    | Grupo 2   | 14 | ,33             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 6  | Grupo 1   | 22 | ,52             | ,50             | ,878                             |
|    | Grupo 2   | 20 | ,48             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 7  | Grupo 1   | 18 | ,43             | ,50             | ,441                             |
|    | Grupo 2   | 24 | ,57             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 8  | Grupo 1   | 21 | ,50             | ,50             | 1,000                            |
|    | Grupo 2   | 21 | ,50             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 9  | Grupo 1   | 26 | ,62             | ,50             | ,164                             |
|    | Grupo 2   | 16 | ,38             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 10 | Grupo 1   | 18 | ,43             | ,50             | ,441                             |
|    | Grupo 2   | 24 | ,57             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 11 | Grupo 1   | 33 | ,79             | ,50             | ,000                             |
|    | Grupo 2   | 9  | ,21             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 12 | Grupo 1   | 22 | ,52             | ,50             | ,878                             |
|    | Grupo 2   | 20 | ,48             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 13 | Grupo 1   | 24 | ,57             | ,50             | ,441                             |
|    | Grupo 2   | 18 | ,43             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| 14 | Grupo 1   | 14 | ,33             | ,50             | ,044                             |
|    | Grupo 2   | 28 | ,67             |                 |                                  |
|    | Total     | 42 | 1,00            |                 |                                  |

## **NIVEL DE DESEMPEÑO**

Para conocer si hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel de desempeño (NDD) medio manifestado por los expertos entre las distintas variables del estudio se realiza un análisis de la varianza (ANOVA) para  $p < 0.05$  con el NDD medio como variable dependiente y las variables de estudio como factor. Para conocer entre qué variables aparecen las diferencias significativas se emplea el test de comparaciones múltiples de Games Howell, pues el test de Levene revela que no existe homogeneidad de varianzas entre variables al salir no significativo. El resultado, ver la Figura 45, es que la variable económica 1 alcanza un mayor promedio de nivel de desempeño que las variables medioambientales 10 y 17 y que las sociales: 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28 y 31. El NDD que dicen alcanzar los expertos en la variable económica 2 supera el de las variables sociales 21, 22, 23 y 24. Por otra parte las variables económicas 3, 5, 6 y 7 tienen mayor NDD promedio que las variables sociales 22 y 23. Así mismo, la variable medioambiental 12 alcanza mayor valor promedio de NDD que las variables sociales 22 y 23, mientras que las variables medioambientales 14 y 16 tienen mayor NDD promedio que la variable social 22. Estos resultados permiten asegurar con un 95 % de probabilidad de no equivocarse que los expertos dicen tener un NDD mayor en las variables económicas, en segundo lugar, en las variables medioambientales citadas y finalmente en las variables sociales mencionadas. Este hecho puede justificar que las brechas finales detectadas en lo económico sean menores que en lo ambiental y éstas menores, a su vez, que en la dimensión social, incrementando el riesgo de que aumente la brecha en el mismo orden del descuido del nivel de desempeño.

**Figura 45. Test de comparaciones múltiples del nivel de desempeño de las variables de complementariedad**

| Games-Howell             |    |                            |                    |      |                 |                 |      |
|--------------------------|----|----------------------------|--------------------|------|-----------------|-----------------|------|
| Variable dependiente     |    | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar     | Sig. | confianza       |                 |      |
|                          |    |                            |                    |      | Límite inferior | Límite superior |      |
| NIVEL DE DESEMPEÑO "NDD" | 1  | 10                         | ,833 <sup>*</sup>  | ,204 | ,034            | ,03             | 1,64 |
|                          |    | 17                         | ,833 <sup>*</sup>  | ,207 | ,040            | ,02             | 1,65 |
|                          |    | 19                         | ,929 <sup>*</sup>  | ,201 | ,006            | ,14             | 1,72 |
|                          |    | 20                         | 1,143 <sup>*</sup> | ,225 | ,001            | ,25             | 2,04 |
|                          |    | 21                         | 1,214 <sup>*</sup> | ,221 | ,000            | ,34             | 2,09 |
|                          |    | 22                         | 1,429 <sup>*</sup> | ,209 | ,000            | ,60             | 2,25 |
|                          |    | 23                         | 1,452 <sup>*</sup> | ,235 | ,000            | ,52             | 2,39 |
|                          |    | 24                         | 1,095 <sup>*</sup> | ,198 | ,000            | ,31             | 1,88 |
|                          |    | 25                         | 1,190 <sup>*</sup> | ,230 | ,001            | ,28             | 2,10 |
|                          |    | 26                         | 1,071 <sup>*</sup> | ,211 | ,001            | ,24             | 1,91 |
|                          |    | 28                         | 1,000 <sup>*</sup> | ,209 | ,004            | ,17             | 1,83 |
|                          | 31 | ,881 <sup>*</sup>          | ,208               | ,022 | ,06             | 1,70            |      |
|                          | 2  | 21                         | ,929 <sup>*</sup>  | ,222 | ,026            | ,05             | 1,81 |
|                          |    | 22                         | 1,143 <sup>*</sup> | ,210 | ,000            | ,31             | 1,97 |
|                          |    | 23                         | 1,167 <sup>*</sup> | ,236 | ,002            | ,23             | 2,10 |
|                          |    | 24                         | ,810 <sup>*</sup>  | ,199 | ,036            | ,02             | 1,60 |
|                          | 3  | 22                         | 1,095 <sup>*</sup> | ,219 | ,002            | ,23             | 1,96 |
|                          |    | 23                         | 1,119 <sup>*</sup> | ,245 | ,007            | ,15             | 2,09 |
|                          | 5  | 22                         | 1,071 <sup>*</sup> | ,220 | ,002            | ,21             | 1,94 |
|                          |    | 23                         | 1,095 <sup>*</sup> | ,245 | ,010            | ,13             | 2,06 |
|                          | 6  | 22                         | 1,000 <sup>*</sup> | ,222 | ,008            | ,13             | 1,87 |
|                          |    | 23                         | 1,024 <sup>*</sup> | ,247 | ,028            | ,05             | 2,00 |
|                          | 7  | 22                         | 1,048 <sup>*</sup> | ,215 | ,003            | ,20             | 1,90 |
|                          |    | 23                         | 1,071 <sup>*</sup> | ,241 | ,012            | ,12             | 2,03 |
| 12                       | 22 | ,952 <sup>*</sup>          | ,220               | ,015 | ,09             | 1,82            |      |
|                          | 23 | ,976 <sup>*</sup>          | ,245               | ,046 | ,01             | 1,94            |      |
| 14                       | 22 | ,952 <sup>*</sup>          | ,222               | ,017 | ,08             | 1,83            |      |
| 16                       | 22 | ,881 <sup>*</sup>          | ,221               | ,042 | ,01             | 1,75            |      |

**NIVEL DE GESTION:**

Al realizar la prueba binomial del nivel de gestión (registro y control) de las **variables económicas**, cuyos resultados se presentan en la Tabla 48, se ha encontrado que las 6 de las 7 **variables** seleccionadas: 1, 2, 3, 4, 5, 6 obtuvieron un nivel de significación menor a 0,05, desechando la hipótesis nula de equiprobabilidad, y por tanto se puede afirmar que SI se gestionan en los proyectos hídricos de riego. Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos dicen gestionar estas 6 variables económicas en los proyectos, es decir, que se encuentran adecuada y suficientemente documentadas. Solamente la variable 7 obtuvo un nivel de significación mayor a 0,05

aceptando por tanto la hipótesis nula de equiprobabilidad, por lo que no se puede asegurar que existe un patrón claro acerca de si se gestiona o no esa variable en los proyectos hídricos de riego.

**Tabla 48. Prueba binomial del nivel de gestión de las variables económicas**

|             |         | Categoría | N  | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (bilateral) |
|-------------|---------|-----------|----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| NGestion1.1 | Grupo 1 | SI        | 34 | ,81             | ,50             | ,000                             |
|             |         | NO        | 8  | ,19             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion1.2 | Grupo 1 | SI        | 31 | ,74             | ,50             | ,003                             |
|             |         | NO        | 11 | ,26             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion1.3 | Grupo 1 | SI        | 28 | ,67             | ,50             | ,044                             |
|             |         | NO        | 14 | ,33             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion1.4 | Grupo 1 | SI        | 30 | ,71             | ,50             | ,008                             |
|             |         | NO        | 12 | ,29             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion1.5 | Grupo 1 | SI        | 34 | ,81             | ,50             | ,000                             |
|             |         | NO        | 8  | ,19             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion1.6 | Grupo 1 | SI        | 30 | ,71             | ,50             | ,008                             |
|             |         | NO        | 12 | ,29             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion1.7 | Grupo 1 | SI        | 27 | ,64             | ,50             | ,088                             |
|             |         | NO        | 15 | ,36             |                 |                                  |
|             |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |

Al realizar la prueba binomial del nivel de gestión (registro y control) de las variables **medioambientales** cuyos resultados se presentan en la Tabla 49, se ha encontrado que 2 de las 11 variables medioambientales: la 1 y 9 obtuvieron un nivel de significación menor a 0,05 desechando la hipótesis nula de equiprobabilidad, y por tanto se puede asegurar que SI se gestionan en los proyectos hídricos de riego. Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos gestionan estas 2 variables medioambientales en los proyectos. Las restantes 9 variables medioambientales: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 11 obtuvieron un nivel de significación mayor a 0,05 aceptando por tanto la hipótesis nula de equiprobabilidad, por lo que no se puede asegurar que existe un patrón claro acerca de si se gestiona o no esa variable en los proyectos hídricos de riego.

**Tabla 49. Prueba binomial del nivel de gestión de las variables medioambientales**

|              |         | Categoría | N  | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (bilateral) |
|--------------|---------|-----------|----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| NGestion2.1  | Grupo 1 | SI        | 28 | ,67             | ,50             | ,044                             |
|              |         | NO        | 14 | ,33             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.2  | Grupo 1 | SI        | 25 | ,60             | ,50             | ,280                             |
|              |         | NO        | 17 | ,40             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.3  | Grupo 1 | SI        | 22 | ,52             | ,50             | ,878                             |
|              |         | NO        | 20 | ,48             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.4  | Grupo 1 | SI        | 25 | ,60             | ,50             | ,280                             |
|              |         | NO        | 17 | ,40             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.5  | Grupo 1 | NO        | 19 | ,45             | ,50             | ,644                             |
|              |         | SI        | 23 | ,55             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.6  | Grupo 1 | NO        | 17 | ,40             | ,50             | ,280                             |
|              |         | SI        | 25 | ,60             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.7  | Grupo 1 | SI        | 25 | ,60             | ,50             | ,280                             |
|              |         | NO        | 17 | ,40             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.8  | Grupo 1 | SI        | 23 | ,55             | ,50             | ,644                             |
|              |         | NO        | 19 | ,45             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.9  | Grupo 1 | NO        | 13 | ,31             | ,50             | ,020                             |
|              |         | SI        | 29 | ,69             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.10 | Grupo 1 | NO        | 21 | ,50             | ,50             | 1,000                            |
|              |         | SI        | 21 | ,50             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion2.11 | Grupo 1 | SI        | 21 | ,50             | ,50             | 1,000                            |
|              |         | NO        | 21 | ,50             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |

Al realizar la prueba binomial del nivel de gestión (registro y control) de las variables **sociales** cuyos resultados se presentan en la Tabla 50, se ha encontrado que tan solo 1 de las 14 variables sociales, la variable 10, obtuvo un nivel de significación menor a 0,05, desechando la hipótesis nula de equiprobabilidad y por tanto se puede asegurar que SI se gestiona en los proyectos hídricos de riego. Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos gestionan esta variable social en los proyectos. Las restantes 13 variables sociales: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 y 14 obtuvieron un nivel de significación mayor a 0,05, aceptando por tanto la hipótesis nula de

equiprobabilidad, por lo que no se puede asegurar que existe un patrón claro acerca de si se gestiona o no esa variable en los proyectos hídricos de riego.

**Tabla 50. Prueba binomial del nivel de gestión de las variables sociales**

|              |         | Categoría | N  | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (bilateral) |
|--------------|---------|-----------|----|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| NGestion3.1  | Grupo 1 | SI        | 23 | ,55             | ,50             | ,644                             |
|              |         | NO        | 19 | ,45             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.2  | Grupo 1 | SI        | 24 | ,57             | ,50             | ,441                             |
|              |         | NO        | 18 | ,43             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.3  | Grupo 1 | SI        | 17 | ,40             | ,50             | ,280                             |
|              |         | NO        | 25 | ,60             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.4  | Grupo 1 | NO        | 24 | ,57             | ,50             | ,441                             |
|              |         | SI        | 18 | ,43             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.5  | Grupo 1 | NO        | 25 | ,60             | ,50             | ,280                             |
|              |         | SI        | 17 | ,40             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.6  | Grupo 1 | NO        | 20 | ,48             | ,50             | ,878                             |
|              |         | SI        | 22 | ,52             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.7  | Grupo 1 | NO        | 17 | ,40             | ,50             | ,280                             |
|              |         | SI        | 25 | ,60             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.8  | Grupo 1 | NO        | 24 | ,57             | ,50             | ,441                             |
|              |         | SI        | 18 | ,43             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.9  | Grupo 1 | SI        | 22 | ,52             | ,50             | ,878                             |
|              |         | NO        | 20 | ,48             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.10 | Grupo 1 | NO        | 20 | ,48             | ,50             | ,878                             |
|              |         | SI        | 22 | ,52             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.11 | Grupo 1 | SI        | 30 | ,71             | ,50             | ,008                             |
|              |         | NO        | 12 | ,29             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.12 | Grupo 1 | SI        | 22 | ,52             | ,50             | ,878                             |
|              |         | NO        | 20 | ,48             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.13 | Grupo 1 | SI        | 26 | ,62             | ,50             | ,164                             |
|              |         | NO        | 16 | ,38             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |
| NGestion3.14 | Grupo 1 | NO        | 18 | ,43             | ,50             | ,441                             |
|              |         | SI        | 24 | ,57             |                 |                                  |
|              |         |           | 42 | 1,00            |                 |                                  |

Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos afirman preocuparse más de documentar y controlar las variables económicas, en segundo lugar, a las variables medioambientales citadas y finalmente en las variables sociales mencionadas.

Finalmente, la probabilidad de reducir el número de variables con incertidumbre puede lograrse ampliando el número de expertos entrevistados, con cuyos resultados bien podría sesgarse el SI o el NO de las tendencias y solamente en el caso de persistir la incertidumbre luego de aumentar el tamaño de la muestra se podría afirmar que la utilización de las variables con incertidumbre aún no se encuentra suficientemente consolidada su gestión en los proyectos.

## **NIVEL DE IMPORTANCIA**

Para conocer si hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel de importancia (NDI) medio manifestado por los expertos entre las distintas variables del estudio se realiza un análisis de la varianza (ANOVA) para  $p < 0.05$  con el NDI medio como variable dependiente y las variables de estudio como factor. Para conocer entre qué variables aparecen las diferencias significativas se emplea el test de comparaciones múltiples de Games Howell, pues el test de Levene revela que no existe homogeneidad de varianzas entre variables al salir no significativo. El resultado, ver la Figura 46, es que la variables económica 1 alcanzó un mayor promedio de NDI que la variable económica 7, que las variables medioambientales: 10 y 17 y que las sociales: 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28. El NDI que dicen alcanzar los expertos en la variables económicas 2 y 5 superan el de las variables sociales 22 y 27. Ninguna variable medioambiental alcanzó un mayor promedio de NDI que las variables sociales. Estos resultados permiten asegurar con un 95% de probabilidad de no equivocarse que los expertos dicen prestar mayor importancia y atención al aporte de las variables económicas para la consecución de la sostenibilidad en los proyectos, en segundo lugar, a las variables medioambientales citadas y finalmente en las variables sociales mencionadas. Este resultado también se puede interpretar como un factor de incremento del riesgo de apareamiento de brecha en el mismo orden del descuido de la importancia que se atribuya a las variables, pues se presta menor importancia a las variables medioambientales y sociales que a las económicas.

**Figura 46. Test de comparaciones múltiples del nivel de importancia de las variables de complementariedad**

| Games-Howell               |    |                            |                   |      |                 |                 |      |
|----------------------------|----|----------------------------|-------------------|------|-----------------|-----------------|------|
| Variable dependiente       |    | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar    | Sig. | confianza       |                 |      |
|                            |    |                            |                   |      | Límite inferior | Límite superior |      |
| NIVEL DE IMPORTANCIA "NDI" | 1  | 7                          | ,714 <sup>*</sup> | ,125 | ,000            | ,22             | 1,21 |
|                            |    | 10                         | ,619 <sup>*</sup> | ,140 | ,012            | ,06             | 1,17 |
|                            |    | 17                         | ,738 <sup>*</sup> | ,169 | ,016            | ,07             | 1,41 |
|                            |    | 20                         | ,571 <sup>*</sup> | ,139 | ,030            | ,02             | 1,12 |
|                            |    | 21                         | ,762 <sup>*</sup> | ,166 | ,008            | ,10             | 1,42 |
|                            |    | 22                         | ,976 <sup>*</sup> | ,174 | ,000            | ,28             | 1,67 |
|                            |    | 23                         | ,929 <sup>*</sup> | ,179 | ,001            | ,22             | 1,64 |
|                            |    | 24                         | ,738 <sup>*</sup> | ,179 | ,034            | ,02             | 1,45 |
|                            |    | 25                         | ,810 <sup>*</sup> | ,159 | ,001            | ,18             | 1,44 |
|                            |    | 26                         | ,786 <sup>*</sup> | ,159 | ,002            | ,16             | 1,42 |
|                            |    | 27                         | ,905 <sup>*</sup> | ,162 | ,000            | ,26             | 1,55 |
|                            | 28 | ,690 <sup>*</sup>          | ,150              | ,007 | ,10             | 1,29            |      |
|                            | 2  | 22                         | ,738 <sup>*</sup> | ,181 | ,035            | ,02             | 1,45 |
|                            |    | 27                         | ,667 <sup>*</sup> | ,169 | ,049            | ,00             | 1,33 |
| 5                          | 22 | ,762 <sup>*</sup>          | ,182              | ,025 | ,04             | 1,48            |      |
|                            | 27 | ,690 <sup>*</sup>          | ,170              | ,036 | ,02             | 1,36            |      |

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Adicionalmente, para verificar qué dimensiones de la sostenibilidad son más importantes para los expertos de proyectos hídricos de riego y en cuáles manifiestan tener mayor nivel de desempeño, se calcula la media del nivel de importancia y nivel de desempeño manifestados por cada experto en las variables económicas, medioambientales y sociales con el objetivo de ver si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas a través de un ANOVA para  $p < 0.05$  con NDI y NDD como variables dependientes, usando las dimensiones de la sostenibilidad como factor.

Al realizar el test de comparaciones múltiples con los NDD promedios de las variables económicas, medioambientales y sociales se obtiene, ver la Tabla 51, que según los expertos se puede afirmar con 95% de probabilidad de no equivocarse que el NDD de las variables económicas son superiores al NDD de las sociales, y el NDD de las variables medioambientales son superiores al NDD de las sociales.

**Tabla 51. Test de comparaciones múltiples del nivel de desempeño**

Variable dependiente: NDD

| (I) Dimension | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig.     | 95% de intervalo de confianza |                 |         |         |
|---------------|----------------------------|----------------|----------|-------------------------------|-----------------|---------|---------|
|               |                            |                |          | Límite inferior               | Límite superior |         |         |
| HSD Tukey     | ECO                        | MA             | ,305937  | ,156067                       | ,127            | -,06432 | ,67619  |
|               |                            | SOC            | ,680272  | ,156067                       | ,000            | ,31002  | 1,05053 |
|               | MA                         | ECO            | -,305937 | ,156067                       | ,127            | -,67619 | ,06432  |
|               |                            | SOC            | ,374335  | ,156067                       | ,047            | ,00408  | ,74459  |
|               | SOC                        | ECO            | -,680272 | ,156067                       | ,000            | 1,05053 | -,31002 |
|               |                            | MA             | -,374335 | ,156067                       | ,047            | -,74459 | -,00408 |

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Al realizar el test de comparaciones múltiples con los niveles de importancia promedios de las variables económicas, medioambientales y sociales se obtiene, ver Tabla 52, que según los expertos se puede afirmar con 95% de probabilidad de no equivocarse que la importancia de las variables económicas es superior al de la sociales.

**Tabla 52. Test de comparaciones múltiples del nivel de importancia**

Variable dependiente: NDI

| (I) Dimension | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig.     | 95% de intervalo de confianza |                 |         |         |
|---------------|----------------------------|----------------|----------|-------------------------------|-----------------|---------|---------|
|               |                            |                |          | Límite inferior               | Límite superior |         |         |
| HSD Tukey     | ECO                        | MA             | ,137472  | ,095344                       | ,323            | -,08900 | ,36394  |
|               |                            | SOC            | ,228714  | ,092669                       | ,040            | ,00860  | ,44883  |
|               | MA                         | ECO            | -,137472 | ,095344                       | ,323            | -,36394 | ,08900  |
|               |                            | SOC            | ,091242  | ,096463                       | ,613            | -,13788 | ,32037  |
|               | SOC                        | ECO            | -,228714 | ,092669                       | ,040            | -,44883 | -,00860 |
|               |                            | MA             | -,091242 | ,096463                       | ,613            | -,32037 | ,13788  |

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**6.2.2 Fase II.2.- Identificar estilos de gestión agrupando expertos en función de sus niveles de desempeño en las variables económicas, medioambientales y sociales**

El análisis de conglomerados k-medias identificó una solución válida para tres grupos. La Tabla 53 muestra los centros de finales de los grupos. Estos grupos se interpretan como tres estilos diferentes de gestión de las brechas de complementariedad en proyectos hídricos de riego definidos de acuerdo con el desempeño de cada variable. En la Tabla 54 se puede ver el número de expertos por grupo.

**Tabla 53. Centros de los conglomerados finales**

| Centros de clústeres finales |         |       |       |
|------------------------------|---------|-------|-------|
|                              | Clúster |       |       |
|                              | 1       | 2     | 3     |
| NDD_ECO                      | 4,064   | 3,625 | 3,357 |
| NDD_MA                       | 3,98    | 2,50  | 3,20  |
| NDD_SOL                      | 3,81    | 2,74  | 2,19  |

**Tabla 54. Número de expertos por grupo.**

| Número de casos en cada clúster |        |
|---------------------------------|--------|
| Clúster 1                       | 20,000 |
| Clúster 2                       | 8,000  |
| Clúster 3                       | 14,000 |
| Válido                          | 42,000 |
| Perdidos                        | 0,000  |

Atendiendo a los valores de los centros finales, ver la Tabla 53, los grupos finales de los diferentes estilos de gestión de brechas se pueden describir como sigue:

Grupo\_1: Representa el 47% de los expertos. Destaca por alcanzar el mayor NDD en todas las variables, sobre todo en lo económico. Se puede afirmar que son los expertos con mayores NDD de los participantes en el estudio.

Grupo\_2: Representa el 19% de los expertos. Tiene valoraciones inferiores a los expertos pertenecientes al grupo 1, siendo estas más destacadas en lo ambiental y social. Sin embargo, presentan la segunda mejor gestión social de todos los grupos con 2.74.

Grupo\_3- Representa el 33% de los casos. Al igual que el grupo 2 presenta niveles de desempeño menores que los obtenidos por los expertos de grupo\_1, aunque en este caso supera en el NDD de las variables ambientales al segundo grupo.

