

Evaluación del valor de la información en la aplicación de instrumentos económicos y su aporte en la toma de decisiones en cuanto a la gestión del recurso hídrico en Colombia.

Caso de estudio: Distrito de Riego de Saldaña, Tolima.

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN DE TESIS DE DOCTORADO EN INGENIERIA CIVIL

Estudiante: Pedro Javier Aldana Bello

I.C. M.S Estudiante

Director: Erasmo Alfredo Rodriguez Sandoval

IC. M.S Ph.D Ingeniería Civil

Contenido

1. Estado del Arte.
2. Marco Teórico.
3. Planteamiento del Problema.
4. Fundamento Básico.
5. Pregunta Principal.
6. Preguntas Derivadas.
7. Instrumentos Económicos.
8. Metodología.
9. Caso de Estudio.

I. Estado del Arte.



(1.979. Hirshleifer & Riley, USA). Marco Teórico para el análisis del rol de la INFO. Toma de Decisión bajo Incertidumbre.
2 Estados – 2 Acciones. Inferencia Bayesiana.



(2.002. Yuejian et al. Bélgica). Gastos esperados E.

$$\text{Valor Económico} = \frac{(E \text{ clima} - E \text{ pronostico})}{(E \text{ clima} - E \text{ p.perfecto})}$$



(2.006. Roulin. USA). VOI – Sistema de Predicción Hidrológica Tipo Ensemble.
VOI vs Predicciones de Inundación. VOI vs Alertas Tempranas.
VOI Pronostico cae dramáticamente con la selección inapropiada de un limite de probabilidad.

I. Estado del Arte. (2.006. Macauley. USA)



La INFO no tiene valor:

Las posibilidades para el tomador de decisión son extremas 0 - 1
No hay costos asociados a tomar una decisión equivocada.
Las acciones pueden ser tomadas sin requerir INFO.



La INFO tiene valor bajo:

Las posibilidades del tomador de decisión están cerca a los valores extremos.
Los costos de tomar una decisión equivocada son bajos.
Las acciones a tomar requiriendo INFO son muy limitadas.



La INFO tiene valor alto

Las posibilidades del tomador de decisión están cerca a valores medios.
Los costos de tomar una decisión equivocada son altos.
Las acciones a ser tomadas requiriendo INFO son muy sensibles.

I. Estado del Arte.



(2.008. Cerda & Quiroga. España). VOI Pronostico Climático.

Relacion positiva entre VOI y la disminución del riesgo.

Un sistema de pronostico de baja calidad no adiciona valor vs información histórica o estadística.



(2.008. Boutma & Woerd. Holanda).

VOI Administracion de la calidad del agua

VOI GEO (Global Earth Observations)

Combinación de Inferencia Bayesiana y Consulta a Tomadores de Decisión.

D.P. General – D.P. Expertos – Investigadores – Administradores.



(2.009. Sigel & Klauer, Alemania). EU Water Framework Directive

Marco Conceptual en Toma de Decisión Ambiental

Consolidar INFO involucrando incertidumbre es costoso y toma tiempo

No es posible tener un calculo exacto de la compensación entre costos y beneficios

I. Estado del Arte. (2.010. Macauley. USA)

Quando la INFO tiene mayor valor:

1. Los T.D. son indiferentes ante las alternativas.
2. Si la acción puede ser tomada sin INFO entonces pierde valor.
3. Las consecuencias de tomar una decisión equivocada son grandes.
4. Cuando las restricciones de usarla son pocas y el costo es bajo.
5. El Valor de la INFO perfecta no es comparable con el costo de adquisición.
6. La INFO tiene valor así introduzca mas incertidumbre.



I. Estado del Arte. (2.010. Macauley. USA)

Métodos para estimar VOI

Relación Beneficio/Costo:

Información Satelital Climática vs Índices de Desarrollo.

Vs Índices de aseguramiento.

Vs Pérdidas, costos económicos.

Vs Epidemias, Índices de mortalidad.

Inferencia Bayesiana:

Earth Observations Data vs Variabilidad y Cambio Climático.

Probabilidad Condicional dada nueva INFO.



I. Estado del Arte. (2.010. Macauley. USA)

Métodos para estimar VOI

Regulación - Rentabilidad

Ahorros directos en costos generados por observaciones de la tierra.
Implementación en uso de la tierra y regulación de la calidad del agua.
Disponibilidad para pagar por la nueva INFO y evitar perdidas.

Modelos matemáticos y estadísticos en economía

Aplicado principalmente en Medicina:
Valor de un test de diagnostico de Malaria.
Aumento expectativa de vida.

