



DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TUNJUELO

RIESGOS

PRODUCTO 3

REALIZAR UNA PROPUESTA DE ESTRATEGIAS, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA, ASÍ COMO
PARA DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE
INFORMACIÓN REGIONAL DEL RECURSO HÍDRICO
ORDEN DE SERVICIO No. 2-02-4300-908-2013 EAB - EPAM



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

epam sa esp



APP/04-12

Objetivo:

PRESENTAR AL IDEAM Y A LOS FUNCIONARIOS DEL DISTRITO LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE:

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TUNJUELO

EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL SISTEMA HÍDRICO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

El logo de Bogotá Humana, que muestra el texto 'BOGOTÁ' en colores (B: azul, O: naranja, G: verde, O: rojo, T: amarillo) y 'HUMANANA' en negro con un corazón rojo en la 'A' final.

BOGOTÁ
HUMANANA

ASPECTOS GENERALES: EVALUACIÓN DE RIESGOS



Formato: FI0203F08-02

The Bogotá Humana logo consists of the word "BOGOTÁ" in a multi-colored, uppercase, sans-serif font, with "HUMANA" in a black, uppercase, sans-serif font below it. A small heart symbol is integrated into the letter 'A' of "HUMANA".

BOGOTÁ
HUMANA

CONCEPTOS SOBRE RIESGOS

Amenaza: Es la probabilidad de que se presenten eventos de origen natural o antrópico, que puedan afectar de manera total o parcial, temporal o definitiva, los procesos naturales del agua y su aprovechamiento por el ser humano. Pueden provenir tanto de condiciones naturales, como la variabilidad y el cambio climático, y de la pérdida de capacidad reguladora por la influencia humana.

Vulnerabilidad del sistema hídrico: Es la susceptibilidad del sistema hídrico a la disminución de los caudales, la recarga de acuíferos, la capacidad de regulación hídrica y de depuración, determinada por sus características intrínsecas y el grado de exposición a eventos naturales o antrópicos.

Vulnerabilidad intrínseca: Está determinada por la naturaleza o características propias de los sistemas hídricos, que condicionan el grado como pueden ser afectados por eventos externos.

Vulnerabilidad del recurso hídrico: Es la susceptibilidad a presentar desabastecimiento por disminución de la oferta hídrica o por limitación de la disponibilidad al uso por efectos de la contaminación, determinada por las condiciones naturales que regulan la oferta y por la capacidad natural de asimilación, en relación con la demanda y/o el uso del recurso.

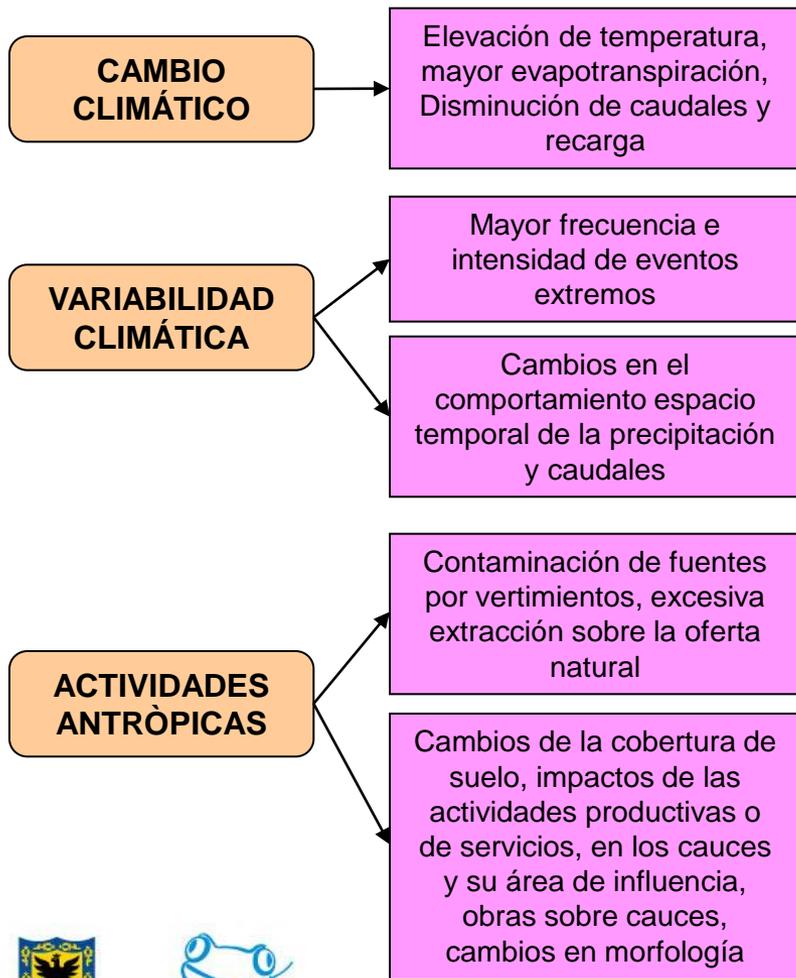
Riesgo del sistema hídrico: Es la probabilidad de que se presenten daños o pérdidas en el sistema hídrico, que puedan afectar de manera total o parcial los procesos naturales del ciclo del agua a causa de un evento amenazante.