### **6.3 FASE III.1.- OBTENER UN ÍNDICE QUE PERMITA MEDIR LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS POR PROYECTO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN, NIVEL DE DESEMPEÑO E IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS**

La diferencia de las mediciones de los promedios de los distintos niveles de desempeño de las variables de complementariedad no constructiva entre los dos estados Real y Óptimo, conjuntamente con la aplicación de la fórmula presentada en el capítulo anterior, nos dará como resultado la Brecha de Complementariedad.

Los resultados finales de la medición de las brechas de complementariedad obtenidos por cada uno de los 27 proyectos evaluados luego de la aplicación de la fórmula matemática propuesta se presenta en la Tabla 55.

**Tabla 55. Resultado de la medición de brechas de complementariedad en los proyectos investigados**

| <b>No. PROYECTO</b> | <b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>  | <b>BRE. ECON.</b> | <b>BRE. M.AMB.</b> | <b>BRE. SOCIAL</b> | <b>BRECHA TOTAL</b> |
|---------------------|---|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1                   | ARGENTINA Manejo de la Cuenca del Rio Oro   | 8,44              | 14,85              | 14,15              | 37,45               |
| 2                   | BOLIVIA SISTEMAS DE RIEGO, ALTIPLANO DE BOLIVIA   | 12,40             | 20,80              | 35,04              | 68,24               |
| 3                   | BRASIL HidroEx  | 12,87             | 14,18              | 26,09              | 53,14               |
| 4                   | CHILE Convenio Marco Región del Biobio  | 10,79             | 21,70              | 24,61              | 57,11               |
| 5                   | CHILE Rehabilitación de canales de Regadío Faja Maisan  | 9,12              | 16,83              | 23,70              | 49,65               |
| 6                   | CONTROL DE INUNDACIONES MILAGRO CIM   | 3,94              | 6,13               | 10,03              | 20,10               |
| 7                   | PROYECTO MULTIPROPOSITO JAMA  | 7,35              | 13,95              | 23,12              | 44,42               |
| 8                   | PROYECTO MULTIPROPOSITO COAQUE  | 9,15              | 13,95              | 20,78              | 43,88               |
| 9                   | PLAN DE APROVECHAMIENTO Y CONTROL DE AGUA DE LA PROVINCIA DE LOS RIOS-PACALORI  | 12,94             | 11,99              | 16,35              | 41,28               |
| 10                  | TRASVASE RIO DAULE - PEDRO CARBO  | 7,08              | 15,12              | 11,08              | 33,29               |
| 11                  | MULTIPROPOSITO TUMBABIRO  | 4,24              | 8,29               | 10,35              | 22,89               |
| 12                  | MULTIFINALITARIO PUMA   | 3,99              | 4,17               | 4,15               | 12,30               |
| 13                  | MULTIPROPÓSITO CHALUPAS   | 3,99              | 4,52               | 3,63               | 12,14               |
| 14                  | MULTIPROPOSITO TAHUIN   | 3,99              | 4,51               | 4,15               | 12,65               |
| 15                  | TRASVASE DAULE VINCES   | 3,65              | 2,41               | 5,60               | 11,65               |
| 16                  | TRASVASE CHONGON-SAN VICENTE  | 11,94             | 10,04              | 19,85              | 41,83               |
| 17                  | CONTROL DE INUNDACIONES BULUBULU  | 3,93              | 15,21              | 10,75              | 29,90               |
| 18                  | CONTROL DE INUNDACIONES CAÑAR   | 6,24              | 5,92               | 5,92               | 18,08               |
| 19                  | CONTROL DE INUNDACIONES NARANJAL  | 5,71              | 5,92               | 5,40               | 17,03               |
| 20                  | MÚLTIPLE CHONE  | 10,91             | 13,82              | 16,72              | 41,45               |
| 21                  | MULTIPROPOSITO BABA   | 14,58             | 10,34              | 12,95              | 37,87               |
| 22                  | <b>EN GENERAL</b>   | <b>12,28</b>      | <b>21,68</b>       | <b>20,92</b>       | <b>54,88</b>        |
| 23                  | ESPAÑA Abastecimiento Tajo-Segura, comunidad de regantes Piedras Guadiana; abastecimiento a la llanura Manchega   | 14,91             | 19,68              | 16,45              | 51,04               |
| 24                  | ESPAÑA CTM Trace.- Procesos combinados para la eliminación y/o degradación de contaminantes emergentes, materia orgánica y nutrientes en aguas                  | 31,80             | 29,24              | 32,06              | 93,11               |
| 25                  | ESPAÑA Infraestructura básica de regadío y riego localizado en los siguientes municipio: Montesa, Vallada, Monserrat, La Romana, Aspe, Villajoyosa, Altea, etc. | 4,97              | 18,74              | 19,81              | 43,51               |
| 26                  | ESPAÑA Proyectos de cooperación para el desarrollo  | 32,32             | 30,33              | 23,39              | 86,04               |
| 27                  | ESPAÑA Soberanía alimentaria para la población refugiada saharai de Tindouf-Argelia   | 0,00              | 10,84              | 20,79              | 31,63               |
| 28                  | PERÚ Gallito Siego  | 7,98              | 7,50               | 9,95               | 25,42               |

### **6.3.1 Fase III.2.- Calcular la probabilidad de que aparezcan brechas no constructivas en función de los niveles de desempeño alcanzados en la gestión real de proyectos hídricos de riego**

Con la finalidad de conocer la probabilidad de tener una brecha total alta o baja en los proyectos hídricos de riego en función de los niveles de desempeño promedios económicos medioambientales y sociales, se aplicó la regresión binaria con el método de Wald hacia adelante, previo a lo cual se definieron brechas bajas como 0 y brechas altas como 1 en función de la mediana de la brecha total (39,58) de los 27 proyectos estudiados, según estuvieran por arriba o por debajo de ese valor.

Los resultados de la prueba de Hosner y Lemeshow arrojaron resultados no significativos, lo que permite asegurar que el modelo utilizado tiene un buen ajuste. Estos resultados junto al 0,674 obtenido en el  $R^2$  de Nagelkerke (superior al 0,4 mínimo necesario), ratifican la bondad del modelo a utilizarse para conocer la probabilidad de tener una brecha total alta o baja en los proyectos hídricos de riego como se observa en la Tabla 56.

**Tabla 56. Resumen del modelo de probabilidad que aparezcan brechas**

| Escalón | Logaritmo de la verosimilitud -2 | R cuadrado de Cox y Snell | R cuadrado de Nagelkerke |
|---------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1       | 18,397 <sup>a</sup>              | ,505                      | ,674                     |

**Variables en la ecuación**

|                             | B      | Error estándar | Wald  | gl | Sig. | Exp(B)      |
|-----------------------------|--------|----------------|-------|----|------|-------------|
| Paso 1 <sup>a</sup> NDD amb | -5,084 | 1,794          | 8,032 | 1  | ,005 | ,006        |
| Constante                   | 17,474 | 6,235          | 7,855 | 1  | ,005 | 38801362,72 |

a. Variables especificadas en el paso 1: NDDamb

El modelo arroja los valores de -5.084 para la variable Nivel de Desempeño Ambiental y 17,474 para la constante, con un nivel de significación inferior a 0.05; es decir, en el modelo no resultan significativas las variables de niveles de desempeño medios económicos y sociales, con lo cual se obtuvo el modelo para calcular la probabilidad de que la brecha total sea alta con la siguiente fórmula:

$$\text{Probabilidad brecha alta} = \frac{1}{1 + e^{(-17,474 + 5,084 * NDD_{\text{medio Ambiental}})}}$$

**6.3.2 Fase III.3.- Comparar los resultados de brecha obtenidos en los proyectos estratégicos hídricos del Ecuador versus los de Latinoamérica**

Al comparar los resultados de las brechas económicas, medioambientales y sociales de la muestra de 11 proyectos de Latinoamérica versus las brechas obtenidas por los 16 proyectos estratégicos hídricos de la República del Ecuador mediante el uso de un ANOVA, ver la Tabla 57 y la Figura 47, con la brecha total como variable dependiente y las variables de estudio como factor para  $p < 0.05$ , se demuestra con un 95% de probabilidad de no equivocarse de que las brechas económicas, sociales y ambientales de los proyectos de la República del Ecuador son en promedio menores que el promedio obtenido por los proyectos de Latinoamérica determinándose además que las brechas económicas, medioambientales y sociales de la República del Ecuador midieron respectivamente: 7.1, 9.1

y 11.3 y se encuentran bajo el promedio de las brechas de la región Latinoamericana estudiada que midieron respectivamente: 9.6, 13 y 15.8, lo que representa un gran incentivo para las autoridades y tomadores de decisión de los proyectos estratégicos hídricos de la República del Ecuador en su afán de seguir mejorando y trabajar para hacer cada vez más sostenibles los proyectos.

**Tabla 57. Descriptivos de comparación de brechas entre Ecuador y Latinoamérica**

|                        |                | Descriptivos |          |                     |                |  |                 |        |        |
|------------------------|----------------|--------------|----------|---------------------|----------------|--|-----------------|--------|--------|
|                        |                | N            | Media    | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media |                 | Mínimo | Máximo |
|                        |                |              |          |                     |                | Límite inferior                              | Límite superior |        |        |
| BRECHA ECONOMICA       | Ecuador        | 16           | 7,10238  | 3,689803            | ,922451        | 5,13623                                      | 9,06854         | 3,650  | 14,580 |
|                        | Latino América | 11           | 13,23617 | 10,145685           | 3,059039       | 6,42021                                      | 20,05213        | ,000   | 32,317 |
|                        | Total          | 27           | 9,60133  | 7,541723            | 1,451405       | 6,61793                                      | 12,58474        | ,000   | 32,317 |
| BRECHA MEDIO AMBIENTAL | Ecuador        | 16           | 9,14498  | 4,431327            | 1,107832       | 6,78370                                      | 11,50627        | 2,408  | 15,214 |
|                        | Latino América | 11           | 18,60881 | 6,977964            | 2,103935       | 13,92095                                     | 23,29667        | 7,496  | 30,334 |
|                        | Total          | 27           | 13,00062 | 7,246470            | 1,394584       | 10,13401                                     | 15,86722        | 2,408  | 30,334 |
| BRECHA SOCIAL          | Ecuador        | 16           | 11,30095 | 6,431410            | 1,607852       | 7,87389                                      | 14,72800        | 3,626  | 23,118 |
|                        | Latino América | 11           | 22,36730 | 7,362420            | 2,219853       | 17,42116                                     | 27,31344        | 9,949  | 35,035 |
|                        | Total          | 27           | 15,80946 | 8,684164            | 1,671288       | 12,37412                                     | 19,24480        | 3,626  | 35,035 |

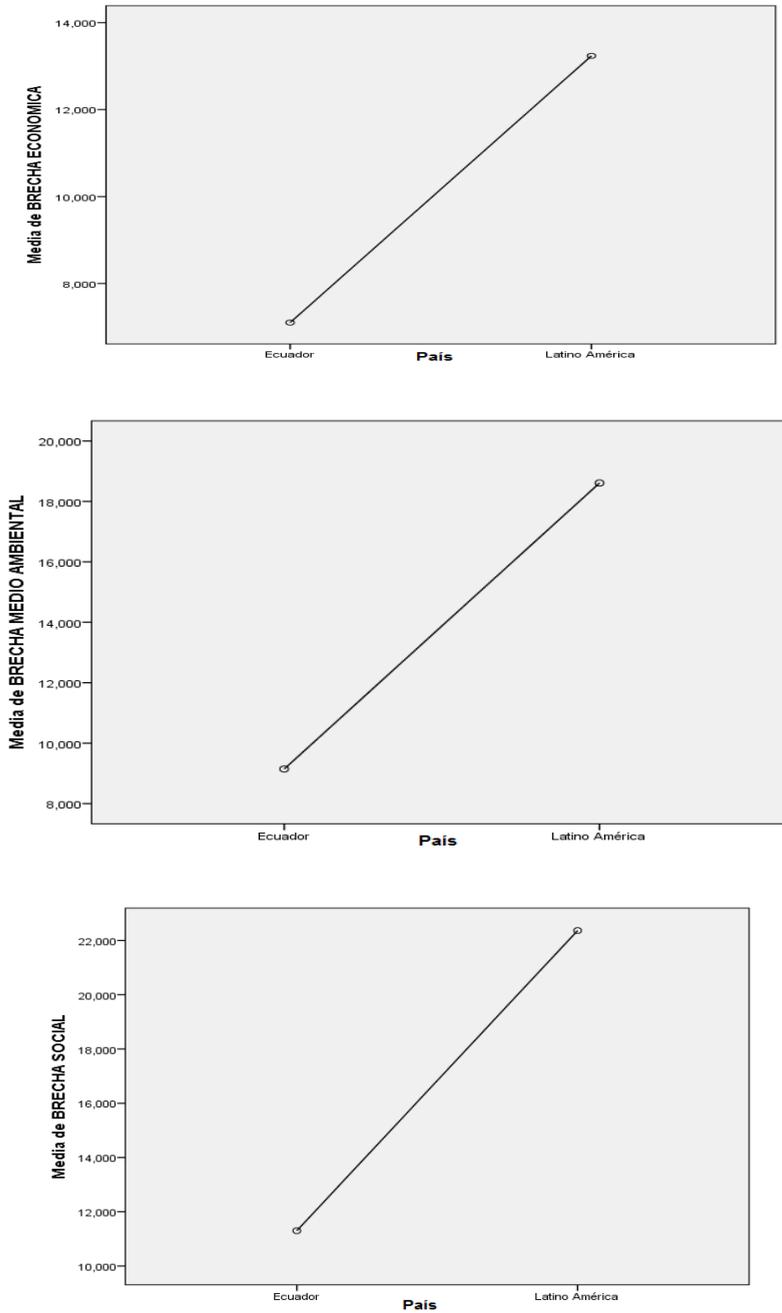
**Prueba de homogeneidad de varianzas**

|                        | Estadístico de Levene | df1 | df2 | Sig. |
|------------------------|-----------------------|-----|-----|------|
| BRECHA ECONOMICA       | 5,266                 | 1   | 25  | ,304 |
| BRECHA MEDIO AMBIENTAL | 1,242                 | 1   | 25  | ,276 |
| BRECHA SOCIAL          | ,048                  | 1   | 25  | ,828 |

**ANOVA**

|                        |                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
|------------------------|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| BRECHA ECONOMICA       | Entre grupos     | 245,248           | 1  | 245,248          | 4,970  | ,035 |
|                        | Dentro de grupos | 1233,569          | 25 | 49,343           |        |      |
|                        | Total            | 1478,817          | 26 |                  |        |      |
| BRECHA MEDIO AMBIENTAL | Entre grupos     | 583,825           | 1  | 583,825          | 18,677 | ,000 |
|                        | Dentro de grupos | 781,470           | 25 | 31,259           |        |      |
|                        | Total            | 1365,294          | 26 |                  |        |      |
| BRECHA SOCIAL          | Entre grupos     | 798,285           | 1  | 798,285          | 17,167 | ,000 |
|                        | Dentro de grupos | 1162,498          | 25 | 46,500           |        |      |
|                        | Total            | 1960,782          | 26 |                  |        |      |

Figura 47. Gráfico comparativo del promedio de las brechas económica, medioambiental, y social de la República del Ecuador vs Latinoamérica.



**6.4 FASE IV: AGRUPACIÓN DE PROYECTOS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES SEGÚN LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVA CALCULADAS EN FUNCIÓN DE LAS TRES DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD**

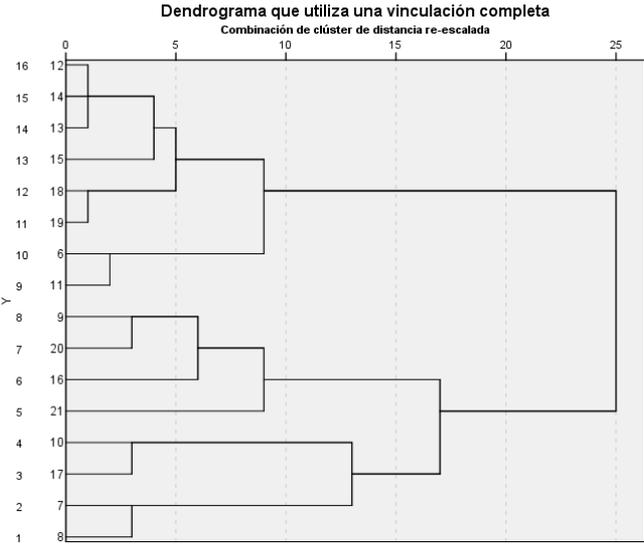
A partir del cálculo de los niveles de uso, desempeño, gestión e importancia medios que alcanzaron cada uno de los 16 proyectos hídricos de la República del Ecuador en las dimensiones económica, medioambiental y social, y utilizando el análisis de conglomerados jerárquico, con el método del Vecino más lejano y la Distancia absoluta =  $\sum_i |X_i - Y_{ij}|$ , se obtuvieron grupos de proyectos con características de brecha similares entre sí para proyectos de un mismo grupo y diferentes de los proyectos pertenecientes a grupos distintos. El resultado arrojó un dendrograma en donde se visualizan TRES grupos de proyectos que se aprecian en la Figura 48.

**Figura 48. Dendrograma Proyectos República del Ecuador**

PROYECTOS SOLO ECUADOR

Método: Vecino más lejano

Distancia absoluta =  $\sum_i |X_i - Y_{ij}|$



**EL GRUPO 1:** conformado por 8 proyectos, cuyo detalle de las brechas económica, medioambiental y social se presenta en la Tabla 58, en donde se puede apreciar claramente, de acuerdo a la tabla de categorización de las brechas propuestas en la Tabla 58 de la presente tesis, que son proyectos con Insignificante brecha económica y Baja brecha medioambiental y social, por tanto al sumarlas presentan una magnitud de brecha total de 16,59, es decir, Baja tipo “B”, lo que significa que el riesgo de no alcanzar la sostenibilidad es bajo. En forma particular son proyectos que presentan menor brecha económica, seguida de una mayor brecha ambiental y la mayor de todas las brechas sociales.

Destacar que todos los proyectos de este grupo cuentan con estudios de factibilidad definitivos. Adicionalmente, los proyectos Tumbabiro, Chalupas y Puma a pesar de no pertenecer a la tradicional cuenca del Río Guayas (como sucede con los restantes 5 proyectos de este grupo) reconocida por su gran conocimiento y experiencia en la construcción de este tipo de proyectos, tienen previsto dotar de agua para consumo humano, lo que supone aumentar las exigencias de diseño y factibilidad lo que ha podido suponer una disminución de las brechas de estos proyectos.

**Tabla 58. Resumen de brechas de complementariedad GRUPO 1 – República del Ecuador**

| No. PROYECTO | NOMBRE DEL PROYECTO                 | BRE. ECON.  | BRE. M.AMB. | BRE. SOCIAL | BRECHA TOTAL |
|--------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 6            | CONTROL DE INUNDACIONES MILAGRO CIM | 3,97        | 6,59        | 10,52       | 21,09        |
| 11           | MULTIPROPOSITO TUMBABIRO            | 4,27        | 8,93        | 10,90       | 24,11        |
| 12           | MULTIFINALITARIO PUMA               | 4,01        | 4,48        | 4,37        | 12,87        |
| 13           | MULTIPROPÓSITO CHALUPAS             | 4,01        | 4,85        | 3,83        | 12,69        |
| 14           | MULTIPROPOSITO TAHUIN               | 4,01        | 4,86        | 4,37        | 13,25        |
| 15           | TRASVASE DAULE VINCES               | 3,67        | 2,60        | 5,90        | 12,17        |
| 18           | CONTROL DE INUNDACIONES CAÑAR       | 6,20        | 6,35        | 6,24        | 18,80        |
| 19           | CONTROL DE INUNDACIONES NARANJAL    | 5,69        | 6,35        | 5,70        | 17,75        |
|              |                                     | <b>4,48</b> | <b>5,63</b> | <b>6,48</b> | <b>16,59</b> |

Complementariamente y de manera detallada, como se presenta en la Tabla 59 este Grupo de proyectos presentan Insignificante brecha económica, en donde las brechas: 2, 3 y 4 son superiores al promedio, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

**Tabla 59. Brechas generadas por las variables económicas del GRUPO 1. República del Ecuador**

| No. PROYECTO | BRECHA 1.1 | BRECHA 1.2 | BRECHA 1.3 | BRECHA 1.4 | BRECHA 1.5 | BRECHA 1.6 | BRECHA 1.7 | BRECHA ECONOM. |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| 6            | 2,84       | 2,66       | 5,23       | 5,23       | 2,81       | 3,95       | 5,09       | 3,97           |
| 11           | 2,13       | 5,98       | 3,92       | 5,89       | 4,21       | 3,95       | 3,82       | 4,27           |
| 12           | 4,27       | 3,98       | 3,92       | 3,92       | 4,21       | 3,95       | 3,82       | 4,01           |
| 13           | 4,27       | 3,98       | 3,92       | 3,92       | 4,21       | 3,95       | 3,82       | 4,01           |
| 14           | 4,27       | 3,98       | 3,92       | 3,92       | 4,21       | 3,95       | 3,82       | 4,01           |
| 15           | 0,00       | 9,96       | 1,96       | 5,89       | 2,11       | 1,97       | 3,82       | 3,67           |
| 18           | 0,00       | 3,98       | 23,55      | 3,92       | 4,21       | 3,95       | 3,82       | 6,20           |
| 19           | 4,27       | 3,98       | 15,70      | 3,92       | 4,21       | 3,95       | 3,82       | 5,69           |
|              | 2,75       | 4,82       | 7,77       | 4,58       | 3,77       | 3,70       | 3,98       | 4,48           |

Al realizar un análisis detallado similar, como se presenta en la Tabla 60, se detecta que este Grupo presenta brecha medioambiental Baja, siendo superiores al promedio las brechas 2, 6, 10 y 11, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

Tabla 60. Brechas generadas por las variables medioambientales del GRUPO 1. República del Ecuador

| No. PROYECTO | BRECHA 2.1  | BRECHA 2.2  | BRECHA 2.3  | BRECHA 2.4  | BRECHA 2.5  | BRECHA 2.6  | BRECHA 2.7  | BRECHA 2.8  | BRECHA 2.9  | BRECHA 2.10 | BRECHA 2.11 | BRECHA MEDIO AMBIENTAL |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| 6            | 5,47        | 5,32        | 8,12        | 5,46        | 5,41        | 6,92        | 4,19        | 4,28        | 5,56        | 5,34        | 16,42       | 6,59                   |
| 11           | 4,11        | 11,98       | 8,12        | 6,15        | 6,09        | 14,53       | 6,28        | 6,42        | 6,25        | 16,03       | 12,32       | 8,93                   |
| 12           | 4,11        | 3,99        | 4,06        | 4,10        | 4,06        | 4,15        | 4,19        | 4,28        | 4,17        | 4,01        | 8,21        | 4,48                   |
| 13           | 4,11        | 7,98        | 4,06        | 4,10        | 4,06        | 4,15        | 4,19        | 4,28        | 4,17        | 4,01        | 8,21        | 4,85                   |
| 14           | 4,11        | 3,99        | 4,06        | 4,10        | 4,06        | 8,30        | 4,19        | 4,28        | 4,17        | 4,01        | 8,21        | 4,86                   |
| 15           | 2,05        | 2,00        | 2,03        | 2,05        | 2,03        | 2,08        | 2,09        | 2,14        | 4,17        | 8,02        | 0,00        | 2,60                   |
| 18           | 8,21        | 7,98        | 4,06        | 8,20        | 4,06        | 8,30        | 8,38        | 4,28        | 4,17        | 4,01        | 8,21        | 6,35                   |
| 19           | 8,21        | 7,98        | 4,06        | 8,20        | 4,06        | 8,30        | 8,38        | 4,28        | 4,17        | 4,01        | 8,21        | 6,35                   |
|              | <b>5,05</b> | <b>6,40</b> | <b>4,82</b> | <b>5,29</b> | <b>4,23</b> | <b>7,09</b> | <b>5,24</b> | <b>4,28</b> | <b>4,60</b> | <b>6,18</b> | <b>8,73</b> | <b>5,63</b>            |