Modelos de Simulación y Estimación.

Múltiples usos de la misma INFO.
Mejorar la evaluación del carbón en la tierra – relación con el precio en el mercado.



I. Estado del Arte.



(2.011. Quiroga et Al. España).

VOI de escasez de agua – Autoridades de Cuenca

VOI Diferencia entre el riesgo para los agricultores en el ingreso con y sin INFO.



(2.012. Verkade & Werner. Holanda). VOI Pronósticos de Inundaciones
Expected Annual Damage (EAD) Model – Relative Economic Value (REV) Concept
Beneficios Económicos.

Compara métodos determinísticos y probabilísticos.



(2.013. Brathwaite & Saleh, USA).

Marco Bayesiano para estimar VOI – Earth Science Satellites.

Aplicación a plataformas petroleras y huracanes.

Articulación con diseñadores de política y No técnicos.

2. Marco Teórico. VOI - Incertidumbre

Confiabilidad Modelo Conceptual $V.O.I = P(O - D) > 0$

P = Probabilidad de suministro total cada año.

O = Función de Distribución de Oferta de agua.

D = Función de Distribución de Demanda de agua



Procesos Estocásticos

Datos: P. ej.: Variabilidad de la Precipitación – Oferta / Demanda (Con y Sin INFO)

Modelos de O/D : P. ej.: Interacción Paramétrica – Inferencia Bayesiana (GLUE)

2. Marco Teórico. VOI – Inferencia Bayesiana

Autoridad Ambiental

$$\text{V.O.I.} = \text{Beneficio por tomar una decisión correcta} * \text{Probabilidad de que el beneficio se produzca}$$

Distrito de Riego

$$\text{V.O.I.} = \text{Pérdida por tomar una decisión errónea} * \text{Probabilidad de que la pérdida se produzca}$$

2. Marco Teórico. VOI – Inferencia Bayesiana

Beneficios Ambientales - Autoridad Ambiental

		Estados		Utilidad de los Actos
		No Deficit P_{S1}	Si Deficit P_{S2}	$B.T = \sum_{S=1}^j (P_{Si} \cdot B_{xS})$
Acciones	Admitir TUA $X=1$	No Beneficios Ambientales Error Tipo I F + B_{11}	Si Beneficios Ambientales Inferencia Correcta V + B_{12}	$B.T(1) = \sum_{S=1}^j (P_{S2} \cdot B_{12})$
	No Admitir TUA $X=2$	Si Beneficios Ambientales Inferencia Correcta F - B_{21}	Si Beneficios Ambientales Error Tipo II V - B_{22}	$B.T(2) = \sum_{S=1}^j ((P_{S1} + P_{S2}) \cdot B_{21})$

2. Marco Teórico. VOI – Inferencia Bayesiana

Reducción de Pérdidas – Distrito de Riego

		Estados		Utilidad de los Actos
		No Deficit P_{S1}	Si Deficit P_{S2}	$L.T = \sum_{S=1}^j (P_{Si} \cdot L_{xs})$
Acciones	Mantener Suministro $X=1$	Producción de Pérdidas Error Tipo I F + L_{11}	No Producción de Pérdidas Inferencia Correcta V + L_{12}	$L.T(1) = \sum_{S=1}^j (P_{S1} \cdot L_{11})$
	Restringir Suministro $X=2$	Producción de Pérdidas Inferencia Correcta F - L_{21}	Producción de Pérdidas Error Tipo II V - L_{22}	$L.T(2) = \sum_{S=1}^j ((P_{S1} + P_{S2}) \cdot L_{21})$

3. Planteamiento del Problema

Las decisiones de diseño de política y/o de asignación de agua HOY DIA:

→ Datos e información **incompleta e incierta**.

En futuros escenarios de cambio climático, los datos y la información se convierten en elemento clave para tomadores de decisión y diseñadores de Política.

No existe un MODELO INTEGRAL que permita a los Tomadores de Decisión:

Tener INFO completa y VALORADA:

Acciones ante eventos de Variabilidad y Cambio Climático.

Estimar Oferta y Demanda considerando Análisis de Incertidumbre para c/u

Estimar el Índice de escasez.

Mejorar la GIRH

4. Fundamento Básico



Si los tomadores de decisión, tienen las herramientas adecuadas para valorar la **INFO**.

Tiene sentido económico invertir en **INFO**

5. Pregunta Principal

CUAL ES LA MEJOR ESTRATEGIA para desarrollar un modelo conceptual que:

Aplicar y VALORAR la INFORMACIÓN de Reanálisis  earthH₂Observe

Aplicar a la correcta GIRHY TOMA DE DECISION.