Finalmente, como se presenta en la Tabla 61 se detecta que este Grupo de proyectos presentan mayor brecha social, siendo superiores al promedio las brechas: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 12, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

Tabla 61. Brechas generadas por las variables sociales del GRUPO 1. República del Ecuador

| No. PROYECTO | BRECHA 3.1  | BRECHA 3.2  | BRECHA 3.3  | BRECHA 3.4  | BRECHA 3.5  | BRECHA 3.6  | BRECHA 3.7  | BRECHA 3.8  | BRECHA 3.9  | BRECHA 3.10 | BRECHA 3.11 | BRECHA 3.12 | BRECHA 3.13 | BRECHA 3.14 | BRECHA SOCIAL |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 6            | 15,79       | 16,45       | 8,87        | 15,00       | 12,81       | 6,79        | 14,88       | 14,85       | 5,00        | 6,44        | 5,42        | 9,09        | 9,03        | 6,88        | 10,52         |
| 11           | 7,89        | 3,80        | 17,11       | 12,12       | 17,46       | 8,15        | 18,60       | 12,99       | 3,75        | 11,59       | 4,07        | 25,31       | 7,74        | 2,06        | 10,90         |
| 12           | 7,89        | 3,80        | 3,80        | 3,46        | 3,49        | 4,08        | 3,72        | 7,42        | 3,75        | 3,86        | 4,07        | 3,89        | 3,87        | 4,13        | 4,37          |
| 13           | 3,95        | 3,80        | 3,80        | 3,46        | 3,49        | 4,08        | 3,72        | 3,71        | 3,75        | 3,86        | 4,07        | 3,89        | 3,87        | 4,13        | 3,83          |
| 14           | 7,89        | 3,80        | 3,80        | 3,46        | 3,49        | 4,08        | 3,72        | 7,42        | 3,75        | 3,86        | 4,07        | 3,89        | 3,87        | 4,13        | 4,37          |
| 15           | 3,95        | 7,59        | 15,21       | 13,85       | 10,48       | 8,15        | 1,86        | 1,86        | 0,00        | 5,80        | 2,03        | 5,84        | 3,87        | 2,06        | 5,90          |
| 18           | 3,95        | 7,59        | 7,61        | 6,92        | 10,48       | 8,15        | 7,44        | 3,71        | 3,75        | 3,86        | 8,14        | 7,79        | 3,87        | 4,13        | 6,24          |
| 19           | 3,95        | 7,59        | 7,61        | 6,92        | 6,98        | 8,15        | 7,44        | 3,71        | 3,75        | 3,86        | 4,07        | 7,79        | 3,87        | 4,13        | 5,70          |
|              | <b>6,91</b> | <b>6,80</b> | <b>8,48</b> | <b>8,15</b> | <b>8,59</b> | <b>6,45</b> | <b>7,67</b> | <b>6,96</b> | <b>3,44</b> | <b>5,39</b> | <b>4,49</b> | <b>8,44</b> | <b>5,00</b> | <b>3,96</b> | <b>6,48</b>   |

**EL GRUPO 2** conformado por 4 proyectos cuyo detalle de las brechas económica, medioambiental y social se presenta en la Tabla 62, en donde se puede apreciar claramente que son proyectos con Baja brecha económica, medioambiental y social, no obstante al sumarlas presentan una magnitud de brecha total de 40,36, es decir Moderada tipo “C” y por tanto presentan un riesgo moderado de no alcanzar la sostenibilidad. En forma particular son proyectos que presentan menor brecha medioambiental, seguida de una mayor brecha económica y mayor de toda la brecha social.

Los proyectos Pacalori y Chongón – San Vicente, son proyectos que, a pesar de estar implantados en la famosa cuenca del río Guayas, no contaron con estudios definitivos, de ahí que no se contemplaron en los estudios definitivos obras de compensación social y medioambiental. El proyecto Baba actualmente afronta problemas legales por sobreprecio; y en cambio, el múltiple Chone es un proyecto que a pesar de estar asentado en una zona altamente poblada y con reservas naturales vírgenes no se tomaron las debidas precauciones ambientales y sociales, de ahí las falencias obtenidas en estos dos pilares de la sostenibilidad.

**Tabla 62. GRUPO 2 – República del Ecuador**

| No. PROYECTO | NOMBRE DEL PROYECTO  | BRE. ECON.   | BRE. M.AMB.  | BRE. SOCIAL  | BRECHA TOTAL |
|--------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 9            | PLAN DE APROVECHAMIENTO Y CONTROL DE AGUA DE LA PROVINCIA DE LOS RIOS-PACALORI | 12,98        | 11,84        | 16,07        | 40,89        |
| 16           | TRASVASE CHONGON-SAN VICENTE   | 12,03        | 9,91         | 19,66        | 41,59        |
| 20           | MÚLTIPLE CHONE   | 10,99        | 13,68        | 16,59        | 41,26        |
| 21           | MULTIPROPOSITO BABA  | 14,69        | 10,23        | 12,78        | 37,70        |
|              |  | <b>12,67</b> | <b>11,41</b> | <b>16,28</b> | <b>40,36</b> |

Complementariamente, y de manera detallada como se presenta en la Tabla 63, este Grupo de proyectos presentan Baja brecha económica, en donde son superiores al promedio las brechas: 3, 4 y 6, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

**Tabla 63. Brechas generadas por las variables económicas del GRUPO 2. República del Ecuador**

| <b>No. PROYECTO</b> | <b>BRECHA 1.1</b> | <b>BRECHA 1.2</b> | <b>BRECHA 1.3</b> | <b>BRECHA 1.4</b> | <b>BRECHA 1.5</b> | <b>BRECHA 1.6</b> | <b>BRECHA 1.7</b> | <b>BRECHA ECONOM.</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 9                   | 4,38              | 7,89              | 8,18              | 30,19             | 12,26             | 20,39             | 7,56              | <b>12,98</b>          |
| 16                  | 4,38              | 3,94              | 20,44             | 27,67             | 4,09              | 13,60             | 10,07             | <b>12,03</b>          |
| 20                  | 7,66              | 10,85             | 14,31             | 11,32             | 14,31             | 7,14              | 11,33             | <b>10,99</b>          |
| 21                  | 4,38              | 15,78             | 16,35             | 18,87             | 12,26             | 16,31             | 18,89             | <b>14,69</b>          |
|                     | <b>5,20</b>       | <b>9,61</b>       | <b>14,82</b>      | <b>22,01</b>      | <b>10,73</b>      | <b>14,36</b>      | <b>11,96</b>      | <b>12,67</b>          |

Al realizar un análisis similar detallado, como se presenta en la Tabla 64 se detecta que este Grupo de proyectos presentan mayor brecha medioambiental, siendo superior al promedio las brechas: 4, 5, 7, 10 y 11, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas

Tabla 64. Brechas generadas por las variables medioambientales del GRUPO 2. República del Ecuador

| No. PROYECTO | BRECHA 2.1  | BRECHA 2.2  | BRECHA 2.3   | BRECHA 2.4   | BRECHA 2.5   | BRECHA 2.6  | BRECHA 2.7   | BRECHA 2.8   | BRECHA 2.9  | BRECHA 2.10  | BRECHA 2.11  | BRECHA MEDIO AMBIENTAL |
|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------------------|
| 9            | 11,71       | 3,77        | 14,43        | 18,75        | 17,48        | 3,92        | 7,78         | 7,72         | 3,95        | 21,53        | 19,26        | 11,84                  |
| 16           | 6,50        | 13,83       | 7,21         | 6,25         | 10,49        | 7,83        | 16,85        | 7,72         | 7,91        | 17,94        | 6,42         | 9,91                   |
| 20           | 11,71       | 14,15       | 12,62        | 14,06        | 11,36        | 10,77       | 17,50        | 14,48        | 6,92        | 21,53        | 15,41        | 13,68                  |
| 21           | 7,81        | 7,55        | 10,82        | 11,25        | 13,98        | 11,75       | 7,78         | 11,58        | 7,91        | 14,35        | 7,70         | 10,23                  |
|              | <b>9,43</b> | <b>9,83</b> | <b>11,27</b> | <b>12,58</b> | <b>13,33</b> | <b>8,57</b> | <b>12,48</b> | <b>10,38</b> | <b>6,67</b> | <b>18,84</b> | <b>12,20</b> | <b>11,41</b>           |

Finalmente, como se presenta en la Tabla 65, se detecta que este Grupo de proyectos presentan mayor brecha social, siendo superiores al promedio, en las brechas: 1, 2, 4, 5, 8, 10, 12, 13 y 14 las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

Tabla 65. Brechas generadas por las variables sociales del GRUPO 2. República del Ecuador

| No. PROYECTO | BRECHA 3.1   | BRECHA 3.2   | BRECHA 3.3  | BRECHA 3.4   | BRECHA 3.5   | BRECHA 3.6   | BRECHA 3.7   | BRECHA 3.8   | BRECHA 3.9   | BRECHA 3.10  | BRECHA 3.11  | BRECHA 3.12  | BRECHA 3.13  | BRECHA 3.14  | BRECHA SOCIAL |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 9            | 29,19        | 27,15        | 7,30        | 20,69        | 19,94        | 14,35        | 14,31        | 14,30        | 3,38         | 17,52        | 15,31        | 14,30        | 15,07        | 12,15        | 16,07         |
| 16           | 14,59        | 18,10        | 8,51        | 25,29        | 26,59        | 17,94        | 10,74        | 23,83        | 21,40        | 26,87        | 11,49        | 20,25        | 22,61        | 27,01        | 19,66         |
| 20           | 11,86        | 19,51        | 19,15       | 15,52        | 19,11        | 12,56        | 20,58        | 18,76        | 15,21        | 10,51        | 5,74         | 17,87        | 22,61        | 23,29        | 16,59         |
| 21           | 10,94        | 16,97        | 3,65        | 17,25        | 9,97         | 17,94        | 14,31        | 14,30        | 6,76         | 14,02        | 11,49        | 17,87        | 11,31        | 12,15        | 12,78         |
|              | <b>16,64</b> | <b>20,43</b> | <b>9,65</b> | <b>19,69</b> | <b>18,91</b> | <b>15,70</b> | <b>14,99</b> | <b>17,80</b> | <b>11,69</b> | <b>17,23</b> | <b>11,01</b> | <b>17,57</b> | <b>17,90</b> | <b>18,65</b> | <b>16,28</b>  |

**GRUPO 3** conformado por 4 proyectos cuyo detalle de las brechas económica, medioambiental y social se presenta en la Tabla 66, en donde se puede apreciar claramente que son proyectos con Baja brecha económica, medioambiental y social, no obstante al sumarlas presentan una magnitud de brecha total de 39,85, es decir Moderada tipo “C” y por tanto presentan un riesgo moderado para alcanzar la sostenibilidad. A pesar de tener la misma categoría de brecha total de los proyectos del Grupo 2, se diferencian de estos en tanto los proyectos del Grupo 3 tienen una menor brecha económica que los del Grupo 2 y en cambio la brecha ambiental es menor en el Grupo 2 que en el Grupo 3, eso sí presentando igual brecha social los dos grupos. Es preocupante el asentamiento de los proyectos Jama y Coaque pertenecientes a este Grupo por estar ubicados en la zona del último movimiento telúrico de 16 de abril del 2016, por lo cual las 3 brechas económicas, ambientales y sociales cambiaron y probablemente se incrementaron. Con respecto a los proyectos Pedro Carbo y Bulu bulu, si bien cuentan con presupuesto económico, deberá revisarse si los estudios definitivos contemplan obras de complementariedad ambientales y sociales que son donde presentan mayor brecha, además de verificar la correspondiente contraparte económica.

**Tabla 66. GRUPO 3 – República del Ecuador**

| No. PROYECTO | NOMBRE DEL PROYECTO              | BRE. ECON.  | BRE. M.AMB.  | BRE. SOCIAL  | BRECHA TOTAL |
|--------------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 7            | PROYECTO MULTIPROPOSITO JAMA     | 7,43        | 14,66        | 24,90        | 47,00        |
| 8            | PROYECTO MULTIPROPOSITO COAQUE   | 9,26        | 14,66        | 22,27        | 46,20        |
| 10           | TRASVASE RIO DAULE - PEDRO CARBO | 7,13        | 15,92        | 11,91        | 34,96        |
| 17           | CONTROL DE INUNDACIONES BULUBULU | 3,90        | 15,92        | 11,43        | 31,25        |
|              |                                  | <b>6,93</b> | <b>15,29</b> | <b>17,63</b> | <b>39,85</b> |

Complementariamente, y de manera detallada como se presenta en la Tabla 67, este Grupo, presentan Baja brecha económica, en donde son superiores al promedio las brechas: 5 y 6, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

**Tabla 67. Brechas generadas por las variables económicas del GRUPO 3. República del Ecuador**

| <b>No. PROYECTO</b> | <b>BRECHA 1.1</b> | <b>BRECHA 1.2</b> | <b>BRECHA 1.3</b> | <b>BRECHA 1.4</b> | <b>BRECHA 1.5</b> | <b>BRECHA 1.6</b> | <b>BRECHA 1.7</b> | <b>BRECHA ECONOM.</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 7                   | 4,25              | 8,25              | 4,13              | 7,88              | 8,50              | 12,38             | 6,63              | <b>7,43</b>           |
| 8                   | 8,50              | 8,25              | 8,25              | 3,94              | 12,75             | 16,50             | 6,63              | <b>9,26</b>           |
| 10                  | 6,38              | 6,19              | 8,25              | 7,88              | 6,38              | 8,25              | 6,63              | <b>7,13</b>           |
| 17                  | 4,25              | 4,13              | 4,13              | 3,94              | 4,25              | 0,00              | 6,63              | <b>3,90</b>           |
|                     | <b>5,84</b>       | <b>6,70</b>       | <b>6,19</b>       | <b>5,91</b>       | <b>7,97</b>       | <b>9,28</b>       | <b>6,63</b>       | <b>6,93</b>           |

Al realizar un análisis similar detallado, como se presenta en la Tabla 68 se detecta que este Grupo de proyectos presentan mayor brecha medioambiental, siendo superior al promedio las brechas: 4, 5, 6, 8, 9 y 11, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

Tabla 68. Brechas generadas por las variables medioambientales del GRUPO 3. República del Ecuador

| No. PROYECTO | BRECHA 2.1  | BRECHA 2.2  | BRECHA 2.3   | BRECHA 2.4   | BRECHA 2.5   | BRECHA 2.6   | BRECHA 2.7   | BRECHA 2.8   | BRECHA 2.9   | BRECHA 2.10  | BRECHA 2.11  | BRECHA MEDIO AMBIENTAL |
|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
| 7            | 8,50        | 16,50       | 7,63         | 15,75        | 15,25        | 16,00        | 16,50        | 16,00        | 20,94        | 7,63         | 20,63        | 14,66                  |
| 8            | 8,50        | 16,50       | 7,63         | 15,75        | 15,25        | 16,00        | 16,50        | 16,00        | 20,94        | 7,63         | 20,63        | 14,66                  |
| 10           | 14,88       | 6,19        | 17,16        | 25,59        | 19,06        | 10,00        | 10,31        | 16,00        | 4,19         | 22,88        | 28,88        | 15,92                  |
| 17           | 0,00        | 0,00        | 15,25        | 7,88         | 19,06        | 20,00        | 16,50        | 36,00        | 29,31        | 22,88        | 8,25         | 15,92                  |
|              | <b>7,97</b> | <b>9,80</b> | <b>11,91</b> | <b>16,24</b> | <b>17,16</b> | <b>15,50</b> | <b>14,95</b> | <b>21,00</b> | <b>18,84</b> | <b>15,25</b> | <b>19,59</b> | <b>15,29</b>           |

Finalmente, como se presenta en la Tabla 69, se detecta que este Grupo de proyectos presentan mayor brecha social, superior al promedio, en las brechas: 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13 y 14, las mismas que serán consideradas como objetivo de mejora en la propuesta para mitigar las brechas.

Tabla 69. Brechas generadas por las variables sociales del GRUPO 3. República del Ecuador

| No. PROYECTO | BRECHA 3.1   | BRECHA 3.2   | BRECHA 3.3   | BRECHA 3.4   | BRECHA 3.5   | BRECHA 3.6   | BRECHA 3.7   | BRECHA 3.8   | BRECHA 3.9   | BRECHA 3.10  | BRECHA 3.11 | BRECHA 3.12 | BRECHA 3.13  | BRECHA 3.14  | BRECHA SOCIAL |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 7            | 19,69        | 28,00        | 27,56        | 24,50        | 41,94        | 43,31        | 28,88        | 11,44        | 26,69        | 26,69        | 8,50        | 7,63        | 24,06        | 29,75        | 24,90         |
| 8            | 3,94         | 28,00        | 27,56        | 24,50        | 41,94        | 27,56        | 28,88        | 7,63         | 26,69        | 11,44        | 8,50        | 7,63        | 37,81        | 29,75        | 22,27         |
| 10           | 15,75        | 12,00        | 9,84         | 15,75        | 19,06        | 11,81        | 10,31        | 17,16        | 5,72         | 11,44        | 6,38        | 7,63        | 6,88         | 17,00        | 11,91         |
| 17           | 3,94         | 8,00         | 3,94         | 7,00         | 22,88        | 19,69        | 8,25         | 7,63         | 19,06        | 22,88        | 8,50        | 7,63        | 20,63        | 0,00         | 11,43         |
|              | <b>10,83</b> | <b>19,00</b> | <b>17,23</b> | <b>17,94</b> | <b>31,45</b> | <b>25,59</b> | <b>19,08</b> | <b>10,96</b> | <b>19,54</b> | <b>18,11</b> | <b>7,97</b> | <b>7,63</b> | <b>22,34</b> | <b>19,13</b> | <b>17,63</b>  |

## **6.5 FASE V: RUTA DE MEJORAS DE MITIGACIÓN DE LAS BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS IDENTIFICADAS PARA CADA GRUPO DE PROYECTOS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

El mapa de ruta de mejoras propuesto para cada uno de los 3 grupos “clúster” de proyectos con características comunes identificados en la República del Ecuador, se ha desarrollado luego de la identificación de aquellas variables que contribuyen a generar mayor brecha desarrollados en la Fase 4, pasando a constituirse estas variables los objetivos de complementariedad a ser alcanzados y mitigados en cada clúster. Para finalizar la caracterización de los proyectos de la República del Ecuador, se realiza un análisis del NDU promedio de todas la variables, para lo cual previamente se recodificó la variable nivel de uso pasando de escala ordinal a estar codificada en dicotómica, en donde 0 significa que NO se utiliza la variable y 1 que SI se utiliza. Luego de esta recodificación se procedió a construir una matriz con las frecuencias del NDU promedio de cada una de las variables y los resultados clasificados de acuerdo a los siguientes rangos: 0 - <=25 Muy Bajo; >25 - <=50 Bajo; >50 - <=75 Medio; y >75 – 100 Alto, para finalmente y luego de descartar en la matriz las variables que eran comunes a los 3 Grupos obtener la Matriz representada en la Tabla 70, en donde se aprecia claramente la tendencia de Uso por parte de los expertos del Grupo 1: alto de las variables económicas y medioambientales; alto y medio de las variables sociales. Por parte de los expertos del Grupo 2: bajo y muy bajo de las variables económicas; muy bajo, bajo, medio y alto de las variables medioambientales y sociales. Por parte de los expertos del Grupo 3: alto de las variables económicas y muy bajo, bajo, medio y alto de las variables medioambientales y sociales.

**Tabla 70. Matriz de tendencia de uso de las variables económicas, medioambientales y sociales por parte de los expertos**

|         | E 3        | E 4       | A 2        | A 4        | A 5        | A 6        | A 7        | A 8        | A 9        | A 10       | A 11      | S 1        | S 2        | S 3        | S 4        | S 5        | S 6        | S 7        | S 8        | S 9        | S 10       | S 12       | S 13       | S 14       |            |
|---------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| GRUPO 1 | Dark Blue  | Dark Blue | Dark Blue  | Dark Blue  | Light Blue | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue | Dark Blue  | Light Blue | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  |
| GRUPO 2 | Light Blue | White     | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Dark Blue  | Light Blue | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue  | Dark Blue | Light Blue | White      | White      | White      | White      | White      | Light Blue |
| GRUPO 3 | Dark Blue  | Dark Blue | Light Blue | Light Blue | White      | Light Blue | White     | Dark Blue  | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Dark Blue  | Light Blue | Light Blue | Dark Blue  | Light Blue | Light Blue | Light Blue |

|            |          |
|------------|----------|
| 0 - <=25   | Muy Bajo |
| >25 - <=50 | Bajo     |
| >50 - <=75 | Medio    |
| >75 - 100  | Alto     |

Las estrategias básicas de mitigación propuestas a corto plazo consistirán en enfrentar a corto plazo las brechas más grandes a través de estrategias básicas, enfrentar a mediano plazo con estrategias de calidad lineal; y a largo plazo con estrategias de sobrecalidad para aquellos proyectos con las brechas jerárquicamente más pequeñas. En los tres casos se diferenciará el uso de la estrategia propuesta para mitigar la brecha de complementariedad dependiendo de si la brecha generada por la variable en los pilares económico, medioambiental y social supera al promedio del pilar en un 25%, de acuerdo al criterio presentado en la Figura 49.

**Figura 49. Criterios utilizados para la propuesta estratégica de mitigación de brechas**

|                          |  |  |  |                            |                   |    |
|--------------------------|--|--|--|----------------------------|-------------------|----|
| 0 - <=25<br>NDU Muy Bajo |  |  |  | Estrategia Calidad Básica  | Corto/Medio Plazo | E5 |
| 0 - <=25<br>NDU Muy Bajo |  | Brch_Var superior al promedio de la Dimension en el 25% o más de proyectos |  | Estrategia Calidad Básica  | Corto Plazo       | E6 |
| >25 - <=50<br>NDU Bajo   |  |  |  | Estrategia Calidad Básica  | Medio Plazo       | E4 |
| >25 - <=50<br>NDU Bajo   |  | Brch_Var superior al promedio de la Dimension en el 25% o más de proyectos |  | Estrategia Calidad Básica  | Corto Plazo       | E5 |
| >50 - <=75<br>NDU Medio  |  |  |  | Estrategia Calidad Lineal  | Medio Plazo       | E3 |
| >50 - <=75<br>NDU Medio  |  | Brch_Var superior al promedio de la Dimension en el 25% o más de proyectos |  | Estrategia Calidad Lineal  | Corto Plazo       | E4 |
| >75 - 100<br>NDU Alto    |  |  |  | Estrategia de Sobrecalidad | Largo Plazo       | E1 |
| >75 - 100<br>NDU Alto    |  | Brch_Var superior al promedio de la Dimension en el 25% o más de proyectos |  | Estrategia de Sobrecalidad | Medio Plazo       | E2 |

Cuando se analiza el caso de la República del Ecuador, existen tres grupos de proyectos con características similares según las brechas de complementariedad no constructivas calculadas en función de las tres dimensiones de la sostenibilidad. El primer grupo, conformado por 8 proyectos, tiene la menor brecha total y presenta un riesgo bajo de no alcanzar la sostenibilidad. Los cuatro proyectos del grupo 2 tienen la brecha total más alta de todos los grupos y presenta un riesgo moderado de no alcanzar la sostenibilidad. Por último, los cuatro proyectos del grupo 3 tienen la segunda mayor brecha total y un riesgo moderado de no alcanzar la sostenibilidad. En la matriz que contiene el mapa de ruta de

mejoras presentado en la Tabla 71, se puede apreciar las estrategias que se propone utilizar para cada Grupo.

**Tabla 71. Mapa de Ruta de Mejora de Brechas de Complementariedad en los Proyectos Hídricos de Riego de la República del Ecuador**

| GRUPO   | Proyecto | V. ECONOMICAS |          |                            |              |            |    |
|---------|----------|---------------|----------|----------------------------|--------------|------------|----|
|         |          | NDU           |          | Brch. SUPERIOR AL PROMEDIO |              | ESTRATEGIA |    |
|         |          | Var. 1.3      | Var. 1.4 | Brch_Var 1.3               | Brch_Var 1.4 | V3         | V4 |
| GRUPO 1 | 6        |               |          | X                          |              | E2         | E1 |
|         | 11       |               |          |                            |              | E2         | E1 |
|         | 12       |               |          |                            |              | E2         | E1 |
|         | 13       |               |          |                            |              | E2         | E1 |
|         | 14       |               |          |                            |              | E2         | E1 |
|         | 15       |               |          |                            |              | E2         | E1 |
|         | 18       |               |          | X                          |              | E2         | E1 |
|         | 19       |               |          | X                          |              | E2         | E1 |
| GRUPO 2 | 9        |               |          |                            | X            | E5         | E6 |
|         | 16       |               |          | X                          | X            | E5         | E6 |
|         | 20       |               |          |                            |              | E5         | E6 |
|         | 21       |               |          | X                          | X            | E5         | E6 |
| GRUPO 3 | 7        |               |          |                            |              | E1         | E1 |
|         | 8        |               |          |                            |              | E1         | E1 |
|         | 10       |               |          |                            |              | E1         | E1 |
|         | 17       |               |          |                            |              | E1         | E1 |

| V. MEDIOAMBIENTALES |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| NDU                 |          |          |          |          |          |          |           | Brch. SUPERIOR AL PROMEDIO |                 |                 |                 |                 | ESTRATEGIA      |                 |                 |                  |                  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| Var. 2.2            | Var. 2.4 | Var. 2.5 | Var. 2.6 | Var. 2.7 | Var. 2.8 | Var. 2.9 | Var. 2.10 | Var. 2.11                  | Brch_Var<br>2.2 | Brch_Var<br>2.4 | Brch_Var<br>2.5 | Brch_Var<br>2.6 | Brch_Var<br>2.7 | Brch_Var<br>2.8 | Brch_Var<br>2.9 | Brch_Var<br>2.10 | Brch_Var<br>2.11 | V2 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 | V10 | V11 |    |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                  | X                | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            | X               |                 |                 |                 |                 |                 |                 | X                |                  | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                  |                  | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            | X               |                 |                 |                 |                 |                 |                 | X                |                  | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E2 | E1 | E3 | E2 | E1 | E1 | E1 | E1  | E2  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                  |                  | E3 | E4 | E5 | E1 | E4 | E1 | E1 | E1  | E6  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                 |                  | X                | E3 | E4 | E5 | E1 | E4 | E1 | E1 | E1  | E6  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E3 | E4 | E5 | E1 | E4 | E1 | E1 | E1  | E6  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 | X               |                 |                 |                  |                  | E3 | E4 | E5 | E1 | E4 | E1 | E1 | E1  | E6  | E2 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E3 | E6 | E6 | E4 | E4 | E5 | E5 | E4  | E6  | E6 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 | X               |                 | X               |                 |                 |                 |                  |                  | E3 | E6 | E6 | E4 | E4 | E5 | E5 | E4  | E6  | E6 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 | X               | X               |                 |                 |                 |                  |                  | E3 | E6 | E6 | E4 | E4 | E5 | E5 | E4  | E6  | E6 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E3 | E6 | E6 | E4 | E4 | E5 | E5 | E4  | E6  | E6 |
|                     |          |          |          |          |          |          |           |                            |                 |                 | X               |                 |                 |                 |                 |                  |                  | E3 | E6 | E6 | E4 | E4 | E5 | E5 | E4  | E6  | E6 |

| V. SOCIALES                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |    |    |    |    |     |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------|----|----|----|----|-----|
| ESTRATEGIA                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |    |    |    |    |     |
| Brch. SUPERIOR AL PROMEDIO |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |    |    |    |    |     |
| NDU                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |    |    |    |    |     |
| Var. 3.1                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V1            | E4 | E2 | E1 | E1 | V14 |
| Var. 3.2                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V2            | E4 | E2 | E1 | E1 | V13 |
| Var. 3.3                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V3            | E4 | E2 | E1 | E1 | V12 |
| Var. 3.4                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V4            | E4 | E2 | E1 | E1 | V10 |
| Var. 3.5                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V5            | E4 | E2 | E1 | E1 | V9  |
| Var. 3.6                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V6            | E4 | E2 | E1 | E1 | V8  |
| Var. 3.7                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V7            | E4 | E2 | E1 | E1 | V7  |
| Var. 3.8                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V8            | E4 | E2 | E1 | E1 | V6  |
| Var. 3.9                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V9            | E4 | E2 | E1 | E1 | V5  |
| Var. 3.10                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V10           | E4 | E2 | E1 | E1 | V4  |
| Var. 3.12                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V12           | E4 | E2 | E1 | E1 | V3  |
| Var. 3.13                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V13           | E4 | E2 | E1 | E1 | V2  |
| Var. 3.14                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | V14           | E4 | E2 | E1 | E1 | V1  |
| Brch_Var 3.1               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.14 |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.2               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.13 |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.3               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.12 |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.4               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.10 |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.5               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.9  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.6               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.8  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.7               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.7  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.8               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.6  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.9               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.5  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.10              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.4  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.12              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.3  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.13              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.2  |    |    |    |    |     |
| Brch_Var 3.14              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Brch_Var 3.1  |    |    |    |    |     |

Así, los proyectos del grupo 1, que presentan un patrón de uso de las variables muy bueno en lo económico y ambiental, sin embargo necesitan implementar acciones básicas a corto plazo a fin de contemplar en sus presupuestos financiamiento para actividades productivas y en lo medioambiental desarrollar planes o programas para preservar las especies animales y concienciar a los vecinos sobre las amenazas del cambio climático y a mediano plazo planes de preservación de los parques nacionales de sus alrededores, y a medio y largo plazo estrategias relacionadas con las variables sociales relativas al manejo del espacio público y servicios básicos de calidad.

Los proyectos del grupo 2 deberían mejorar en el mediano y corto plazo aspectos económicos relacionados con la generación de riqueza en sectores como comercio, industria y turismo, así como resolver carencias ambientales relacionadas con el cambio climático y a largo plazo desarrollar programas para fomentar la integración y participación de minorías y de resolución de conflictos entre la población local y trabajadores migrantes. Específicamente, en lo social, a corto plazo manejar programas para gestionar personas desplazadas, a mediano plazo planes para prevenir daños de las viviendas, aspectos relacionados con la repercusión de las actuaciones en el transporte e infraestructuras y a largo plazo desarrollar programas para prevenir los impactos relacionados con corrupción, y movimiento de personas afectadas, animales y enseres y vivienda, y acciones vinculadas a la mejora de la calidad de vida de las zonas afectadas.

Por último, los proyectos del grupo 3 presentan deficiencias destacables sobre todo en la dimensión medioambiental. Así, en el corto plazo deberían implantar el control de zonas sometidas a riesgos por catástrofes naturales, de alteraciones de la calidad del aire, agua y suelo, un programa de prevención de daños ambientales ocasionados por las operaciones de explotación en canteras, un plan para la preservación del caudal ecológico e impacto sobre la vida acuática y concienciar sobre el cambio climático. Para el medio plazo les quedaría implantar planes de preservación de las especies animales terrestres y aves, preservar los parques nacionales existentes hasta a 10 km a la redonda desde la localización del proyecto y realizar auditorías y controles ambientales periódicos. En lo referente a la dimensión social, mejorarían mucho si implantaran un plan de resolución de conflictos entre la población local y los trabajadores migrantes y trabajaran para incluir la participación de la población local en la toma de decisiones.

Finalmente, se propone para la implementación del mapa de ruta de mejoras utilizar las estrategias con un enfoque hacia las mejores prácticas de técnicas y métodos de encadenamientos asociativos productivos sostenibles.

# CAPÍTULO VII

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La propuesta metodológica y los materiales y métodos empleados han permitido cumplir con el objetivo principal de esta tesis al haber identificado, seleccionado, caracterizado, medido y jerarquizado las variables de complementariedad para medir brechas de complementariedad no constructivas en los proyectos estratégicos hídricos de riego con un enfoque de sostenibilidad.

Algunas de las variables de sostenibilidad identificadas en la Fase I de la propuesta metodológica resultan a priori complejas de aplicar, en el sentido de que para su seguimiento y control requieren ser cuantificadas, como por ejemplo la afectación del paisaje o la felicidad de los beneficiarios.

Es importante señalar que a pesar de lo arduo que resulta la aplicación del diagrama causa-efecto de Ishikawa para identificar variables de complementariedad, esta técnica ha permitido lograr una concepción integral de los impactos relativos a un proyecto hídrico (las variables de complementariedad), retrocediendo a las posibles causas donde actuar, y de esta manera lograr un entorno del proyecto más acorde con el concepto de desarrollo sostenible.

El contacto directo con entidades y personas involucradas en los proyectos estratégicos de riego, así como la bibliografía recopilada en el desarrollo de este proceso han resultado de fundamental importancia para la correcta identificación de variables de complementariedad, pues a través del contacto directo con muchas de las personas que están trabajando en este sector se ha logrado obtener información privilegiada de primera fuente.

De hecho, mediante las sesiones con expertos y durante las entrevistas se ha logrado contactar con otros organismos y expertos que de otro modo no habría sido posible, por lo que no sólo por la información recopilada se considera que las dos técnicas han sido realmente útiles, sino porque se ha podido recabar de parte de los entrevistados comentarios respecto a las potenciales utilidades y/o usos de la investigación, así como también se ha podido observar la generación de expectativas positivas y el compromiso de parte de los expertos que decidieron colaborar y contribuir con el objetivo de la investigación.

Es recomendable en futuras investigaciones ampliar el tamaño muestral, siendo necesario para ello una mayor relación y colaboración entre las empresas que se dedican a la planificación y construcción de proyectos estratégicos hídricos de riego, así como de

centros y universidades dedicadas a esta línea de investigación y de esta manera conseguir reducir el número de variables que arrojaron resultados de incertidumbre de uso y gestión y sesgar sus tendencias hacia el SI o hacia el NO, logrando de esta manera mejorar la propuesta y contar con una metodología más útil y sencilla de aplicar.

El incremento del número de expertos adicionalmente serviría para que en caso de persistir la incertidumbre con una muestra más grande en las variables medioambientales: V2, V3, V4, V7, V10 y V11 y en las variables sociales: V1, V2, V3, V6, V7, V8, V9, V10, V12 y V13, se eliminara como posibilidad la falta de muestra, concluyéndose definitivamente que el uso y la gestión de las variables con incertidumbre aún no se encuentran suficientemente consolidados por parte de los expertos en este tipo de proyectos.

A pesar de la limitación comentada acerca del número de expertos, cabe destacar que se consiguió la participación 10 expertos en paneles, 10 en entrevistas y finalmente 42 expertos internacionales que respondieron la encuesta. Se identificaron y seleccionaron 32 variables de complementariedad para los proyectos estratégicos hídricos de riego: 7 variables económicas, 11 variables medioambientales y 14 variables sociales. Estas variables permitieron identificar, medir y controlar las brechas de complementariedad a partir de la definición de un índice que contempla el nivel de uso actual de dichas variables, el nivel de desempeño que dicen alcanzar los expertos en su utilización, el nivel de importancia que les otorgan y el tipo de administración y control con el que las gestionan.

En el trabajo realizado ha resultado imposible comparar brechas en función de las distintas fases de este tipo de proyectos lo que supone otra limitación del estudio, pues analizar el comportamiento de las variables de complementariedad seleccionadas sin discriminar entre las distintas fases del ciclo de vida del proyecto podría no ser suficiente. Así, es necesario en trabajos futuros aplicar la metodología propuesta en cada una de las etapas del ciclo de vida de proyecto y de esta manera evaluar el comportamiento de las variables en cada una de las etapas, permitiendo mayor fiabilidad y exactitud en el seguimiento y control de las variables seleccionadas y de sus repercusiones en la magnitud de las brechas establecidas.

En el modelo propuesto para calcular la probabilidad de que la brecha sea alta a partir de los NDD medios en los pilares económico, medioambiental y social no resultaron significativas las variables económicas y sociales. Estos resultados pueden obedecer a que, según los expertos consultados, la totalidad de las 7 variables económicas se usan en todos los proyectos y en 6 de las 7 variables económicas los expertos afirmaron alcanzar un nivel de gestión alto, por lo que, en la muestra, las variables económicas no discriminan entre

proyectos, y una variación positiva en el nivel de desempeño de estas variables tiene poca o ninguna incidencia en la variación de la brecha total del proyecto. Análisis similar se puede realizar con las variables sociales, ya que se puede afirmar que su uso no está extendido entre los expertos, pues tan solo una variable de las 14 tiene un patrón de uso en todos los proyectos, dos variables no se usan y solamente en una variable los expertos afirman tener un nivel de desempeño alto. Así, el uso de las variables sociales no está suficientemente difundido en los proyectos hídricos y mientras esto ocurra el impacto del desempeño de las variables sociales en la variación de la brecha total podría no mostrarse significativo. Todo lo contrario sucede con las variables medioambientales, donde los NDD medios medidos sí que discriminan y afectan de manera significativa en la probabilidad de qué se dé una brecha alta. De hecho, son las variables donde hay mayor disparidad entre proyectos en la actualidad, sin llegar a mostrar una tendencia clara. Por ejemplo 5 de las 11 variables (45.5%) se usan y dos de estas variables se gestionan correctamente, lo que deja opciones a que aparezca una mayor diversidad de cara a gestionar el factor medioambiental en los proyectos entre los expertos consultados.

Se puede afirmar que los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la dimensión económica de los proyectos está muy consolidada entre los expertos, pues las siete variables económicas se usan actualmente por los equipos de proyectos. La dimensión medioambiental está menos consolidada en la gestión actual, pues menos del 50 % de las variables presentan un patrón de uso afianzado. Por último, es en la dimensión social donde los responsables de los proyectos hídricos presentan más deficiencias, pues sólo 2 de 14 variables tienen un patrón de uso contrastado para gestionarlos. Además, hay 2 variables sociales que claramente no se usan en la actualidad para este tipo de proyectos, quedando 10 variables sociales en las que no se puede afirmar que exista un patrón de uso o desuso definido, pues unos equipos las usan y otros no. La supremacía del pilar económico se confirma cuando se analizan las variables todas juntas agrupadas según los pilares de la sostenibilidad, pues los resultados permiten afirmar que, si bien sólo hay diferencias estadísticamente significativas en la importancia que se les atribuye actualmente entre el pilar económico y social, siendo la importancia mayor en el primero, cuando se analizan estas mismas diferencias entre los niveles de desempeño (NDD) que dicen alcanzar los expertos, éstos son mayores en el pilar económico que en los del pilar social y, del mismo modo, se alcanzan mayores NDD en el pilar medioambiental que en el social.

En esta línea, cuando se agrupa a los expertos según NDD alcanzados en las dimensiones económica, medioambiental y social, aparecen tres estilos de gestión distintos, aunque en todos ellos los NDD en el pilar económico superan al del resto de pilares. Existe

un grupo de expertos que alcanza los NDD más altos en todos los pilares, y luego, en los dos estilos de gestión restantes, la diferencia está en que un grupo de expertos supera al otro en el NDD medioambiental y queda superado en el NDD social.

Cuando se analiza el caso de la República del Ecuador, existen tres grupos de proyectos con características similares según las brechas de complementariedad no constructivas calculadas en función de las tres dimensiones de la sostenibilidad. El primer grupo, conformado por 8 proyectos, tiene la menor brecha total y presenta un riesgo bajo de no alcanzar la sostenibilidad. Los cuatro proyectos del grupo 2 tienen la brecha total más alta de todos los grupos y presenta un riesgo alto de no alcanzar la sostenibilidad. Por último, los cuatro proyectos del grupo 3 tienen la segunda mayor brecha total y un riesgo moderado de no alcanzar la sostenibilidad. Así, los proyectos del grupo 1, que presentan un patrón de uso de las variables muy bueno en lo económico y ambiental, necesitarían implementar acciones a medio y largo plazo relacionadas con las variables sociales relativas a vivienda y calidad de vida. Los proyectos del grupo 2 deberían mejorar en el corto plazo aspectos económicos relacionados con la generación de riqueza en sectores como el comercio, industria y turismo, así como resolver carencias ambientales relacionadas con el cambio climático y, en lo social, manejar impactos relacionados con la corrupción, resolución de conflictos, movimiento de personas afectadas, animales y enseres y vivienda. Para el medio plazo les quedaría resolver aspectos relacionados con la repercusión de las actuaciones en el transporte e infraestructuras y, para el largo plazo, acciones vinculadas a la mejora de la calidad de vida de las zonas afectadas. Por último, los proyectos del grupo 3 presentan deficiencias destacables sobre todo en la dimensión medioambiental. Así, en el corto plazo deberían implantar el control de zonas sometidas a riesgos por catástrofes naturales, de alteraciones de la calidad del aire, agua y suelo, un programa de prevención de daños ambientales ocasionados por las operaciones de explotación en canteras, un plan para la preservación del caudal ecológico e impacto sobre la vida acuática y saber concienciar sobre el cambio climático. Para el medio plazo les quedaría implantar planes de preservación de las especies animales terrestres y aves, preservar los parques nacionales existentes hasta 10 km a la redonda desde la localización del proyecto y realizar auditorías y controles ambientales periódicos. En lo referente a la dimensión social, mejorarían mucho si implantaran un plan de resolución de conflictos entre la población local y los trabajadores migrantes y trabajaran para incluir la participación de la población local en la toma de decisiones.

Cabe destacar que en la matriz del mapa de ruta de mejoras propuesto para mitigar las brechas de complementariedad, se ha descartado actuar sobre aquellas variables que

siempre son utilizadas en los pilares económico, medioambiental y social, asumiendo que, dado el conocimiento y utilización que tienen los expertos de estas variables, gestionar sobre ellas no provocaría la disminución del riesgo de no alcanzar la sostenibilidad. Sin embargo este enfoque debería ser revisado más adelante pues alguna de las variables descartadas podría estar afectando el objetivo de mitigar las brechas, por lo que se estima conveniente realizar en futuros trabajos una simulación incluyendo también estas variables, sobre todo si presentan NDD bajos o mejorables.

La implementación del mapa de ruta propuesto requiere la definición de estrategias de satisfacción de requerimientos de mejora de calidad básica (corto plazo), calidad lineal (medio plazo) y de sobrequalidad (medio y largo plazo) que deberían constar en un Plan estratégico con un enfoque de encadenamientos productivos asociativos participativos como el descrito en la justificación social de esta tesis, para estar en sintonía con las variables de complementariedad sociales propuestas y de esta manera contribuir a disminuir la brecha total y mitigar el riesgo de no alcanzar la sostenibilidad.

En definitiva, la tesis aporta un índice para medir brechas de complementariedad con un enfoque de sostenibilidad validado para los proyectos hídricos de riego de la República del Ecuador que puede ser de aplicación en cualquier proyecto y ámbito estratégico, permitiendo evaluar desfases entre lo proyectado y lo ejecutado a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto y conocer qué acciones deberían emprenderse para mitigar las brechas detectadas. Así, la metodología propuesta en la tesis puede ser de gran utilidad para gerentes y gobernantes que de verdad apuesten por un desarrollo y crecimiento sostenible que no comprometa la calidad de vida de generaciones futuras.

## CAPÍTULO VIII

# INVESTIGACIONES FUTURAS



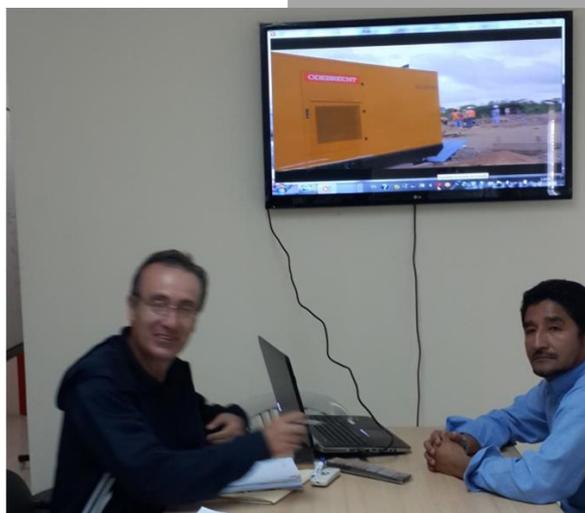
UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## INVESTIGACIONES FUTURAS

- La limitación para obtener la participación de expertos en paneles y responder la encuesta provocó la participación de 42 expertos internacionales de 407 invitaciones realizadas, motivo por el cual es recomendable en futuras investigaciones sobre esta temática ampliar el tamaño de la muestra y de esta manera conseguir que la probabilidad de reducir el número de variables que arrojaron resultados de incertidumbre de uso y gestión pueda sesgarse hacia el SI o el NO de las tendencias.
- El incremento del tamaño muestral en futuras investigaciones, adicionalmente serviría para que en caso de persistir la incertidumbre de equiprobabilidad en los resultados, afirmar que la utilización de las variables con incertidumbre aún no se encuentra suficientemente consolidada su gestión en los proyectos.
- Otra posible investigación que surge de esta tesis está relacionada con la aplicación de la metodología a lo largo de todas y cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto a fin de verificar el comportamiento de las variables.
- Está latente la investigación sobre la aplicación de la metodología propuesta en los proyectos de los restantes sectores estratégicos como son: petróleo, electricidad, minas y telecomunicaciones, en cuyo caso serán de enorme importancia contar con variables de complementariedad específicas para cada uno de estos sectores.
- La matriz de ruta de mitigación propuesta requiere el desarrollo de una investigación que profile las estrategias a utilizarse a través de un Plan con un enfoque de encadenamiento asociativo participativo.
- Finalmente, la investigación realizada en la presente tesis ha permitido provocar la necesidad de investigar la metodología más adecuada para monetizar las brechas a fin de lograr determinar los costos que representan en un proyecto cubrir las brechas de complementariedad ambientales, sociales y económicas, de esta manera se podrá ayudar a los responsables políticos y los tomadores de decisiones sobre este tipo de proyectos a implantar un desarrollo sustentable de los proyectos hídricos de riego implementados en regiones naturales y cuencas hidrográficas concretas de la República del Ecuador y similares a través del mundo en general.

# CAPÍTULO IX

## COMUNICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## COMUNICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS

Durante el desarrollo de la presente Tesis y conforme fueron obteniendo resultados se presentaron mediante comunicaciones en 3 Congresos, recibiendo comentarios y sugerencias valiosas que han sido incorporadas en este trabajo final.

1. En el Congreso: "7th International Perspective on Water Resources & the Environment (IPWE 2014)", realizado en Quito - Ecuador desde el 10 de enero del 2014 hasta el 14 de enero del 2014, se presentó la primera comunicación con preguntas de discusión y un estudio de determinación de presencia de escasez de recursos hídricos disponibles en las dos cuencas hidrográficas del Ecuador, ante la construcción de 16 megaproyectos estratégicos de riego.
2. La segunda comunicación fue preparada para el "III Foro de estudiantes ecuatorianos en Europa", realizado en Berlín – Alemania desde el 18 al 20 de octubre del 2014, en donde se presentó un avance de los objetivos de la presente investigación; así como de la metodología a utilizarse para medir las brechas de complementariedad.