Que considere ESCENARIOS DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMATICO.

Que permita generar beneficios AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONOMICOS.



6. Preguntas Derivadas

¿Qué factores, variables, información y análisis deben conjugarse?
(p. ej. Incertidumbre)

¿Cuál es el VALOR de la información proveniente de fuentes secundarias en la GIRH y en la toma de decisiones? ¿Restricción por análisis de incertidumbre?

¿Cuál sería la manera óptima de implementar el modelo conceptual desarrollado en el caso particular de estudio del distrito de riego de USOSALDAÑA?

¿Qué recomendaciones, en cuanto a formulación de política, normatividad ambiental y desarrollo de instrumentos de soporte (Caso ERAs) podrían derivarse estudio?



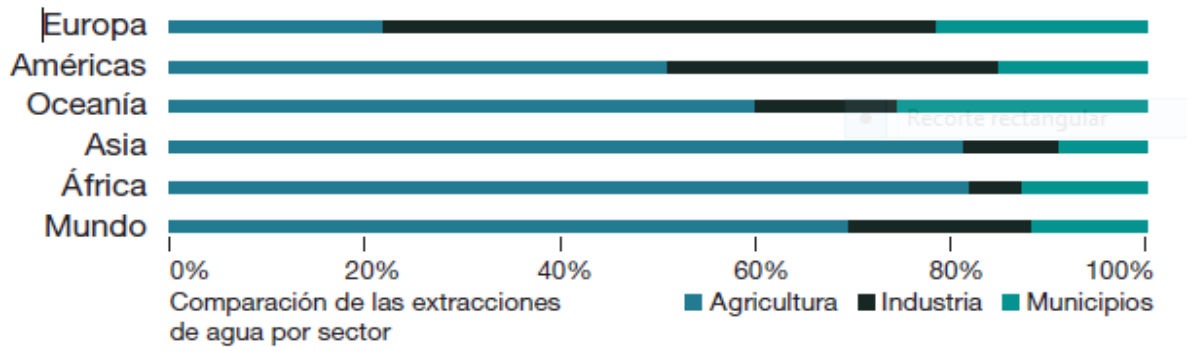
7. Instrumentos Economicos



Tomado de Gestión Sostenible del Agua. www.gsagua.com

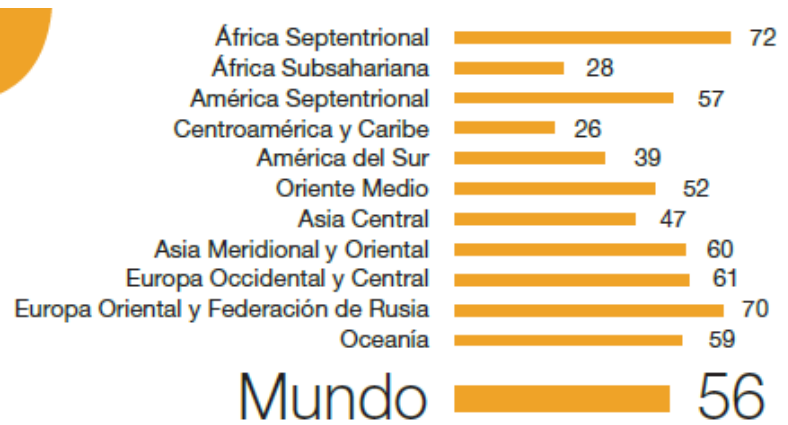
7. Instrumentos Economicos

Demanda de agua por usos. (AquaStat, FAO, 2012)



Demanda en Colombia para el sector agrícola 60%

Eficiencia Real. (AquaStat, FAO, 2012)



Eficiencia en Colombia: 50%

7. Instrumentos Economicos

Tasa por Uso de Agua Tasa Retributiva Exenciones Tributarias.