Finalmente, en el Congreso "XIX Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos" auspiciado por AEIPRO, en Granada España durante los días 15, 16 y 17 de julio de 2015, se presentó la tercera comunicación: "Identification and measurement of complementarity variables in strategic projects of water irrigation from the sustainability practices. Case: Republic of Ecuador " un avance con los primeros resultados obtenidos en el NDU de las variables, habiendo sido seleccionada entre las 20 mejores comunicaciones de dicho Congreso Internacional para la publicación de un Lecture Notes editado por Springer. El DOI de la comunicación está en trámite. Se adjunta la comunicación presentada en el Anexo 3.

# REFERENCIAS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## REFERENCIAS

- Acciona. 2013. "Http://www.sostenibilidad.com/." *Top 10 países con más biodiversidad*. <http://www.sostenibilidad.com/top-10-paises-mayor-diversidad#1>.
- Aguado, A. et al, (Grupo de Trabajo Anejo ICES de la EHE). 2007. "El Índice de Contribución de Las Estructuras a La Sostenibilidad (ICES). V Congreso Nacional de Ingeniería Civil: Desarrollo Y Sostenibilidad En El Marco de La Ingeniería." In Sevilla 26, 27 y 28 de Noviembre de 2007.
- AIPM. Australian Institute of Project Management. 2013. "AIPM. Australian Institute of Project Management, 2013. Retrieved from: [Http:// Www.aipm.com.au/](Http://Www.aipm.com.au/) (Accessed 15.09.13.)."
- Akhtar, Sharmin et al. 2015. "Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) for Selection of Sewer Pipe Materials." *Clean Technologies and Environmental Policy* 17(4): 973–92.
- Alwaer, H, and DJ Clements-Croome. 2010. "Key Performance Indicators (KPIs) and Priority Setting in Using the Multi-Attribute Approach for Assessing Sustainable Intelligent Buildings." *Building and Environment*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013230900225X> (April 12, 2016).
- Ambiente), EEA (Agencia Europea del Medio, and EUROPEAN TOPIC CENTRE ON SUSTAINABLE CONSUMPTION AND PRODUCTION (ETC/SCP). 2012. "NAMEA National Accounting Matrix with Environmental Accounts Project EU-27 Calculations." <http://scp.eionet.europa.eu/>.
- Angin, Ilker, and Faris Karahan. 2009. "Effects of Changes in Water Use on Rural Landscape Integrity: Tortum Lake Watershed, Turkey." *Journal of Agriculture & Rural Development* 7(1): 139–44.
- APM. Association for Project Management. 2013. "APM. Association for Project Management, 2013. Retrieved from: <Http://www.apm.org.uk/BOK6> (Accessed 15.09.13.)." <http://www.apm.org.uk/BOK6>
- Aragónés, P, and E Gómez-Senent. 1997. "Técnicas de Ayuda a La Decisión Multicriterios." *Valencia, Spain: University of Valencia*.

- Armijo, Marianela. 2009. ILPES/CEPAL *Manual de Planificación Estratégica E Indicadores de Desempeño En El Sector Público*. [http://187.237.133.170/pmd/doc/doctor\\_mora/i.insumos/2.planeacion/manual\\_planificacion\\_estrategica.pdf](http://187.237.133.170/pmd/doc/doctor_mora/i.insumos/2.planeacion/manual_planificacion_estrategica.pdf).
- Arnold, Marlen. 2015. "The Lack of Strategic Sustainability Orientation in German Water Companies." *Ecological Economics* 117: 39–52.
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, República del Ecuador. 2014. *LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA*. ECUADOR: <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.
- Baldwin, Richard, and Coen Teulings. 2014. "Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures." *London: Centre for Economic Policy Research-CEPR*.
- Barrow, C.J. 2010. "How Is Environmental Conflict Addressed by SIA?" *Environmental Impact Assessment Review*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925510000600> (April 12, 2016).
- Baumgärtner, S, and M Quaas. 2010. "What Is Sustainability Economics?" *Ecological Economics*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800909004686> (May 12, 2016).
- Bell, Simon, and Stephen Morse. 2008. *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable (2nd Ed)*. London: Earthscan. <http://oro.open.ac.uk/20889/>.
- Belu, Constantin, and Cristiana Manescu. 2013. "Strategic Corporate Social Responsibility and Economic Performance." *Applied Economics* 45(19): 2751–64. <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2012.676734>.
- Berger, A, and M F Loutre. 2002. "An Exceptionally Long Interglacial Ahead?" *Science* 297 (5585 ): 1287–88. <http://www.sciencemag.org/content/297/5585/1287.short>.
- Berssaneti, Fernando Tobal, and Marly Monteiro Carvalho. 2015. "Identification of Variables That Impact Project Success in Brazilian Companies." *International*

*Journal of Project Management* 33(3): 638–49.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786314001203>.

Birkland, TA. 2014. “An Introduction to the Policy Process: Theories, Concepts and Models of Public Policy Making.”  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qVjfBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Birkland,+T.A.,+2011.+An+Introduction+to+the+Policy+Process:+Theories,+Concepts,+and+Models+of+Public+Policy+Making.+M.E.+Sharp,+Armonk,+London.&ots=KdJuebtgQU&sig=pAqNG\\_YhwOfSYWVHY\\_9KwuY8\\_3U](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qVjfBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Birkland,+T.A.,+2011.+An+Introduction+to+the+Policy+Process:+Theories,+Concepts,+and+Models+of+Public+Policy+Making.+M.E.+Sharp,+Armonk,+London.&ots=KdJuebtgQU&sig=pAqNG_YhwOfSYWVHY_9KwuY8_3U) (May 12, 2016).

BMBF für Bildung, Bekanntmachung des Bundesministeriums. 2014. “Bekanntmachung Des Bundesministeriums Für Bildung Und Forschung von Richtlinien Über Die Fördermaßnahme ‘Nachhaltiges Landmanagement.’”

Böcher, M. 2008. “The Role of Scientific Knowledge in Public Policy in Theory and in Political Practice--The Case of Integrated Rural Development.” *Knowledge and democracy: A 21st century* ....  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lyuK-6hW02AC&oi=fnd&pg=PA183&dq=B%C3%B6cher,+M.,+2008.+The+role+of+scientific+knowledge+in+public+policy+in+theory+and+in+political+practice+%E2%80%94+the+case+of+integrated+rural+development.+In:+Steher,+N.+\(Ed.\)](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lyuK-6hW02AC&oi=fnd&pg=PA183&dq=B%C3%B6cher,+M.,+2008.+The+role+of+scientific+knowledge+in+public+policy+in+theory+and+in+political+practice+%E2%80%94+the+case+of+integrated+rural+development.+In:+Steher,+N.+(Ed.)) (May 12, 2016).

Bolin, Bob, Timothy Collins, and Kate Darby. 2008. “Fate of the Verde: Water, Environmental Conflict, and the Politics of Scale in Arizona’s Central Highlands.” *Geoforum* 39(3): 1494–1511.

Brones, Fabien, Marly Monteiro de Carvalho, and Eduardo de Senzi Zancul. 2014. “Ecodesign in Project Management: A Missing Link for the Integration of Sustainability in Product Development?” *Journal of Cleaner Production* 80: 106–18. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614005678>.

Burton, J. 1990. “Conflict: Resolution and Prevention.” *New York: St. Martin’s. i.*  
[https://scholar.google.es/scholar?q=Burton+J.+Conflict%3A+Resolution+and+Prevention.+New+York%3A+St.+Martin%27s+Press%3B+1990.&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0%2C5#1#1](https://scholar.google.es/scholar?q=Burton+J.+Conflict%3A+Resolution+and+Prevention.+New+York%3A+St.+Martin%27s+Press%3B+1990.&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5#1#1) (April 12, 2016).

- Cabrera, E, José Roldán Cañas, E Cabrera Jr, and Ricardo Cobacho. 2003. "Directrices Para Una Política Sostenible Del Agua." *Ingeniería del agua* 10(3): 245–57.
- Carroll, AB. 2004. "Managing Ethically with Global Stakeholders: A Present and Future Challenge." *The Academy of Management Executive*. <http://amp.aom.org/content/18/2/114.short> (April 28, 2016).
- de Carvalho, Marly Monteiro, and Roque Rabechini Junior. 2015. "Impact of Risk Management on Project Performance: The Importance of Soft Skills." *International Journal of Production Research* 53(2): 321–40. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2014.919423>.
- Carvalho, MM, and R Rabechini Jr. 2011. "Fundamentos Em Gestão de Projetos: Construindo Competências Para Gerenciar Projetos." *São Paulo: Editora Atlas, (3ª edição)*. <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=Fundamentos+em+Gest%7Eao+de+Projetos%3A+Construindo+compet%5Eencias+para+gerenciar+projetos%3A+teoria+e+casos%2C+3%C2%AA+ed&btnG=&lr=#0> (April 26, 2016).
- CEPAL. 2001. "Indicadores de Sostenibilidad Ambiental Y de Desarrollo Sostenible: Estado Del Arte Y Perspectivas." In *División de Medio Ambiente Y Asentamientos Humanos*, ed. Naciones Unidas. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 116. <http://hdl.handle.net/11362/5570>.
- Chica, A Alaminos, Juan Luis Castejón Costa, and Armonización Europea. 2006. *Elaboración, Análisis E Interpretación de Encuestas, Cuestionarios de Escalas de Opinión*. Marfil.
- Correia, D. 2007. "The Sustained Yield Forest Management Act and the Roots of Environmental Conflict in Northern New Mexico." *Geoforum*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718507000358> (April 12, 2016).
- Cristeche, Estela, and Julio A Penna. 2008. "Métodos de Valoración Económica de Los Servicios Ambientales." *Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales* (3): 55.

- Crutzen, Paul J. 2002. "Geology of Mankind." *Nature* 415(6867): 23.  
<http://dx.doi.org/10.1038/415023a>.
- Custodio, E, and MR Llamas. 1976. "Hidrología Subterránea."  
<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNCPE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=001959> (May 10, 2016).
- Dansgaard, W et al. 1993. "Evidence for General Instability of Past Climate from a 250-Kyr Ice-Core Record." *Nature* 364(6434): 218–20.  
<http://dx.doi.org/10.1038/364218a0>.
- Dasgupta, Shovini, and Edwin K L Tam. 2005. "Indicators and Framework for Assessing Sustainable Infrastructure." *Canadian Journal of Civil Engineering* 32(1): 30–44. <http://dx.doi.org/10.1139/l04-101>.
- Dilling, Lisa, and Maria Carmen Lemos. 2011. "Creating Usable Science: Opportunities and Constraints for Climate Knowledge Use and Their Implications for Science Policy." *Global Environmental Change* 21(2): 680–89.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378010001093>.
- Dourojeanni, R. 1994. "Políticas Públicas Para El Desarrollo Sustentable: La Gestión Integrada de Cuencas." *Políticas públicas para el desarrollo sustentable ....*  
<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=89263&indexSearch=ID> (May 10, 2016).
- Duić, Neven, Krzysztof Urbaniec, and Donald Huisingh. 2015. "Components and Structures of the Pillars of Sustainability." *Journal of Cleaner Production* 88: 1–12.
- Dwyer, R, and D Lamond. 2009. "Green Management and Financial Performance: A Literature Review." *Management ....*  
<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdf/10.1108/00251740910978313> (April 14, 2016).
- Elena Windolph, Sarah, Stefan Schaltegger, and Christian Herzig. 2014.

- “Implementing Corporate Sustainability: What Drives the Application of Sustainability Management Tools in Germany?” *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal* 5(4): 378–404.
- Elkington, J. 1998. “Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st-century Business.” *Environmental Quality Management*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tqem.3310080106/abstract> (April 26, 2016).
- Elliott, M, B Gray, and R Lewicki. 2003. “Lessons Learned about the Framing of Intractable Environmental Conflicts.” ... *conflicts: Concepts* .... [https://scholar.google.es/scholar?q=Gray+B.+Framing+or+environmental+disputes.+In%3A+Lewicki+RJ%2C+Gray+B%2C+Elliott+M%2C+editors.+Making+Sense+of+Intractable+Environmental+Conflicts.+Concepts+and+cases.+Washington%3A+Island+Press%3B+2003%2C+p.+11%E2%80%9335.&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0%2C5#0](https://scholar.google.es/scholar?q=Gray+B.+Framing+or+environmental+disputes.+In%3A+Lewicki+RJ%2C+Gray+B%2C+Elliott+M%2C+editors.+Making+Sense+of+Intractable+Environmental+Conflicts.+Concepts+and+cases.+Washington%3A+Island+Press%3B+2003%2C+p.+11%E2%80%9335.&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5#0) (April 12, 2016).
- Elms, René D, and Mahmoud M El-Halwagi. 2010. “The Effect of Greenhouse Gas Policy on the Design and Scheduling of Biodiesel Plants with Multiple Feedstocks.” *Clean Technologies and Environmental Policy* 12(5): 547–60.
- ENAA. Engineering Advancement Association of Japan. 2013. “ENAA. Engineering Advancement Association of Japan, 2013. Retrieved from: <Http://www.ena.or.jp/EN/activities/model.html> (Accessed 15.05.14.).”
- Engert, Sabrina, Romana Rauter, and Rupert J Baumgartner. 2016. “Exploring the Integration of Corporate Sustainability into Strategic Management: A Literature Review.” *Journal of Cleaner Production* 112: 2833–50.
- Faber, M. 2008. “How to Be an Ecological Economist.” *Ecological Economics*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180090800044X> (May 12, 2016).
- Faber, M, K Frank, B Klauer, and R Manstetten. 2005. “On the Foundation of a General Theory of Stocks.” ... *Economics*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800905002697> (May 12, 2016).

- Faber, M, F Jöst, and R Manstetten. 1995. "Limits and Perspectives of the Concept of a Sustainable Development." *Economie appliquée*. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=3719450> (May 12, 2016).
- Falck, Oliver, and Stephan Hebllich. 2007. "Corporate Social Responsibility: Doing Well by Doing Good." *Business Horizons* 50(3): 247–54. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681306001674>.
- Falkenmark, M. 1986. "Fresh Waters as a Factor in Strategic Policy and Action." In *Global Resources and International Conflict: Environmental Factors in Strategic Policy and Action*, ed. Westing A.H.
- Fernández-Sánchez, Gonzalo, and Fernando Rodríguez-López. 2010. "A Methodology to Identify Sustainability Indicators in Construction Project management—Application to Infrastructure Projects in Spain." *Ecological Indicators* 10(6): 1193–1201. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X10000798> (January 19, 2015).
- Figge, Frank, Tobias Hahn, and Ralf Barkemeyer. 2014. "The If, How and Where of Assessing Sustainable Resource Use." *Ecological Economics* 105: 274–83. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800914001906> (July 20, 2014).
- Fontaine, G. 2010. "The Effects of Energy Co-Governance in Peru." *Energy Policy*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509009495> (April 12, 2016).
- Franks, DM, and F Vanclay. 2013. "Social Impact Management Plans: Innovation in Corporate and Public Policy." *Environmental Impact Assessment Review*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925513000553> (April 12, 2016).
- Gabriele Arnold, Marlen. 2011. "The Role of Open Innovation in Strengthening Corporate Responsibility." *International Journal of Sustainable Economy* 3(3): 361–79.
- Gallardo G, Meliá E, García M. 2014. "Brechas de Complementariedad Para Los

- Proyectos Estratégicos Del Sector Hídrico En La República Del Ecuador.” In *7th International Perspective on Water Resources and the Environment*, ed. (Universidad Central del Ecuador); (Universidad Politécnica de Valencia; (Universidad Politécnica de Valencia). Quito: The Environmental & Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers, 14. [www.ewricongress.org](http://www.ewricongress.org).
- Gallopin, Gilberto Carlos. 1997. “Indicators and Their Use: Information for Decision-Making.” *SCOPE-SCIENTIFIC COMMITTEE ON PROBLEMS OF THE ENVIRONMENT INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS* 58: 13–27.
- Ganescu, MC. 2012. “Corporate Social Responsibility, a Strategy to Create and Consolidate Sustainable Businesses.” *Theoretical and Applied Economics*. <http://store.ectap.ro/articole/799.pdf> (April 12, 2016).
- Gasparatos, Alexandras, and Anna Scolobig. 2012. “Choosing the Most Appropriate Sustainability Assessment Tool.” *Ecological Economics* 80: 1–7.
- Georgescu-Roegen, N. 1986. “The Entropy Law and the Economic Process in Retrospect.” *Eastern Economic Journal* Chap: IX. <http://www.jstor.org/stable/40357380> (May 12, 2016).
- Gil, M<sup>a</sup> Isabel Saz, Luis Carús Ribalaygua, and others. 2008. “Los Procesos Participativos En La Sostenibilidad Medioambiental. El Caso Del Segmento Turístico Recreativo de Alta Montaña.” *CIRIEC-ESPAÑA* (61): 127–56.
- Global Reporting Initiative. 2013. *Guía Para La Elaboración de Memorias de Sostenibilidad. G4.* Amsterdam. <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Spanish-G4-Part-One.pdf>.
- González Jaen, L F, A Perez-Ezcurdia, and S Marcelino-Sadaba. 2013. “INTEGRATING SUSTAINABILITY WITHIN THE PROJECT MANAGEMENT PRACTICE.” *17th International Congress on Project Management and Engineering Logroño, 17-19th July 2013*.
- González-Laxe, Fernando. 2005. “The Precautionary Principle in Fisheries Management.” *Marine Policy* 29(6): 495–505.

- Goosen, Mattheus F A. 2012. "Environmental Management and Sustainable Development." *Procedia Engineering* 33: 6–13.
- Grambow, M et al. 2012. *Nachhaltige Wasserbewirtschaftung: Konzept Und Umsetzung Eines Vernünftigen Umgangs Mit Dem Gemeingut Wasser*. Springer-Verlag.
- Granly, Bjørg M, and Torgeir Welø. 2014. "EMS and Sustainability: Experiences with ISO 14001 and Eco-Lighthouse in Norwegian Metal Processing SMEs." *Journal of Cleaner Production* 64: 194–204.
- Hahn, R. 2013. *ISO 26000 and the Standardization of Strategic Management Processes for Sustainability and Corporate Social Responsibility*. *Bus. Strategy Environ.* 22 (7), 442 - 455.
- Hahn, Rüdiger. 2013. "ISO 26000 and the Standardization of Strategic Management Processes for Sustainability and Corporate Social Responsibility." *Business Strategy and the Environment* 22(7): 442–55.
- Hammond, KR, J Mumpower, and RL Dennis. 1983. "Fundamental Obstacles to the Use of Scientific Information in Public Policy Making." ... *Forecasting and Social* .... <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004016258390001X> (May 12, 2016).
- Heston, Alan, Robert Summers, and Bettina Aten. 2012. "Penn World Table Version 7.1." <http://pwt.econ.upenn.edu/>.
- Holmgren, David. 2008. *Escenarios Futuros*.
- Holzmann, R, and S Jørgensen. 2001. "Social Risk Management: A New Conceptual Framework for Social Protection, and beyond." *International Tax and Public Finance*. <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1011247814590> (April 12, 2016).
- Hruskovic, P., 2008. 2008. *Identificación Y Análisis de Riesgos Geotécnicos En La Edificación. Caso de Eslovaquia. Departamento Ingeniería Civil: Construcción. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales Y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid*.
- Illge, L, and R Schwarze. 2009. "A Matter of opinion—How Ecological and

Neoclassical Environmental Economists and Think about Sustainability and Economics.” *Ecological Economics*.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800908003820> (May 12, 2016).

Imbach, Alejandro, P Imbach, and I Gutierrez. 2009. “Medios de Vida Sostenibles: Bases Conceptuales Y Utilización.” *CR, Geolatina*: 44.

IMF (International Monetary Fund). 2015. *Where Are We Headed? Perspectives on Potential Output, Ch. 3. In: World Economic Outlook. Uneven Growth: Short- and Long- Term Factors*. IMF (Inter. ed. IMF (International Monetary Fund). Washington DC: IMF (International Monetary Fund).

Inglehart, Ronald. 2004. *Human Beliefs and Values: A Cross-Cultural Sourcebook Based on the 1999-2002 Values Surveys*. Siglo XXI.

Inoue, Emiko, Toshi H Arimura, and Makiko Nakano. 2013. “A New Insight into Environmental Innovation: Does the Maturity of Environmental Management Systems Matter?” *Ecological Economics* 94: 156–63.

Instituto Nacional de Ecología de México. 2007. “Instituto Nacional de Ecología.” <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/16/2.html>.

IPMA. International Project Management Association. 2013. “IPMA. International Project Management Association, 2013. Retrieved from: [Http://ipma.ch/resources/ipma-Publications/ipma-Competence-Baseline/](http://ipma.ch/resources/ipma-Publications/ipma-Competence-Baseline/) (Accessed 11.08.13.).”

IPMA. International Project Management Association. 2015. “Individual Competence Baseline International Project Management Association IPMA 4th Version.” *IPMA Global Standard 4th versio*((pdf): 978-94-92338-01-3 ISBN (print): 978-94-92338-00-6).

ISO 21930, 2007. 2007. *Sustainability in Building Construction – Environmental Declaration of Building products. International Organization for Standardization, October 2007*.

ITGE / Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid. 1991. “El Agua En España.”

- Jaramillo, Marcela / Shapiro, J. 2004. "Herramientas de Planeación."
- Jasch, Christine. 2003. "The Use of Environmental Management Accounting (EMA) for Identifying Environmental Costs." *Journal of Cleaner Production* 11(6): 667–76.
- Kahlenborn, Walter, and Andreas Kraemer. 2013. *Nachhaltige Wasser-Wirtschaft in Deutschland*. Springer-Verlag.
- Kant, I, P Guyer, and E Matthews. 2000. "Critique of the Power of Judgment." [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JEXHlcDbBDcC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Kant,+I.,+2000.+Critique+of+the+Power+of+Judgment,+The+Cambridge+Edition+of+the+Works+of+Immanuel+Kant\).+Cambridge+University+Press,+Cambridge.&ots=6hTKhLZz9f&sig=u1TF2XPiakYnJxHNB8vflbWnm6l](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JEXHlcDbBDcC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Kant,+I.,+2000.+Critique+of+the+Power+of+Judgment,+The+Cambridge+Edition+of+the+Works+of+Immanuel+Kant).+Cambridge+University+Press,+Cambridge.&ots=6hTKhLZz9f&sig=u1TF2XPiakYnJxHNB8vflbWnm6l) (May 12, 2016).
- Karjalainen, Timo P., and Timo Järvikoski. 2010. "Negotiating River Ecosystems: Impact Assessment and Conflict Mediation in the Cases of Hydro-Power Construction." *Environmental Impact Assessment Review* 30(5): 319–27. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592551000065X> (March 3, 2016).
- Kates, RW, WC Clark, R Corell, and JM Hall. 2001. "Environmental and Development–sustainability Science." *Science* 292 (5517). [https://scholar.google.es/scholar?q=Sustainability+Science.+Science+292+%285517%29%2C+641%E2%80%9393642.&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0%2C5#1](https://scholar.google.es/scholar?q=Sustainability+Science.+Science+292+%285517%29%2C+641%E2%80%9393642.&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5#1) (May 12, 2016).
- Kelly, R. 2009. "5 Simple Steps on How to Do a Gap Analysis c5183063a0a602a7e4d98dbf5e4100270426c976 @ Robdkelly.com." <http://robdkelly.com/blog/getting--things--done/gap--analysis/>.
- Kemper, Jan et al. 2013. "Competition-Motivated Corporate Social Responsibility." *Journal of Business Research* 66(10): 1954–63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.02.018>.
- Ki-Hoon, L, and R Ball. 2003. "Achieving Sustainable Corporate Competitiveness: Strategic Link between Top Management's (Green) Commitment and Corporate

- Environmental Strategy.” *Greener management international*.  
[http://search.proquest.com/openview/810aeae1026627b843b0ae60bf023ad9/1?](http://search.proquest.com/openview/810aeae1026627b843b0ae60bf023ad9/1?pq-origsite=gscholar)  
 pq-origsite=gscholar (April 14, 2016).
- Kim, Sora. 2011. “Transferring Effects of CSR Strategy on Consumer Responses: The Synergistic Model of Corporate Communication Strategy.” *Journal of Public Relations Research* 23(2): 218–41.  
<http://dx.doi.org/10.1080/1062726X.2011.555647>.
- Klauer, B. 1999. “Defining and Achieving Sustainable Development.” *The International Journal of Sustainable Development* ....  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504509909470000> (May 12, 2016).
- Klauer, Bernd, Reiner Manstetten, Thomas Petersen, and Johannes Schiller. 2013. “The Art of Long-Term Thinking: A Bridge between Sustainability Science and Politics.” *Ecological Economics* 93: 79–84.
- Klink, FA, and V Alcántara. 1994. “De La Economía Ambiental a La Economía Ecológica.”  
[http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA\\_EE.pdf](http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf) (May 10, 2016).
- Kravanja, Philipp et al. 2012. “Perspectives for the Production of Bioethanol from Wood and Straw in Austria: Technical, Economic, and Ecological Aspects.” *Clean Technologies and Environmental Policy* 14(3): 411–25.
- Kulczycka, J, and M Smol. 2016. “Environmentally Friendly Pathways for the Evaluation of Investment Projects Using Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Cost Analysis (LCCA).” *Clean Technologies and Environmental Policy*.  
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10098-015-1059-x> (June 13, 2016).
- Kumar, Deepak, and S.S. Katoch. 2014. “Sustainability Indicators for Run of the River (RoR) Hydropower Projects in Hydro Rich Regions of India.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 35: 101–8.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114002093> (March 2, 2015).