TUA. Valor a Pagar (Decreto 155/2004) $VP = TUA * V * F_{op}$ $TUA = TM * FR$

Factor de Oportunidad (Fop):
 Para Usuarios que retornen el recurso hídrico a la misma cuenca.

$$F_{op} = \begin{cases} \frac{V_c - V_v}{V_c} & \text{Para usuarios que retornen el recurso hídrico a la misma cuenca o unidad hidrológica de análisis} \\ 1 & \text{Para los demás casos} \end{cases}$$

Factor Regional
 Ck: Coeficiente de Inversión.
 Ce: Coeficiente de Escasez.
 Cs: Coeficiente Socioeconómico

$$FR = 1 + [C_K + C_E] * C_S$$

7. Instrumentos Economicos

Coeficiente de Escasez

$$C_e = \begin{cases} 0 & \text{Si } I_{es} < 0.1 \\ \frac{5}{6} \left[1 - \frac{5}{3} I_{es} \right] & \text{Si } 0.1 < I_{es} < 0.5 \\ 5 & \text{Si } I_{es} > 0.5 \end{cases}$$

Índice de Escasez

Fr: Factor de reducción por calidad y caudal ecológico

$$I_e = \frac{D}{O_n} * F_r * 100$$

8. Metodología

PARTE I

Diseño de un modelo conceptual que contribuya a entender el valor de la información hidrometeorológica y física en la toma de decisiones en distritos de riego.

Revisión detallada de los conceptos, marcos de investigación y metodologías.

Identificación de factores, variables y métodos para el diseño del modelo conceptual.

Evaluación los diferentes niveles de disponibilidad de información.

8. Metodología

PARTE 2

Implementación del modelo conceptual. (Escenarios SIN y CON INFO - V.O.I.)

Alternativa preseleccionada entre varias posibilidades

OFERTA. Ensamble HEC HMS – TETIS – W FLOW



DEMANDA. Ensamble AQUACROP – CROPWAT - SIMIS



GESTION. WEAP.

8. Metodología

PARTE 3

Recomendaciones, en cuanto a formulación de política, normatividad ambiental y desarrollo de instrumentos de soporte.

ENA Estudio Nacional del Agua.

ERA Evaluaciones Regionales del Agua.

GIRH Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

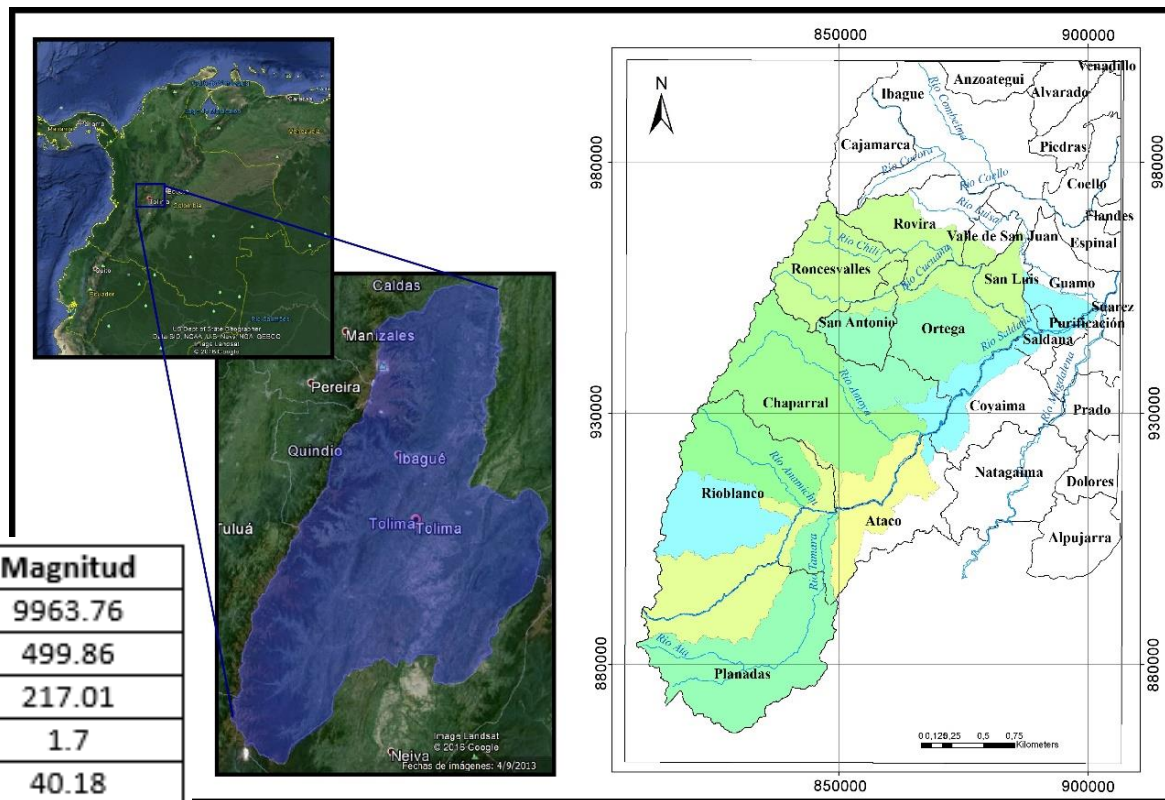
TUA Tasa por Uso del Agua.

$$Ie = (D/O) * Fr * 100$$

Fr: Factor de Reducción por calidad y caudal ecológico.