- Kumar, V, and JW Sutherland. 2009. "Development and Assessment of Strategies to Ensure Economic Sustainability of the US Automotive Recovery Infrastructure." *Resources, Conservation and Recycling*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344909000573> (April 14, 2016).
- Kylili, Angeliki, Paris A Fokaides, and Petra Amparo Lopez Jimenez. 2016. "Key Performance Indicators (KPIs) Approach in Buildings Renovation for the Sustainability of the Built Environment: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 56: 906–15.
- Labuschagne, Carin, and Alan C Brent. 2005. "Sustainable Project Life Cycle Management: The Need to Integrate Life Cycles in the Manufacturing Sector." *International Journal of Project Management* 23(2): 159–68.
- Labuschagne, Carin, Alan C Brent, and Ron P G van Erck. 2005. "Assessing the Sustainability Performances of Industries." *Journal of Cleaner Production* 13(4): 373–85. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652603001811>.
- Lankoski, L. 2008. "Corporate Responsibility Activities and Economic Performance: A Theory of Why and How They Are Connected." *Business Strategy and the Environment*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.582/abstract> (April 14, 2016).
- Lawrence Summers. 2013. "Why Stagnation Might Prove to Be the New Normal." *Financial Times*. <http://www.ft.com/cms/s/2/87cb15ea-5d1a->
- Lewandowska, Anna et al. 2013. "LCA as an Element in Environmental Management Systems—comparison of Conditions in Selected Organisations in Poland, Sweden and Germany." *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18(2): 472–80.
- Lillo, JL Carabias, and RJ collado Martínez. 2005. "Agua, Medio Ambiente Y Sociedad hacia La Gestión Integral de Los Recursos Hídricos En México." <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=sibe01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=029697> (May 9, 2016).

- Lu, Yujie, and Xiaoling Zhang. 2016. "Corporate Sustainability for Architecture Engineering and Construction (AEC) Organizations: Framework, Transition and Implication Strategies." *Ecological Indicators* 61: 911–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.046>.
- Madani, K, and OM Rouhani. 2014. "A Negotiation Support System for Resolving an International Trans-Boundary Natural Resource Conflict." *Environmental Modelling & ...* .... <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815213002296> (April 12, 2016).
- Marcelino-Sádaba, Sara, Luis Felipe González-Jaen, and Amaya Pérez-Ezcurdia. 2015. "Using Project Management as a Way to Sustainability. From a Comprehensive Review to a Framework Definition." *Journal of Cleaner Production* 99: 1–16. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615002371>.
- Martens, Mauro Luiz, and Marly M Carvalho. 2015. "The Challenge of Introducing Sustainability into Project Management Function: Multiple-Case Studies." *Journal of Cleaner Production*.
- Maxwell, J, J Lee, and F Briscoe. 1997. "Locked on Course: Hydro-Quebec's Commitment to Mega-Projects." ... *Impact Assessment Review*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592559600073X> (April 12, 2016).
- McElhaney, Kellie. 2009. "A Strategic Approach to Corporate Social Responsibility." *Leader to Leader* 2009(52): 30–36. <http://dx.doi.org/10.1002/ltl.327>.
- McNally, A, D Magee, and AT Wolf. 2009. "Hydropower and Sustainability: Resilience and Vulnerability in China's Powersheds." *Journal of environmental management*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479708002727> (April 12, 2016).
- McWilliams, A, and D Siegel. 2001. "Corporate Social Responsibility: A Theory of the Firm Perspective." *Academy of management review*. <http://amr.aom.org/content/26/1/117.short> (April 14, 2016).

- Michelsen, Ottar, and Annik Magerholm Fet. 2010. "Using Eco-Efficiency in Sustainable Supply Chain Management; a Case Study of Furniture Production." *Clean Technologies and Environmental Policy* 12(5): 561–70.
- Millar, C, and P Hind. 2012. "Sustainability and the Need for Change: Organisational Change and Transformational Vision." *Journal of ...* <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdf/10.1108/09534811211239272> (April 12, 2016).
- Mirza, M Monirul Qader. 2002. "Global Warming and Changes in the Probability of Occurrence of Floods in Bangladesh and Implications." *Global environmental change* 12(2): 127–38.
- Mittelstrass, J. 2000. "Transdisciplinarity—new Structures in Science." ... *Structures in Basic Research. Ringberg-Symposium.* [https://scholar.google.es/scholar?q=Mittelstra%C3%9F%2C+J.%2C+2002.+Transdisciplinarity+%E2%80%94+New+Structures+in+Science%2C+in%3AMax-Planck-Gesellschaft+%28ed.%29%2C+Innovative+Structures+in+Basic+Research%2C+%28Ringberg-Symposium+October+4%E2%80%937%2C+2000%29%2C+M%C3%BCnchen%2C+pp.+43%E2%80%9354.&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0%2C5#0](https://scholar.google.es/scholar?q=Mittelstra%C3%9F%2C+J.%2C+2002.+Transdisciplinarity+%E2%80%94+New+Structures+in+Science%2C+in%3AMax-Planck-Gesellschaft+%28ed.%29%2C+Innovative+Structures+in+Basic+Research%2C+%28Ringberg-Symposium+October+4%E2%80%937%2C+2000%29%2C+M%C3%BCnchen%2C+pp.+43%E2%80%9354.&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5#0) (May 12, 2016).
- van der Molen, Irna, and Antoinette Hildering. 2005. "Water: Cause for Conflict or Co-Operation?" *ISYP Journal on Science and World Affairs* 1(2): 133–43.
- Molina-Azorín, J F, E Claver-Cortés, M D López-Gamero, and J J Tarí. 2009. "Green Management and Financial Performance: A Literature Review." *Management Decision* 47(7): 1080–1100. <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-70349618594&partnerID=40&md5=818de1382329741acbe824258c3b1ed1>.
- Müller-Christ, Georg. 2011. *Sustainable Management: Coping with the Dilemmas of Resource-Oriented Management*. Springer Science & Business Media.
- Ness, Barry, Evelin Urbel-Piirsalu, Stefan Anderberg, and Lennart Olsson. 2007. "Categorising Tools for Sustainability Assessment." *Ecological economics* 60(3): 498–508.

- ONU / United Nations , Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD), Commission on Sustainable Development. 1997. "Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World."
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO. 2004. "Foro Electrónico de La FAO Para América Latina Sobre Sistemas de Pago Por Servicios Ambientales En Las Cuencas Hidrográficas, Así Como Estudio de Casos de La Aplicación de Técnicas de Valoración En El Contexto de La Cuenca En América Latina." FAO. Informe final: [www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/report.pdf](http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/report.pdf); Actas completas y estudios de casos: [www.rlc.fao.org/foro/psa](http://www.rlc.fao.org/foro/psa).
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO. 2007. *La Nueva Generación de Programas Y Proyectos de Gestión de Cuencas Hidrográficas*. FAO. ed. FAO. Roma: FAO.
- Orlitzky, M., Siegel, D.S., Waldman, D.A. 2011. "Strategic Corporate Social Responsibility and Environmental Sustainability. *Bus. Soc.* 50 (1), 6-27." : 6–27.
- Oxfam GB. 2012. *Un Espacio Seguro Y Justo Para La Humanidad*. UK. [www.oxfam.org](http://www.oxfam.org).
- Pahl-Wostl, C. 2006. "The Importance of Social Learning in Restoring the Multifunctionality of Rivers and Floodplains." *Ecology and society*. <http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/handle/10535/3154> (April 12, 2016).
- Paraschiv, DM, and EL Nemoianu. 2012. "Eco-Innovation, Responsible Leadership and Organizational Change for Corporate Sustainability." *Amfiteatru ....* <http://search.proquest.com/openview/1ffec7fa42d980567c8b617869424836/1?q-origsite=gscholar> (April 12, 2016).
- Parnell, JA. 2008. "Sustainable Strategic Management: Construct, Parameters, Research Directions." *International Journal of Sustainable Strategic ....* <http://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJSSM.2008.018125> (April 12, 2016).
- Paulraj, Antony. 2009. "Environmental Motivations: A Classification Scheme and Its Impact on Environmental Strategies and Practices." *Business Strategy and the*

- Environment* 18(7): 453–68. <http://dx.doi.org/10.1002/bse.612>.
- Perrotti, Daniel E.; Sánchez, Ricardo J. 2011. “La Brecha de Infraestructura En América Latina Y El Caribe.” In *Recursos Naturales E Infraestructura*; 153, ed. Copyright © Naciones Unidas. Santiago de Chile: Copyright © Naciones Unidas, 85. <http://www10.iadb.org/>.
- Pfaffstetter, Otto. 1989. “Classification of Hydrographic Basins: Coding Methodology.” *unpublished manuscript, Departamento Nacional de Obras de Saneamiento, August* 18(1989): 1–2.
- Pielke, RA. 2007. “The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics.” <http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=2400584> (May 12, 2016).
- PMI. Project Management Institute. 2013. “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Published By, Fifth Ed. Project Management Institute, Inc., Pennsylvania, USA.”
- Porter, ME, and MR Kramer. 2002. “The Competitive Advantage of Corporate Philanthropy.” *Harvard business review*. [http://www.expert2business.com/itson/Porter\\_HBR\\_Corporate\\_philanthropy.pdf](http://www.expert2business.com/itson/Porter_HBR_Corporate_philanthropy.pdf) (April 28, 2016).
- Porter, ME, and MR Kramer. 2006. “Estrategia Y Sociedad.” *Harvard business review*. [http://www.fundacionseres.org/Lists/Informes/Attachments/12/Estrategia\\_y\\_Sociedad.pdf](http://www.fundacionseres.org/Lists/Informes/Attachments/12/Estrategia_y_Sociedad.pdf) (April 14, 2016).
- Porter, Michael E, and Mark R Kramer. 2006. “Strategy and Society, The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility.” *Harvard Business Review* 85(12).
- Prabhu, Ravi, Carol J Pierce Colfer, and Richard G Dudley. 1999. 1 *Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: A C&I Developer’s Reference*. CIFOR.
- Prenzel, PV, and F Vanclay. 2014. “How Social Impact Assessment Can Contribute to Conflict Management.” *Environmental Impact Assessment Review*.

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592551300108X> (April 12, 2016).
- Preston, LE, and DP O'bannon. 1997. "The Corporate Social-Financial Performance Relationship." *Business and society*. <http://search.proquest.com/openview/a521332940c3d8121831067625ccdb45/1?pq-origsite=gscholar> (April 14, 2016).
- PRINCE2® - Projects in Controlled Environments. 2013. "PRINCE2, 2013. PRINCE2® - Projects in Controlled Environments. Retrieved from: <Http://www.prince-Officialsite.com/home/home.aspx> (Accessed 11.08.13.)."
- Puig, Rita, and Pere Fullana. 2002. "Análisis de Ciclo de Vida." *Barcelona*.
- Purnomo, Herry, Guillermo A Mendoza, and Ravi Prabhu. 2005. "Analysis of Local Perspectives on Sustainable Forest Management: An Indonesian Case Study." *Journal of environmental management* 74(2): 111–26.
- Putnam, LL, and J Wondolleck. 2003. "Intractability: Definitions, Dimensions, and Distinctions." *RJ Lewicki, B.* [https://scholar.google.es/scholar?q=+Intractability%3A+definitions%2C+dimensions+and+distinctions+++R.J.+Lewicki%2C+B.+Gray%2C+M.+Elliott+%28Eds.%29%2C+Making+Sense+of+intractable+environmental+conflicts.+concepts+and+cases%2C+&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0%2C5#0](https://scholar.google.es/scholar?q=+Intractability%3A+definitions%2C+dimensions+and+distinctions+++R.J.+Lewicki%2C+B.+Gray%2C+M.+Elliott+%28Eds.%29%2C+Making+Sense+of+intractable+environmental+conflicts.+concepts+and+cases%2C+&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5#0) (April 12, 2016).
- Putnam, Robert D. 1995. "Bowling Alone: America's Declining Social Capital." *Journal of democracy* 6(1): 65–78.
- Quesada, Juan Luis Doménech, and Asociación Española de Normalización y Certificación. 2007. *Huella Ecológica Y Desarrollo Sostenible*. Aenor.
- Quiroga Martínez, Rayén. 2001. *Indicadores de Sostenibilidad Ambiental Y de Desarrollo Sostenible: Estado Del Arte Y Perspectivas*. Cepal.
- René Ramírez. 2012. "Igualmente Pobres, Desigualmente Ricos." *Instituto de Altos Estudios Nacionales*. [www.iaen.edu.ec](http://www.iaen.edu.ec).
- Richerson, Peter J, Dwight Collins, and Russell M Genet. 2006. "Why Managers Need an Evolutionary Theory of Organizations." *Strategic Organization* 4(2): 201.

- Rioual, Patrick et al. 2001. "High-Resolution Record of Climate Stability in France during the Last Interglacial Period." *Nature* 413(6853): 293–96. <http://dx.doi.org/10.1038/35095037>.
- Rockstrom, Johan et al. 2009. "A Safe Operating Space for Humanity." *Nature* 461(7263): 472–75. <http://dx.doi.org/10.1038/461472a>.
- Rodríguez, Blanca Iris Romero. 2012. *El Análisis Del Ciclo de Vida Y La El Análisis Del Ciclo de Vida Y La Gestión Ambiental*. México. [http://www.icesi.edu.co/blogs/mercadeosostenible2012\\_02/files/2012/10/ACV\\_M EDIO-AMBIENTE.pdf](http://www.icesi.edu.co/blogs/mercadeosostenible2012_02/files/2012/10/ACV_M EDIO-AMBIENTE.pdf).
- Rojas López, Miguel David, Alexander Correa Espinal, and Fabiana Gutiérrez Roa. 2012. "Sistemas de Control de Gestió{n}." *Editorial Ediciones de la U, Bogotá{á}--Colombia*,: 51–53.
- Romero, Arturo Luis. 2008. "Elementos a Considerar En Las Soluciones Locales de Riego En Condiciones de Un Desarrollo Sustentable." : 9.
- Rosenberg, DM, RA Bodaly, and PJ Usher. 1995. "Environmental and Social Impacts of Large Scale Hydroelectric Development: Who Is Listening?" *Global Environmental Change*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/095937809500018J> (April 12, 2016).
- Roux, DJ et al. 2006. "Bridging the Science-Management Divide: Moving from Unidirectional Knowledge Transfer to Knowledge Interfacing and Sharing." <http://researchspace.csir.co.za/dspace/handle/10204/953> (May 12, 2016).
- Ruiz de Galarreta, and Rodríguez Corina Iris Alejandro. 2013. "La Importancia Del Manejo Sustentable Del Agua." *UNICEN Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*: 1. <http://www.unicen.edu.ar/content/la-importancia-del-manejo-sustentable-del-agua>.
- Salzmann, O, A Ionescu-Somers, and U Steger. 2005. "The Business Case for Corporate Sustainability:: Literature Review and Research Options." *European Management* .... <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237304001409> (April 14,

2016).

- Sánchez, Marisa Analía. 2015. "Integrating Sustainability Issues into Project Management." *Journal of Cleaner Production* 96: 319–30. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614000250>.
- Santalucía, Vicente Montesinos, Lorenzo Serrano Martínez, Juan Fernández de Guevara, and Francisco Pérez García. 2005. *La Medición Del Capital Social: Una Aproximación Económica*. Fundación BBVA.
- Santillo, David. 2007. "Reclaiming the Definition of Sustainability (7 Pp)." *Environmental Science and Pollution Research* 14(1): 60–66.
- Saqalli, M, and CL Biolders. 2010. "Simulating Rural Environmentally and Socio-Economically Constrained Multi-Activity and Multi-Decision Societies in a Low-Data Context: A Challenge through." *Journal of Artificial ....* <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/13/2/1.html> (April 12, 2016).
- Satay, T L. 1980. "The Analytical Hierarchy Process."
- Schaltegger, S. 2011. "Sustainability as a Driver for Corporate Economic Success: Consequences for the Development of Sustainability Management Control." *Society and Economy*. <http://www.akademai.com/doi/abs/10.1556/SocEc.33.2011.1.4> (April 12, 2016).
- Schaltegger, Stefan, Sarah Windolph, and Christian Herzig. 2012. "A Longitudinal Analysis of the Knowledge and Application of Sustainability Management Tools in Large German Companies." *Society and Economy* 34(4): 549–79.
- Scheffer, Marten et al. 2001. "Catastrophic Shifts in Ecosystems." *Nature* 413(6856): 591–96. <http://dx.doi.org/10.1038/35098000>.
- Schellnhuber, H J. 2001. "'Earth System' Analysis and the Second Copernican Revolution." *Nature*.
- Schrettle, Stefan, Andreas Hinz, Maike Scherrer-Rathje, and Thomas Friedli. 2014. "Turning Sustainability into Action: Explaining Firms' Sustainability Efforts and Their Impact on Firm Performance." *International Journal of Production Economics* 147: 73–84.
- Sebek, V. 1983. "Bridging the Gap between Environmental Science and Policy-

- Making: Why Public Policy Often Fails to Reflect Current Scientific Knowledge.” *Ambio*. <http://www.jstor.org/stable/4312886> (May 12, 2016).
- SENAGUA. 2011. *Resolucion\_2011-245 Unidades Hidrográficas Del Ecuador*. Ecuador.
- SENPLADES. 2007. *Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional Para El Buen Vivir 2007-2010*. Primera. ed. SENPLADES. Quito. [www.senplades.gob.ec](http://www.senplades.gob.ec).
- SENPLADES. 2013. *Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional Para El Buen Vivir 2013-2017*. Primera. ed. Senplades. Quito. [www.buenvivir.gob.ec](http://www.buenvivir.gob.ec).
- Sharma, Sudhirendar. 2005. *Rethinking Watershed Development in India: Strategy for the Twenty-First Century*. Kathmandu: Proceedings of the Asian Regional Workshop on Watershed Management. <http://www.fao.org/forestry/11728-0d6a43fd4621fb6c156afebddd1aa9a80.pdf>.
- Shenhar, Aaron J., Dov Dvir, Ofer Levy, and Alan C. Maltz. 2001. “Project Success: A Multidimensional Strategic Concept.” *Long Range Planning* 34(6): 699–725. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024630101000978> (February 5, 2015).
- Sigel, K, B Klauer, and C Pahl-Wostl. 2010. “Conceptualising Uncertainty in Environmental Decision-Making: The Example of the EU Water Framework Directive.” *ecological Economics*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800909004613> (April 12, 2016).
- Silvius, A.J.G., Schipper, R., Nedeski, S. 2013. “Sustainability in Project Management: Reality Bites. *PM World J.* 2 (2), 1-14.”
- Singh, Rajesh Kumar, H R Murty, S K Gupta, and A K Dikshit. 2012. “An Overview of Sustainability Assessment Methodologies.” *Ecological Indicators* 15(1): 281–99. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X11000240>.
- Spash, CL. 2012. “New Foundations for Ecological Economics.” *Ecological Economics*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180091200050X> (May 12, 2016).

- Starik, Mark, and Patricia Kanashiro. 2013. "Toward a Theory of Sustainability Management: Uncovering and Integrating the Nearly Obvious." *Organization & Environment*: 1086026612474958.
- Steffen, Will et al. 2006. *Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure*. Springer Science & Business Media.
- Steffen, Will, Paul J Crutzen, and John R McNeill. 2007. "The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature." *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36(8): 614–21. [http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO](http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO).
- Stokes, DE. 1997. "Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation."  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TLKDbvJX86YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Stokes,+D.E.,+1997.+Pasteur%27s+Quadrant:+Basic+Science+and+Technological+Innovation.+Brookings+Institution+Press,+Washington,+DC.&ots=TUIZzoQMWW&sig=j3kzAOocUAakvfQ9-4ujW\\_gr880](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TLKDbvJX86YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Stokes,+D.E.,+1997.+Pasteur%27s+Quadrant:+Basic+Science+and+Technological+Innovation.+Brookings+Institution+Press,+Washington,+DC.&ots=TUIZzoQMWW&sig=j3kzAOocUAakvfQ9-4ujW_gr880) (May 12, 2016).
- Streimikienė, Dalia, Stasys Girdzijauskas, and Liutauras Stoškus. 2009. "Sustainability Assessment Methods and Their Application to Harmonization of Policies and Sustainability Monitoring." *Environmental Research, Engineering and Management* 48(2): 51–62.
- Supervisión, Comité de, and Bancaria de Basilea. 2014. *Informe Sobre Los Avances En La Aplicación Del Marco Regulator de Basilea*. <http://www.bis.org/>.
- Tainter, Joseph. 1990. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge University Press.
- Tao, Fulu, Masayuki Yokozawa, Yousay Hayashi, and Erda Lin. 2003. "Future Climate Change, the Agricultural Water Cycle, and Agricultural Production in China." *Agriculture, ecosystems & environment* 95(1): 203–15.
- Tobey, James A, and Henri Smets. 1996. "The Polluter-Pays Principle in the Context of Agriculture and the Environment." *The World Economy* 19(1): 63–87.
- Tsireme, A I, E I Nikolaou, Nikos Georgantzis, and K P Tsagarakis. 2012. "The Influence of Environmental Policy on the Decisions of Managers to Adopt G-

- SCM Practices.” *Clean technologies and environmental policy* 14(5): 953–64.
- Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. 2012. “Direccinamiento Institucional.”
- Valdes-Vasquez, Rodolfo, and Leidy E Klotz. 2013. “Social Sustainability Considerations during Planning and Design: A Framework of Processes for Construction Projects.” *Journal of Construction Engineering and Management* 1(139): 80–89.
- Vanhulst, Julien, and Adrian E. Beling. 2014. “Buen Vivir: Emergent Discourse within or beyond Sustainable Development?” *Ecological Economics* 101: 54–63. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800914000640> (July 18, 2014).
- Waddock, SA, and SB Graves. 1997. “The Corporate Social Performance-Financial Performance Link.” *Strategic management journal*. <http://www.jstor.org/stable/pdf/3088143.pdf> (April 14, 2016).
- Wagner, M, and S Schaltegger. 2004. “The Effect of Corporate Environmental Strategy Choice and Environmental Performance on Competitiveness and Economic Performance:: An Empirical Study of EU.” *European Management Journal*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237304000957> (April 14, 2016).
- Wang, Calvin, Elizabeth Walker, and Janice Redmond. 2007. “Explaining the Lack of Strategic Planning in SMEs: The Importance of Owner Motivation.”
- Warnaars, XS. 2012. “Why Be Poor When We Can Be Rich? Constructing Responsible Mining in El Pangui, Ecuador.” *Resources Policy*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420711000596> (April 12, 2016).
- WCED - World Commission for Environment and Development. 1987. “Our Common Future.” *Oxford University Press, Oxford*. [https://scholar.google.es/scholar?q=WCED+-+World+Commission+for+Environment+and+Development%2C+1987.+Our+Common+Future.+Oxford+University+Press%2C+Oxford.&btnG=&hl=es&as\\_sdt=0](https://scholar.google.es/scholar?q=WCED+-+World+Commission+for+Environment+and+Development%2C+1987.+Our+Common+Future.+Oxford+University+Press%2C+Oxford.&btnG=&hl=es&as_sdt=0)

%2C5#2 (May 12, 2016).

- Weingart, P. 1999. "Scientific Expertise and Political Accountability: Paradoxes of Science in Politics." *Science and public policy*. <http://spp.oxfordjournals.org/content/26/3/151.short> (May 12, 2016).
- Wilson, Jeffrey, Peter Tyedmers, and Ronald Pelot. 2007. "Contrasting and Comparing Sustainable Development Indicator Metrics." *Ecological Indicators* 7(2): 299–314.
- Winter, Robert S. 2000. *Manual de Trabajo En Equipo*. Ediciones D{\'i}az de Santos.
- Wolsink, M. 2006. "River Basin Approach and Integrated Water Management: Governance Pitfalls for the Dutch Space-Water-Adjustment Management Principle." *Geoforum*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718505000801> (April 12, 2016).
- World Commission on Environment Development, and (WCED). 1987. "Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development."
- Yang, J, C Ryan, and L Zhang. 2013. "Social Conflict in Communities Impacted by Tourism." *Tourism Management*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026151771200115X> (April 12, 2016).
- Yilmaz, AK, and T Flouris. 2010. "Managing Corporate Sustainability: Risk Management Process Based Perspective." *African journal of business management*. <http://search.proquest.com/openview/4223a12c47b1aba584e8858221c9af3e/1?pq-origsite=gscholar> (April 12, 2016).
- Yu, CC, and CS Chen. 2014. "From the Actual Practice of Corporate Environmental Strategy to the Creation of a Suggested Framework of Corporate Environmental Responsibility." *Environmental Engineering Science*. <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/ees.2012.0454> (April 28, 2016).
- Zhang, L.L., Wang, L., Tian, J.X., 2008. "Study on Sustainable Construction Management Based on LCA." In *International Conference on Construction on*

*Real Estate Management, Toronto, Canada.*, Toronto.

- Zhu, Zengyin, Ke Wang, and Bing Zhang. 2014. "Applying a Network Data Envelopment Analysis Model to Quantify the Eco-Efficiency of Products: A Case Study of Pesticides." *Journal of Cleaner Production* 69: 67–73.
- Zillen, L et al. 2008. "No Title." *Earth Sci. Rev.* 91(1): 77–92.
- Zingari, Pier Carlo. 2005. *Effective Watershed Management: A European Perspective*. In M. Achouri Y L. Tennyson, Eds. *Preparing for the next Generation of Watershed Management Programmes and Projects. Actas Del Taller Europeo Regional, Megève, Francia, 4 de Septiembre de 2002*. Roma. <http://www.fao.org/forestry/15434-0ddd314710c6f628656226b0f1efa72e8.pdf>.
- Zucchella, Antonella, and Sabine Urban. 2014. "Futures of the Sustainable Firm: An Evolutionary Perspective." *Futures* 63: 86–100.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. ENTREVISTA TESIS DOCTORAL



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Entrevista para la definición de variables y dimensiones de sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego**

### CUESTIONARIO

#### DATOS PERSONALES

- 1- ¿Cuál es el rol que desempeña dentro del proyecto?
  - a) Directivo:
  - b) Profesional:
  - c) Técnico
- 2- ¿Cuál es la etapa (s) del ciclo de vida del proyecto en dónde ha trabajado?
  - a) Estudios/Planificación:
  - b) Construcción:
  - c) Operación:
- 3- Experiencia profesional y experiencia con los aspectos del Desarrollo Sostenible

#### DIMENSIONES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

- 4- ¿Cuáles son las dimensiones o áreas en que se enfoca el desarrollo sostenible?
- 5- Proponga las dimensiones en que se enfoca la construcción sostenible de los proyectos estratégicos hídricos de riego
- 6- ¿De qué modo considera que debería evaluarse la sostenibilidad de los proyectos estratégicos hídricos de riego?

## VARIABLES DE SOSTENIBILIDAD

7- Proponga variables que considere pertinentes para alcanzar la sostenibilidad en los proyectos estratégicos hídricos de riego.

8- Proponga variables que considere pertinentes en los proyectos estratégicos hídricos de riego relacionadas con los aspectos económicos que contribuyan a alcanzar su sostenibilidad.

9- Proponga variables que considere pertinentes en los proyectos estratégicos hídricos de riego relacionadas con la actividad medioambiental que contribuyan a alcanzar su sostenibilidad.

10- Proponga variables que considere pertinentes en los proyectos estratégicos hídricos de riego relacionadas con la sociedad y la integración social que contribuyan a alcanzar su sostenibilidad.

11- Observaciones, críticas u opiniones

## ANEXO 2. ENCUESTA DE COMPLEMENTARIEDAD PROYECTOS HÍDRICOS DE RIEGO

|   |  |
|---|--|
|  <p style="font-weight: bold; text-align: center;">UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA<br/>PROYECTOS ESTRATÉGICOS HÍDRICOS DE RIEGO</p>  |  <p style="font-weight: bold; text-align: center;">SENESCYT<br/>Servicio de Estudios y Asesoría Técnica</p> |
| <p><b>INVESTIGACION SOBRE BRECHAS DE COMPLEMENTARIEDAD NO CONSTRUCTIVAS DE LOS PROYECTOS ESTRATÉGICOS HÍDRICOS DE RIEGO</b></p>   |  |
| <p>NOMBRE DEL ENCUESTADO: _____</p> <p>EMPRESA PARA LA QUE TRABAJA: _____</p> <p>NOMBRE(S) DEL PROYECTO(S) ESTRATÉGICO(S) EN DONDE HA PARTICIPADO: _____</p> <p>ROL QUE DESEMPEÑA(ÑO):    TECNICO    <input type="checkbox"/>    PROFESIONAL    <input type="checkbox"/>    DIRECTIVO    <input type="checkbox"/></p> <p>FASE DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO QUE EVALUA: (Escoger solo UNA fase)    PLANIFICACION    <input type="checkbox"/>    CONSTRUCCION    <input type="checkbox"/>    OPERACION    <input type="checkbox"/></p>  |  |
| <p>En base a las prácticas de <b>SOSTENIBILIDAD</b> presentadas a continuación, por favor <b>evalúe según su criterio y de acuerdo a la UTILIZACIÓN, DESEMPEÑO, GESTIÓN y CONTRIBUCIÓN que cada una de ellas tiene para usted a la hora de garantizar la sostenibilidad social, ambiental y económica del (los) Proyecto(s) Estratégico(s) Hídrico(s) de Riego que Usted ha participado</b>. Se considera un <b>proyecto SOSTENIBLE</b> cuando es financieramente viable, medio ambientalmente responsable y socialmente inclusivo.</p> |  |
| <p>Marque la Frecuencia de <b>UTILIZACIÓN</b> de cada práctica con una <b>X</b> según la siguiente escala: <b>Siempre(5), Casi Siempre(4), Algunas veces(3), Rara vez(2) y Nunca(1)</b>. En caso de <b>NO</b> ser de su competencia esa práctica en la Fase del Proyecto que está evaluando, marque en la casilla <b>NO APLICA</b></p>  |  |
| <p>Marque el nivel de <b>DESEMPEÑO</b> que cree alcanzar con una <b>X</b> según la siguiente escala: <b>Excelente(5), Muy Bueno (4), Competente (3), Necesita mejorar(2) y Deficiente(1)</b>. En caso de <b>NO</b> ser de su competencia esa práctica en la Fase del Proyecto que está evaluando, marque en la casilla <b>NO APLICA</b></p>   |  |
| <p>Marque el nivel de <b>GESTIÓN</b> que cree alcanzar con una <b>X</b> según se encuentre documentado el proceso de esta práctica, con la siguiente escala: <b>SI o NO</b>. En caso de <b>NO</b> ser de su competencia esa práctica en la Fase del Proyecto que está evaluando, marque en la casilla <b>NO APLICA</b></p>  |  |
| <p>Marque la <b>CONTRIBUCIÓN</b> con una <b>X</b> según la siguiente escala : <b>Muy Alta (5), Alta (4), Moderada (3), Baja (2) y Muy Baja (1)</b>.</p>   |  |





| 2   | PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES  | NIVEL DE UTILIZACION (Frecuencia con la que se contemplan o se implementa esta práctica en el proyecto) |                   |                    |               |            |              | NIVEL DE DESEMPEÑO (Cuán eficientemente se contemplan/implementa esta práctica en el proyecto) |           |            |                  |            |              | NIVEL DE GESTION (Tienen documentado el proceso de la práctica) |    |              | NIVEL DE CONTRIBUCION (Impacto posible de esta práctica para la sostenibilidad del proyecto) |      |          |      |          |
|-----|--|---|-------------------|--------------------|---------------|------------|--------------|--|-----------|------------|------------------|------------|--------------|---|----|--------------|--|------|----------|------|----------|
|     |  | Siempre (SI)  | Casi Siempre (SI) | Algunas veces (SI) | Rara vez (SI) | Nunca (NO) | NO APLICABLE | Excelente  | Muy bueno | Competente | Necesita mejorar | Deficiente | NO APLICABLE | SI  | NO | NO APLICABLE | Muy Alta   | Alta | Moderada | Baja | Muy Baja |
|     | Plan o programa para controlar la generación y eliminación de desperdicios y escombros                               | 5   | 4                 | 3                  | 2             | 1          | 0            | 5  | 4         | 3          | 2                | 1          | 0            |   |    | 0            | 5  | 4    | 3        | 2    | 1        |
| 2.1 | Plan o programa de control ambiental del impacto provocado por la desviación de la corriente (Longitud y Alcance)    |   |                   |                    |               |            |              |  |           |            |                  |            |              |   |    |              |  |      |          |      |          |
| 2.2 | Monitoreo de la cantidad de lodo en la corriente antes, durante y después de la ejecución del proyecto               |   |                   |                    |               |            |              |  |           |            |                  |            |              |   |    |              |  |      |          |      |          |
| 2.3 | Plan o programa de monitoreo de alteraciones de la calidad del aire, agua superficial/ subterránea, acústica y suelo |   |                   |                    |               |            |              |  |           |            |                  |            |              |   |    |              |  |      |          |      |          |
| 2.4 | Plan o programa para preservar los parques nacionales existentes hasta a 10 km a la redonda desde el proyecto        |   |                   |                    |               |            |              |  |           |            |                  |            |              |   |    |              |  |      |          |      |          |
| 2.5 |  |   |                   |                    |               |            |              |  |           |            |                  |            |              |   |    |              |  |      |          |      |          |









## ANEXO 3. COMUNICACIÓN PARA CONGRESO AEIPRO, SELECCIONADA PARA LECTURE NOTES DE SPRINGER

# Identification and measurement of complementarity variables in strategic projects of water irrigation from the sustainability practices. Case: Republic of Ecuador

Gallardo Galo<sup>1</sup>, Melia Elena<sup>2</sup>, García Marta<sup>3</sup>, Artacho Miguel<sup>4</sup>

**Abstract:** Based on the assessment of water resources in Ecuador and strategic water projects in this country, questions were raised about the need to complement these projects under the sustainability approach, effectively balancing the original intentions, needs and environments with the services currently offered. To do so, 32 variables of complementarity were identified and characterized: 7 economic variables, 11 environmental variables and 14 social variables. These variables were used to perform an expert panel assessment of 16 strategic projects from the irrigation water sector in Ecuador. Experts assessed the current implementation of such practices, the performance level achieved and their relative importance. The results allow to identify, assess and prioritize gaps in such projects, in existing complementarity from the initial planning stages, providing a basis to address these gaps in future projects.

**Keywords:** Sustainability; Complementarity Variables; Complementarity Gaps; Strategic Projects; Irrigation Projects

## 1 Introduction

Those projects, which due to their importance and magnitude have decisive economic, social, political or environmental influence, are identified as strategic projects (also known as flagship projects) within which water projects are included. These projects should be oriented to the full development of rights and social interest. Given their importance, in the Republic of Ecuador they are contained in the Art. 313 of the Constitution of Ecuador (2008). Water projects can also be undertaken for various purposes: drinking water, irrigation, hydropower or multipurpose. This research focuses on water irrigation projects, and for this purpose, 16 projects in the Republic of Ecuador were studied. This work has been possible thanks to the collaboration provided by the Ecuadorian national water authorities.

---

<sup>1</sup> Galo Fernando Gallardo Carrillo (✉ e-mail: galorisk@gmail.com)  
Grupo s/Grupo. Dpto. Administración de Empresas. Facultad de Ciencias Administrativas. Universidad Central del Ecuador.  
Avenida Universitaria S/N, 170118 Quito.

<sup>2</sup> Elena Meliá Martí (✉ e-mail: emeliama@esp.upv.es)  
Grupo s/Grupo. Dpto. Centro de Investigación en Gestión de Empresas CEGEA. Facultad de Administración y Dirección de Empresas. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera S/N, 46022 Valencia.

<sup>3</sup> Marta García Mollá (✉ e-mail: mgarmo@esp.upv.es)  
Grupo Centro Valenciano de Estudios sobre el Riego CVER. Dpto. de Economía y Ciencias Sociales. Facultad de Administración y Dirección de Empresas. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera S/N, 46022 Valencia.

<sup>4</sup> Miguel Ángel Artacho Ramírez (✉ e-mail: miarra@dpi.upv.es)  
Grupo de Teoría del Proyecto y sus Aplicaciones. Dpto. de Proyectos de Ingeniería. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera S/N, 46022 Valencia.

The projects have a reality in the planning stage and other when they are being developed or after completion; this causes a deficit on the services which are finally offered and a gap between the original intentions and the current needs, generating outbreaks of civil unrest and operating conditions not suitable for their installed capacity. This situations cause gaps of complementarity which can be **Non-constructive or Constructive**.

Non-Constructive gaps are those that emerge when trying to effectively balance the original intentions, current needs and environments with the services offered by the infrastructure finally built, while Constructive gaps are the differences that occur when comparing the planned constructive processes of the project infrastructure with their status during the construction stage, if these gaps do not allow to achieve the constructive objectives of the project. Some examples are: items originally not included in the planning but essential for the completion and operation of the civilian infrastructure, work volumes not included in the original plan, adequacy of materials and technologies used to optimize construction processes and implementation of contingency plans for unforeseen events or force majeure. All these gaps are collected through work orders that after being approved are implemented and become part of the final work of infrastructure. They are included in the final acceptance of the project and, thus, become part of the final budget that generally differs from the originally planned budget.

The aim of this study is the measurement of **Non-Constructive Gaps**. The best sustainability practices of non-constructive variables were chosen to be evaluated in the strategic water irrigation projects, for the economic, environmental and social complementarity characteristics of the built infrastructures (ECLAC, 2001). The measurement and evaluation of the non-observance and /or unfulfilment of these practices or variables will help identify the different types of non-constructive gaps generated in water and irrigation projects, which simultaneously pose risks for the sustainability achievement of the project.

Therefore, the Non-Constructive Variables, hereafter referred as Complementarity Variables, or in other words, the sustainability variables, are the vehicle that allows to calculate the Non-Constructive Complementarity Gaps.

The complementarity variables were obtained from a scientific documentation review containing studies on sustainability indicators, which provided the basis for identifying the best sustainability practices applicable to irrigation projects in the water sector. These were finally validated by industry experts and the opinion of the authors.

## ***1.1 THE STATE OF THE ART IN THE COMPLEMENTARITY VARIABLES***

A large amount of information was found in the scientific literature reviewed, on the development, generally by the central governments, of scale or national coverage indicators. Moreover, civil society's organizations and sectoral or territorial government departments have been developing sustainability indicators that highlight local (cities), regional (basin, bays), thematic (e.g. biodiversity, water) or sectoral (energy, transport, agriculture) phenomena (ECLAC, 2001). Two research projects, were also found, that aim to create a standard for indicator systems used to evaluate sustainability in the construction sector and try to solve the problems posed by the diversity of indicator systems co-existing in this sector. One is the research project LEnSE (Sixth Research Programme of the EU), and the other is supported by the WCCE (World Council of Civil Engineers). Fernández G (2010) states that for more than a decade the concept of sustainable planning, based on the Agenda 21 program, has been applied to urban and building planning. In fact, a significant number of studies have focused their analysis on the environmental and economic dimensions of sustainability; however, there are few studies regarding the social dimension and even less studies applied to the construction sector (Fernandez G, Rodriguez F, 2010). Therefore, the term "sustainable construction" was focused almost exclusively on buildings, and gradually, sustainability goals have been introduced in civil engineering projects (Valdes R, Klotz E, 2013). In this new context, sets of sustainability indicators found for civil engineering projects, have been used in bridges and viaducts such as the SUSAIIP model (Sustainability Appraisal in Infrastructure Projects) consisting of criteria identified through interviews and surveys to participants in the different stages of the project life cycle (Ugwu O, Kumaraswamy M, Wong A, 2006); and ETI (Technical Sustainability Index) proposed by Dasgupta S, Tam K (2005), where indicators have been created based on the existing scientific literature. Sustainability indicators, mainly related to water irrigation projects, have been

reported for hydroelectric projects and are collected in the article Sustainability indicators for run of the river (RoR) hydropower projects in hydro rich regions of India (Kumar D, Katoh S, 2014), including 20 social, 22 environmental and 19 economic indicators, from 22 different scientific articles.

Consequently, given that the construction sector is moving towards an increase and a development of the series and the type of social, economic and environmental indicators (Zhang L, Wang L, Tian JX, 2008); and that the development of categories or sets of appropriate indicators for common types of civil infrastructure systems could streamline the sustainability analysis (Dasgupta S, Tam K 2005), it is important to identify sustainability good practices, specifically for water projects of the irrigation sector that can be used for identification and measurement of a smaller number of indicators for the sustainable management of water irrigation projects. This has to be done from the point of view of binding or third generation indicators, because they represent the most important challenges concerning the state of the art review of environmental sustainability and sustainable development indicators performed by the Division of Environment and Human Settlements, which was published by the United Nations in 2001.

## 1.2 THE WATER BASINS IN THE REPUBLIC OF ECUADOR

The water basins of the Republic of Ecuador with abundant renewable water flow from two hydrographical groups: the Pacific and the Amazon. They offer 430.2 Km<sup>3</sup> / year of available water resources (AWR) and 143.4 Km<sup>3</sup> / year of usable water resources (UWR), and they do not show signs of shortages at the construction stage of 16 strategic mega projects of the irrigation water sector during the 2012-2017 period. According to a recent research, (a summary is shown in Table 1) only 3.72% of UWR (Gallardo G, Melia E, García M, 2014) will be used. On the other hand, the referential investment goals in water megaprojects that the Ecuadorian government is planning to implement through the National Water Secretariat (SENAGUA) in the period 2012-2017, reach 2745.94 million dollars over these two basins. The increase of consumptive and non-consumptive demands that these constructions will generate, raises questions about the need to supplement water projects and efficiently balance the original intentions, needs and current environments, with the finally offered services, with a focus on sustainability and about the inherent risks that need to be identified, monitored, evaluated and mitigated.

**Table 1** Criteria for determine water scarcity in Ecuador.

|                   |                    |   |   |  |   |
|-------------------|--------------------|---|---|--|---|
| FALKENMARK (1989) | Availability Index | Renewable Water Resources (which are considered constant over time) / population. | 1.000 m <sup>3</sup> and 2.000 m <sup>3</sup> /person/year              | Country has water problems (UK, India, Pakistan, and Tanzania) | <b><u>Ecuador 29.700 m<sup>3</sup>/person/year . No scarcity problems</u></b>                   |
|                   |                    |   | Less than 1.000 m <sup>3</sup> /person/year                             | Country suffers water scarcity                                 |   |
| Otros ONU (1997)  | Level regulation   | Consumption / Renewable Water Reserves in an area in a given year                 | When the freshwater use exceeds 10% of annual Renewable Water Resources | Country, begins scarcity                                       | <b><u>Ecuador 143,4 Km<sup>3</sup> UWR Used/year, will use 3,717%. No scarcity problems</u></b> |
|                   |                    |   | When over 20% of annual Renewable Water Resources                       | Country with pronounced scarcity                               |   |

**SOURCE:** (FALKENMARK M, 1989), (ONU / UNITED NATIONS, DEPARTMENT FOR POLICY COORDINATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (DPCSD), 1997)

**ELABORATION:** PREPARED BY THE AUTHORS

These facts allow justifying this study proposal, to potentiate and optimize water projects through the reduction of risks caused by no-constructive gaps before, during and after construction, with a sustainability approach.

## 2 OBJECTIVES

### Research general purpose:

Identify, characterize, measure and prioritize the complementarity variables in strategic irrigation projects, through the case study of the strategic water irrigation projects in the Republic of Ecuador.

### Specific research objectives:

**SPECIFIC OBJECTIVE I SO I.** Identify and characterize the complementarity variables in the strategic projects of the irrigation water sector.

**SPECIFIC OBJECTIVE II SO II.** Measure and prioritize by their use and performance the complementarity variables identified in the strategic projects of the irrigation water sector.

**SPECIFIC OBJECTIVE III SO III.** Identify groups, among the 16 strategic water irrigation projects in the Republic of Ecuador, with similar average performance levels of the economic, environmental and social variables used in the study.

## 3 METHODOLOGY

The steps for this research were closely linked with the sequential implementation of the specific objectives as follows:

**SO I.-** To identify and characterize the complementarity variables, the best sustainability practices applicable to projects in the irrigation water sector were used, obtained through a review of the scientific literature, and subject to the industry experts criteria and the authors' experience prior to their definition and final characterization.

**SO II. -** The identified complementarity variables were measured in their State of Actual Situation through surveys to managers, executives and technical and operational staff involved in some stage of the life cycle of the 16 strategic projects of irrigation water in the Republic of Ecuador, from the year 2011 on, and their prioritization was made according to their use and practical performance to achieve project sustainability.

**SO III. -** A hierarchical cluster analysis was performed to group projects with similar results in the average performance levels of the economic, environmental and social variables.