9. Caso de Estudio

Cuenca Rio Saldaña.



Parámetro	Magnitud
Área (km ²)	9963.76
Perímetro (km)	499.86
Longitud del cauce (km)	217.01
Pendiente media del cauce (%)	1.7
Pendiente media de la cuenca (%)	40.18
Cota máxima (msnm)	4.026
Cota mínima (msnm)	276

9. Caso de Estudio

A nivel de Cuenca (Rio Saldaña) – CORTOLIMA. ($Q_m=250$ mcs)

Derivaciones fraudulentas sin Concesión:

333 Concesiones legales contra 550 derivaciones fraudulentas.

77,3 m³/sg concesionados. (Caudal no concesionado???)

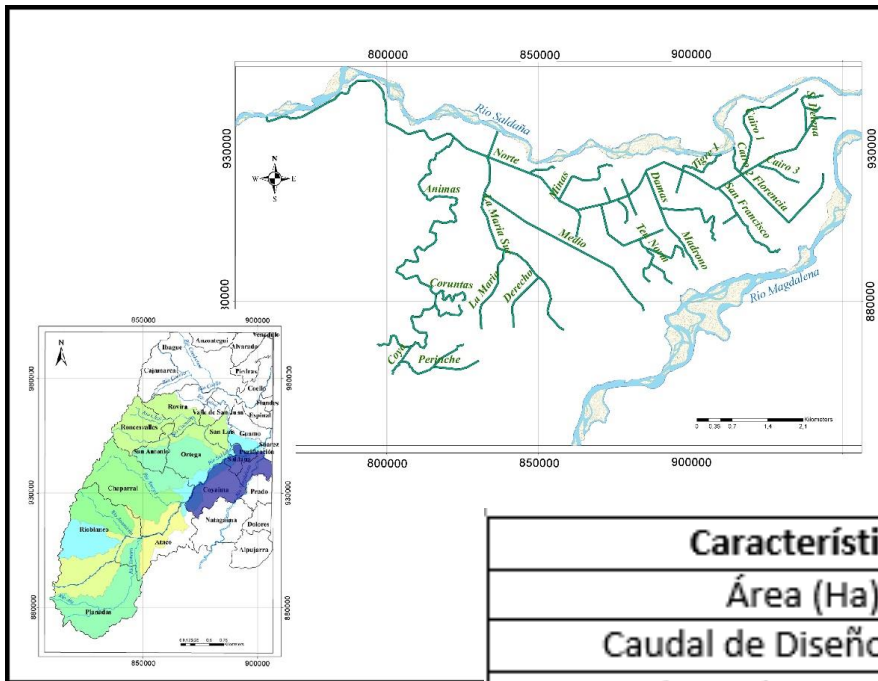
Principales Usuarios:

Por Sector (m³/s): Riego 37,8 – G.H. 24,53 – Otro agrícola 13,7 - Acueductos 1,2
(Proyecto Triangulo: 30 m³/s)

Por Municipio (m³/s) : Saldaña 26,3 – Chaparral 19,6 – Espinal 10,9

9. Caso de Estudio

Distrito de Riego Rio Saldaña.



Característica	Medida
Área (Ha)	37.700
Caudal de Diseño (m3/s)	25
Longitud Canal Ospina Pérez (Km)	13
Longitud Canales Secundarios (Km)	47.76
Longitud Canales distribución (Km)	110
Longitud Red de Drenaje (Km)	85

9. Caso de Estudio

A nivel de Distrito de Riego – USOSALDAÑA.

Caudal derivado permanentemente de 25 m³/s = Caudal Concesionado

Pago por TUA:	2015	\$ 1,015 Millones
	2016	\$ 1,800 Millones
	2020	\$ 3,000 Millones

*Agua es un costo Marginal de producción. (0,5%) (MADS)

Bajo nivel de eficiencia en el uso.

No esta coordinado el uso del agua con los ciclos de cultivo.

Limitada Nivelación Laser y Limitada incorporación de tecnología.

No esta bien definido el caudal que reingresan o trasvasan a la Cuenca del Magdalena.
(15 m³/s???)



Muchas Gracias

pjaldanab@unal.edu.co

earodriguezs@unal.edu.co