## 4 MATERIALS AND METHODS

### How are the Complementarity Variables identified?

Complementarity variables were identified and characterized through the review of scientific documentation containing studies on sustainability indicators. To do this, the Sustainability Reporting Guidelines G3.1 and G4 Global Reporting Initiative (2011) and (2013) were reviewed, finding 9 indicators of economic performance, 30 environmental, 14 of labor practices and work ethic, 11 of human rights, 8 of society, and 9 of product, for a total of 81. And for G4, 91 indicators in total were found. Moreover, 49 indicators for hydroelectric projects were reviewed, as suggested by Kumar D, Katoch S (2014), in addition to the 61 indicators reported in 22 different scientific articles, complemented with a review of studies on environmental impact of water projects. This review yielded the best sustainability practices applicable to projects in the irrigation water sector, which were subsequently filtered and validated by industry experts and the opinion of the authors. Finally, 32 variables or sustainability practices (detailed in Results **Table 4**) were identified.

## How are the Complementarity Variables measured?

The difference between the Actual State and the Projected State, gives as a result the magnitude of the Complementarity Variable.

The Actual State of the complementarity variables measurement at a given time was obtained from surveys to experts from the irrigation water sector in the Republic of Ecuador, involved in some stages of their life cycles: planning, construction or operation. They issued their assessments and comments on 32 identified good sustainability practices, for 16 irrigation water projects; and they were compared with the Projected State, which is set based on the optimal parameters/ thresholds of usage for these good sustainability practices, to establish the state of the art in the application of these practices.

The activity levels measurement for each of the complementarity variables in their actual state was based on two parameters: the usage level and the performance level, and they were obtained from a survey designed with quantitative assessment scales. The results were compiled in a Gap Assessment Matrix with 32 variables and 2 levels of activity.

The performance level was chosen to evaluate usage quality of the variables, because being used, does not guarantee efficient use, and to that end, the following scales were used:

**Table 2** Measuring scales

| <b>LEVEL OF UTILIZATION (Frequency use this practice in the project)</b>   |                            |                        |                        |                   |                     |
|--|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Always (YES)</b>  | <b>Almost always (YES)</b> | <b>Sometimes (YES)</b> | <b>Rarely (YES)</b>    | <b>Never (NO)</b> | <b>Do not apply</b> |
| <b>5</b>   | <b>4</b>                   | <b>3</b>               | <b>2</b>               | <b>1</b>          | <b>0</b>            |
| <b>PERFORMANCE LEVEL (How efficiently do this practice in the project)</b> |                            |                        |                        |                   |                     |
| <b>Excellent</b>   | <b>Great</b>               | <b>Competent</b>       | <b>Need to improve</b> | <b>Deficient</b>  | <b>Do not apply</b> |
| <b>5</b>   | <b>4</b>                   | <b>3</b>               | <b>2</b>               | <b>1</b>          | <b>0</b>            |

The column “Do not apply” was included for those cases in which the evaluated variable was not of the interviewee’s competence, for that stage of the life cycle.

### Sample size:

The study originally included 16 strategic water projects containing the irrigation component in the Republic of Ecuador which were in the planning or construction life cycle stages. At the study’s starting date, 10 were in the planning stage and the remaining 6 under construction. They constituted, at that point, the entire strategic water projects that contained the irrigation component in these life cycle stages. In April 2015, the Chongón Diversion Project - San Vicente entered the operation stage. Finally, of the remaining 15 projects that were evaluated, it was not possible to assess the Puruhanta - Pimampiro - Yahuarcocha project, reported in April 2015 by the PWC public water company as non-viable; instead, the Baba Multipurpose Project (currently in operation) was assessed in its planning stage, according to details in **Table 3**.

**Table 3** List of Evaluated Projects

| No. | PROYECTO   |
|-----|--|
| 1   | CONTROL DE INUNDACIONES MILAGRO CIM  |
|     | PROYECTO MULTIPROPÓSITO PURUHANTA-PIMAMPIRO-YAHUARCOCHA                        |
| 2   | PROYECTO MULTIPROPÓSITO JAMA   |
| 3   | PROYECTO PROPÓSITO MÚLTIPLE COAQUE   |
| 4   | PLAN DE APROVECHAMIENTO Y CONTROL DE AGUA DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS PACALORI |
| 5   | ESTUDIOS: PROYECTO DE TRASVASE RIO DAULE - PEDRO CARBO (INP)                   |
| 6   | PROYECTO MULTIPROPÓSITO TUMBABIRO  |
| 7   | PROYECTO MULTIPROPÓSITO PUMA   |
| 8   | PROYECTO CHALUPAS  |
| 9   | OPTIMIZACIÓN PROYECTO MULTIPROPÓSITO TAHUÍN                                    |
| 10  | TRASVASE DAULE – VINCES (DAUVIN)   |
| 11  | TRASVASE CHONGÓN –SAN VICENTE  |
| 12  | CONTROL DE INUNDACIONES BULUBULU   |
| 13  | CONTROL DE INUNDACIONES CAÑAR  |
| 14  | CONTROL DE INUNDACIONES NARANJAL   |
| 15  | MÚLTIPLE CHONE   |
| 16  | MULTIPROPOSITO BABA  |

SOURCE: PUBLIC WATER COMPANY OF ECUADOR EPA.

### Interviewed people

In order to get the more real results for the 16 studied projects, 16 surveys were distributed between project managers and professionals of both the PWC and its counterpart (construction and inspection companies) and their results, which included the pronouncement of 16 industry experts, were obtained.

### How were the levels of usage and performance of the identified variables in each of the 16 water projects verified?

Based on the calculation of the different projects' average performance levels in the economic, environmental and social dimensions and using a hierarchical cluster analysis, project groups with similar variables performance levels were identified. This was done for projects belonging to the same group and different projects belonging to different groups. To this end, the between-group method and squared Euclidean distance measure were used.

## 5 RESULTS:

**SO I.** As a final result, a total of 32 complementarity variables or sustainability practices were identified, which were divided into 7 economic variables, 11 environmental variables and 14 social variables, detailed in **Table 4**.

**Table 4** Variables of Complementarity

| 1    | ECONOMIC PRACTICES   |
|------|--|
| 1.1  | Having enough reliable financial flows   |
| 1.2  | Having financing for cases of unforeseen unconstructive as resettlement, rehabilitation of people affected, road construction/additional routes  |
| 1.3  | Including in the initial budget funding for development of agricultural activities (crop changes and improvements, training in irrigation, increased production and marketing)   |
| 1.4  | Including in the initial budget funding for plans and/or programs that contribute to generating positive economic impacts over trade, industry and tourism in the region   |
| 1.5  | Including in the initial budget funding for plans and / or environmental and social programs   |
| 1.6  | Having timely funding sources  |
| 1.7  | Consider public assistance and/or subsidies to fund productive activities of vulnerable groups   |
| 2    | ENVIRONMENTAL PRACTICES  |
| 2.1  | Plan or program to control the generation and disposal of waste and debris   |
| 2.2  | Plan or environmental control program of the impact caused by the stream deflection (Length and Scope)   |
| 2.3  | Monitoring the amount of slime in the stream before, during and after project implementation   |
| 2.4  | Plan or monitoring program of air quality, surface / ground water, acoustic and ground changes   |
| 2.5  | Plan or program to preserve existing national parks up to a 10 km radius from the project  |
| 2.6  | Plan or prevention program for environmental damage caused by mining operations in quarries  |
| 2.7  | Plan or program for the preservation of ecological flow and impact on aquatic life.  |
| 2.8  | Plan or preservation program for land animal and bird species  |
| 2.9  | Plan or Program for identification and control of risk areas subject to natural disasters (landslides, floods, earthquakes ...)  |
| 2.10 | Raising awareness of climate change threats  |
| 2.11 | Conducting environmental audits and socio-environmental control  |
| 3    | SOCIAL PRACTICES   |
| 3.1  | Plan or program for direct formal employment generation.   |
| 3.2  | Make a cadastre and theme mapping of: spatialization and spatial analysis of lack of airport infrastructure, electricity, health, tourism, industry, communication; socio-cultural analysis of health and education coverage; PEA, housing vulnerability, basic services availability. |
| 3.3  | Management plan for people displaced by the project  |
| 3.4  | Management plan for warm public space (parks, gardens, hospitals, schools) and other quality basic services  |
| 3.5  | Plan or program for conflict resolution between local people and migrant workers   |
| 3.6  | Identify and assess the impact on transport and communication means and infrastructure.  |
| 3.7  | Practices to prevent housing damage due to operations (blasting, earthmoving)  |
| 3.8  | Actions to avoid possible time losses, movement restrictions or changes during the execution of the project  |
| 3.9  | Plan or program to preserve cultural heritage of the area  |
| 3.10 | Plan or program to promote community cohesion and identity as well as integration and participation of minorities  |
| 3.11 | Efficient and coordinated participation and activity of local, regional and national authorities   |
| 3.12 | Anti-corruption policies and procedures employee training  |
| 3.13 | Include local community participation in decision-making   |
| 3.14 | Plans or programs to improve the living standards of the population in the area affected by the project  |

PREPARED BY THE AUTHORS

### 5.1 VARIABLES RESULTS

**SO II.** - Results obtained from the measurement and prioritizing of variables by usage frequency and performance level are presented below.

#### USAGE FREQUENCY OF ECONOMIC VARIABLES

| VARIABLE | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Usage    | 16   | 14  | 11  | 13  | 15  | 14  | 15  |
| NO Usage | 0    | 2   | 5   | 3   | 1   | 2   | 1   |
| % Usage  | 100% | 88% | 69% | 81% | 94% | 88% | 94% |

## USAGE FREQUENCY OF ENVIRONMENTAL VARIABLES

| VARIABLE | 8    | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Usage    | 16   | 13  | 14  | 13  | 11  | 13  | 11  | 12  | 13  | 12  | 13  |
| NO Usage | 0    | 3   | 2   | 3   | 5   | 3   | 5   | 4   | 3   | 4   | 3   |
| % Usage  | 100% | 81% | 88% | 81% | 69% | 81% | 69% | 75% | 81% | 75% | 81% |

## USAGE FREQUENCY OF SOCIAL VARIABLES

| VARIABLE | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28   | 29  | 30  | 31  | 32 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|
| Usage    | 13  | 10  | 12  | 8   | 10  | 10  | 11  | 12  | 12  | 11   | 16  | 14  | 10  | 12 |
| NO Usage | 3   | 6   | 4   | 8   | 6   | 6   | 5   | 4   | 4   | 5    | 0   | 2   | 6   | 4  |
| % Usage  | 81% | 63% | 75% | 50% | 63% | 63% | 69% | 75% | 69% | 100% | 88% | 63% | 75% |    |



**HIGH LEVEL USE** > = 85%

**MIDDLE LEVEL USE** > = 70% and <85%

**LOW LEVEL USE** <70%

## PERFORMANCE LEVEL OF ECONOMICS VARIABLES

| VARIABLE  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AVERAGE   | 4,2500 | 4,0000 | 3,5625 | 3,5625 | 3,8750 | 3,8750 | 3,6875 |
| STD. DEV. | 0,4472 | 0,5164 | 0,9639 | 1,0308 | 0,7188 | 0,6191 | 0,7932 |

## PERFORMANCE LEVEL OF ENVIRONMENTAL VARIABLES

| VARIABLE  | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AVERAGE   | 4,0625 | 3,8000 | 3,7500 | 3,8125 | 3,6250 | 3,7500 | 3,6875 | 3,6250 | 3,6875 | 3,6250 | 3,6250 |
| STD. DEV. | 0,4425 | 0,6761 | 0,6831 | 0,5439 | 0,6191 | 0,5774 | 0,7932 | 0,8062 | 0,7932 | 0,7188 | 0,8851 |

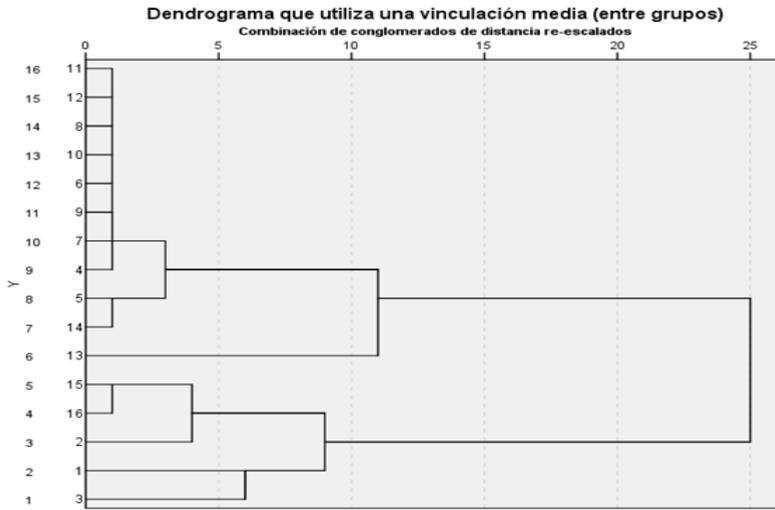
## PERFORMANCE LEVEL OF SOCIAL VARIABLES

| VARIABLE  | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     | 30     | 31     | 32     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AVERAGE   | 3,6250 | 3,2667 | 3,3125 | 3,0000 | 3,0667 | 3,1875 | 3,3333 | 3,6000 | 3,2500 | 3,4375 | 3,9375 | 3,7500 | 3,3125 | 3,3125 |
| STD. DEV. | 0,7188 | 1,2228 | 1,1955 | 1,2111 | 1,2228 | 1,1673 | 1,1127 | 0,8281 | 1,2910 | 1,0935 | 0,2500 | 0,7746 | 0,9465 | 1,3022 |

## 5.2 PROJECT RESULTS

SO III. - Two projects performance levels were obtained after the cluster analysis are shown:

| AVERAGES                            | CONGLOMERATE 1                      | CONGLOMERATE 2               |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
|                                     | PROJECTS: 4,5,6,7,8,9,10,11,12 y 13 | PROJECTS: 1,2,3, 14, 15 y 16 |
| PERFORMANCE Economics variables     | 4,071                               | 3,429                        |
| PERFORMANCE Environmental variables | 4,036                               | 3,220                        |
| PERFORMANCE Social variables        | 3,950                               | 2,452                        |



## 6 DISCUSSION OF RESULTS

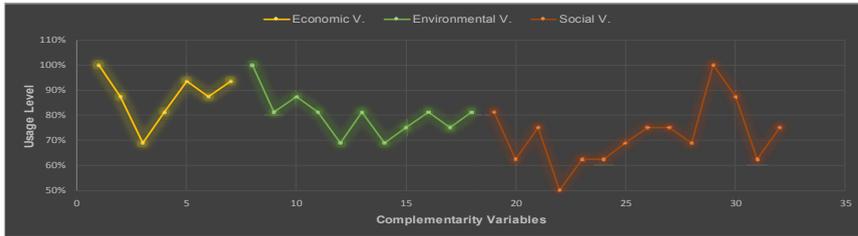
### 6.1 DISCUSSION PER VARIABLE

The results of the level of use of the 32 complementarity variables indicate that, according to experts, 19 variables have medium and high usage in situ; namely, they are used in over 70% of the projects. Only the remaining 7 variables, mostly social as shown in **Figure 1**, have a low usage rate. That is to say, that they are used in less than 70% of the projects but not less than in 50% of the projects. This means, for example, for the extreme cases, that the practice or economic variable "Having enough reliable financial flows" is used in 100% of the projects, whereas the social practice of 'management of public space (gardens parks, hospitals, schools) and other quality basic services' is used in 50% of projects. These results are interpreted as a validation of the choice of practices identified by reviewing scientific literature, for 79% of practices have a high and medium level of usage and only a social practice is used only in 50% of the projects.

| VARIABLES     | No. |  | USAGE RATE IN SITU |
|---------------|-----|--|--------------------|
| ECONOMIC      | 3   | Including in the initial budget funding for development of agricultural activities (crop changes and improvements, training in irrigation, increased production and marketing) | 69%                |
| ENVIRONMENTAL | 5   | Plan or program to preserve existing national parks up to a 10 km radius from the project  | 69%                |
| SOCIAL        | 4   | Management plan for warm public space (parks, gardens, hospitals, schools) and other quality basic services  | 50%                |
|               | 5   | Plan or program for conflict resolution between local people and migrant workers   | 63%                |
|               | 6   | Identify and assess the impact on transport and communication means and infrastructure.  | 63%                |
|               | 7   | Practices to prevent housing damage due to operations (blasting, earthmoving)  | 69%                |
|               | 13  | Include local community participation in decision-making   | 63%                |

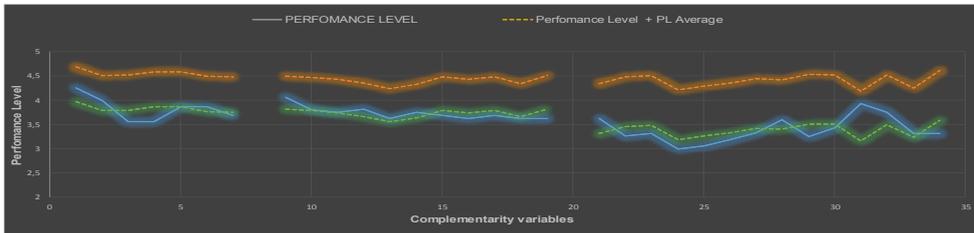
**Figure 1** Variables with low usage rate

The results mentioned above are confirmed in **Figure 2**, where a slight tendency of less use of the environmental and social variables is shown, when comparing to the economic variables. This is consistent with the evolution of the variables' use, as historically financial profitability was privileged with a clear focus on economic and financial feasibility over the environmental and social.



**Figure 2** Level of Usage of Complementarity Variables

**Figure 3** shows that the economic variable 1, which obtained a high use rate, is executed and /or implemented with the average variable efficiency within its sector, confirming the consistency of the results. The 12 variables which are not covered or not running as efficiently as the average of other variables in the sector, are respectively the following variables: Economic 3 and 4, environmental 8, 9 and 11, and Social 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 9, coinciding mostly with low use variables. These results emphasize the need to work on their training and management. This is the case of the particular behavior of the economic variable 3 "Contemplating in the initial budget for financing agricultural development activities (conversion and crop improvements, training in irrigation, increased production and marketing)", which in addition to having a low use rate, is executed below the average level of efficiency of the variables in its sector and, therefore, generates greater risk of gaps of complementarity.



**Figure No. 3:** Average Performance Level of the Complementarity Variables

## 6.2 DISCUSSION PER PROJECT

Analysing the performance level results for each of the 16 projects, two large groups of projects were obtained. The first group comprised 10 projects which were the majority. The second group, with a clear dispersion of average performance levels as shown in **Figure 4**, comprised 6 projects: 1, 2, 3, 14, 15 and 16, which have in common that they are implanted in the river basins of the Pacific slope, where 80% of the Ecuadorian population are based and where social and environmental practices have not been adequately addressed. In the second phase, by increasing the number of experts interviewed, it is expected to identify new groups of projects with similar patterns of performance level.

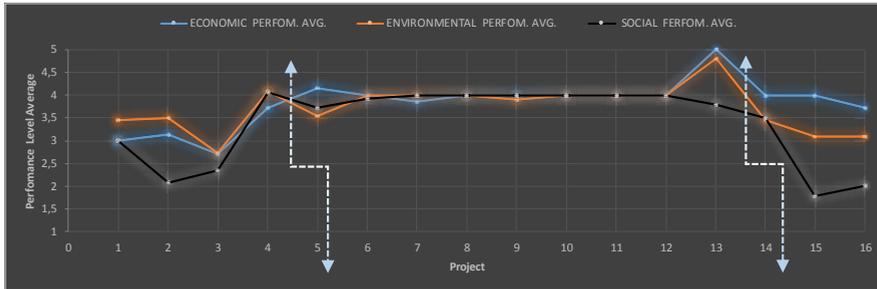


Figure 4 Average level of Complementarity variables Performance per Project

## 7 CONCLUSIONS

After reviewing the scientific literature containing sustainability indicators studies and with the input from experts in the water sector, 32 variables applicable to complementary strategic water irrigation projects were identified (7 economic, 11 environmental and 14 social).

There were only seven variables or practices that were identified by experts in the field with a low use rate, less than 70% of use: 1 economic, 1 environmental and 5 social. The remaining 24 variables that represent 79% of all variables (the majority) have a medium and high frequency of use, over 70%. These results minimize the risk of getting a wrong sustainability indicator by using 32 identified variables, ensuring the continuity of the study with a broader base of experts to interview.

From the study of the complementarity variables, in 16 projects in the Republic of Ecuador, 2 groups of projects with common characteristics were identified. The first group consists of 10 projects that have a high economic performance and moderate environmental and social performance, which for the case study was the majority (Nos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 and 13). The second group, 37.5%, comprises the remaining 6 projects which have a moderate level of performance in the economic and environmental variables, and low social performance, in the case of study (Nos. 1, 2, 3, 14, 15 and 16) and they have in common that they were implemented in the water basins of the Pacific slope, where 80% of the population is based, and, therefore, the most populated water basins trigger higher social and environmental demands.

Finally, the results obtained through the behavior of the complementarity variables identified, applied to strategic irrigation projects in the Republic of Ecuador, allow encouraging the study continuity in order to develop an algorithm that calculates the gaps of unconstructive complementarity. This algorithm may be useful for policy and decision makers on such water projects, to help the sustainable development of water irrigation projects implemented in natural regions and concrete water basins of Ecuador and throughout the world in general.

## 8 REFERENCES

- Asamblea Nacional Constituyente, República del Ecuador. 2008. *Constitución Del Ecuador*. Ecuador.
- Dasgupta S, Tam K (2005). Indicators and framework for assessing sustainable infrastructure. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(1), 30-44.
- ECLAC (2001). Indicators of environmental sustainability and sustainable development: State of the Art and Perspectives in the United Nations (Ed.) *Environment and Human Settlements* Division (1-116 pp.). Santiago de Chile: United Nations.

- Falkenmark, M (1986). Fresh waters as a factor in strategic policy and action. In A. Westing (Ed.). *Global resources and international conflict: environmental factors in strategic policy and action* (pp. 85-113). New York: Oxford University Press.
- Fernández G, Rodríguez F (2010). A methodology to identify sustainability indicators in construction project management. Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, 10(6), 1193–1201.
- Gallardo G, Meliá E, García M, (2014, January). Brechas de complementariedad para los proyectos estratégicos del sector hídrico en la República del Ecuador. En aspectos socioeconómicos (Mesa), 7th International Perspective on Water Resources and the Environment, presented in The Environmental & Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers, Quito, Ecuador. [www.ewricongress.org](http://www.ewricongress.org).
- Initiative, Global Reporting. (2011). *Guía Para La Elaboración de Memorias de Sostenibilidad. G3.1.* (pp. 1-199). Amsterdam: Stichting Global Reporting Initiative (GRI), <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Spanish-G3.1-Complete.pdf>.
- Initiative, Global Reporting (2013). *Guía Para La Elaboración de Memorias de Sostenibilidad. G4.* (pp. 1-93). Amsterdam: Stichting Global Reporting Initiative (GRI). <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Spanish-G4-Part-One.pdf>.
- Kumar D, Katoch S (2014). Sustainability indicators for run of the river (RoR) hydropower projects in hydro rich regions of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 101–8.
- ONU / United Nations (1997). Department for policy coordination and sustainable development (DPCSD), Commission on Sustainable Development. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World.
- Ugwu O, Kumaraswamy M, Wong A (2006). Sustainability appraisal in infrastructure projects (SUSAIP): Part 1. Development of indicators and computational methods *Automation in Construction*, 15 (2), 239-51.
- Valdes R, Klotz E (2013). Social sustainability considerations during planning and design: A framework of processes for construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1(139), 80–89.
- Zhang L, Wang L, Tian JX (2008). Study on sustainable construction management based on LCA. In International Conference on Construction on Real Estate Management, Toronto, Canada.