Riesgo del recurso hídrico: Es la probabilidad de que se presenten afectaciones en el uso y aprovechamiento del recurso, a causa de una inadecuada relación entre la oferta y la demanda del mismo.



MODELO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE AMENAZAS Y VULNERABILIDADES DEL SISTEMA HÍDRICO

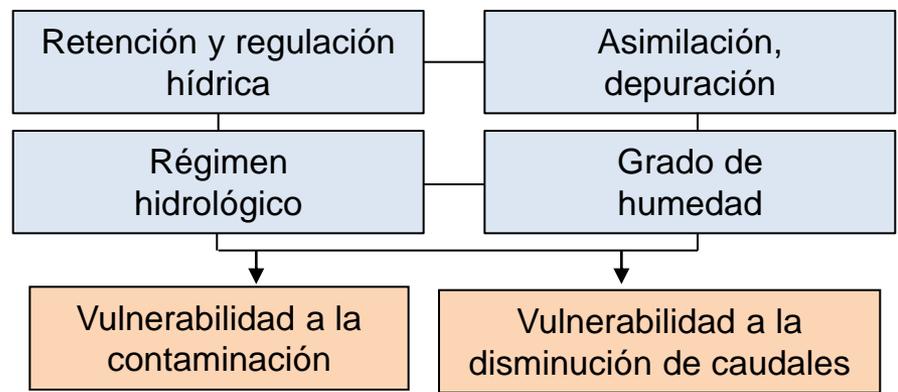
AMENAZAS A LOS SISTEMAS HÍDRICOS



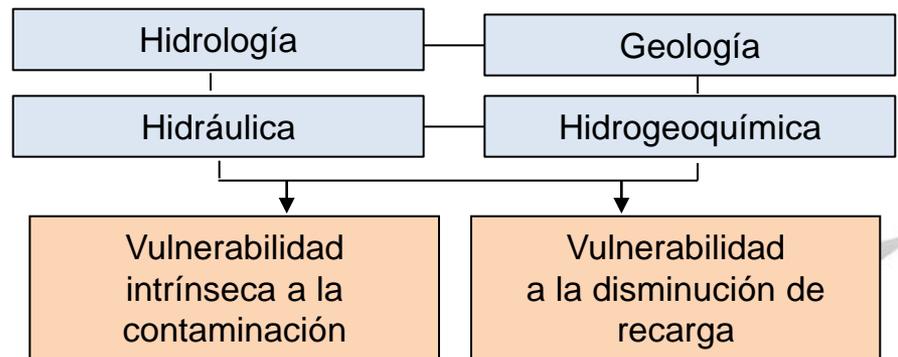
AFECTACIÓN A:

VULNERABILIDAD SISTEMA HÍDRICO NATURAL

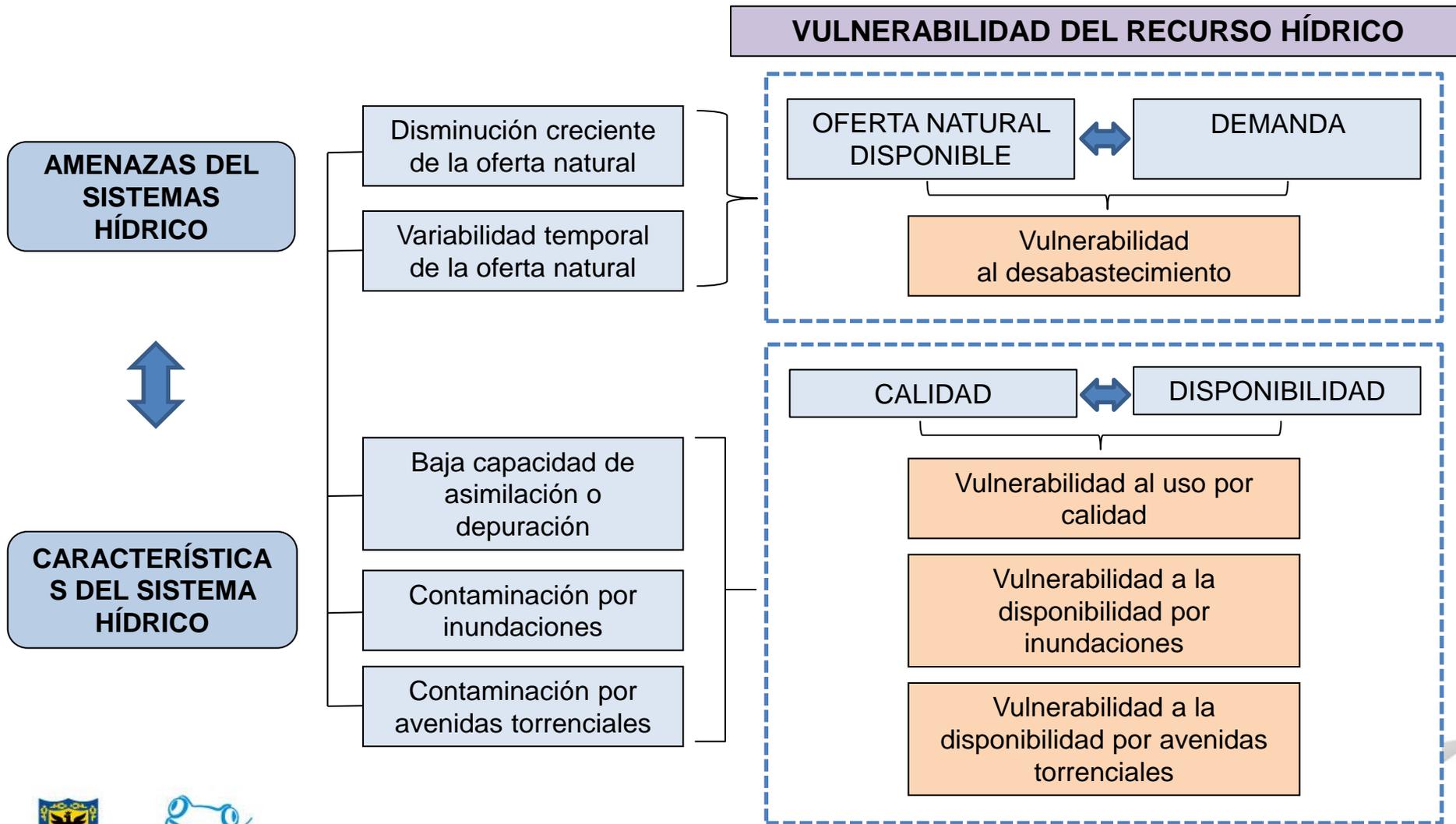
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA HÍDRICO SUPERFICIAL



CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS



MODELO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO



MODELO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE AMENAZAS EN EL TERRITORIO

EVENTOS DE ORIGEN HIDROLÓGICO

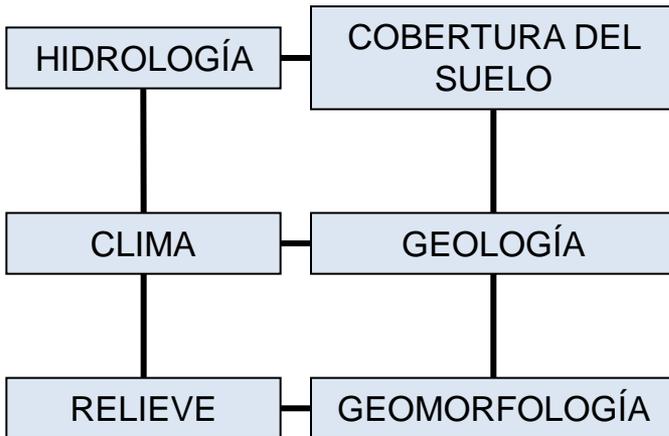
INUNDACIONES

AVENIDAS TORRENCIALES

ASPECTOS PARA EVALUACIÓN DE EVENTOS HIDROLÓGICOS

CARACTERÍSTICAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

FACTORES QUE POTENCIAN



Aumento de caudales

CAMBIO CLIMÁTICO

Mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos

VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Cambios de intensidad, frecuencia y duración de precipitación

Cambios de cobertura del suelo, obras sobre cauces, cambios morfológicos

ACTIVIDADES ANTRÓPICAS



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



GENERALIDADES CUENCA PILOTO DEL RÍO TUNJUELO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02

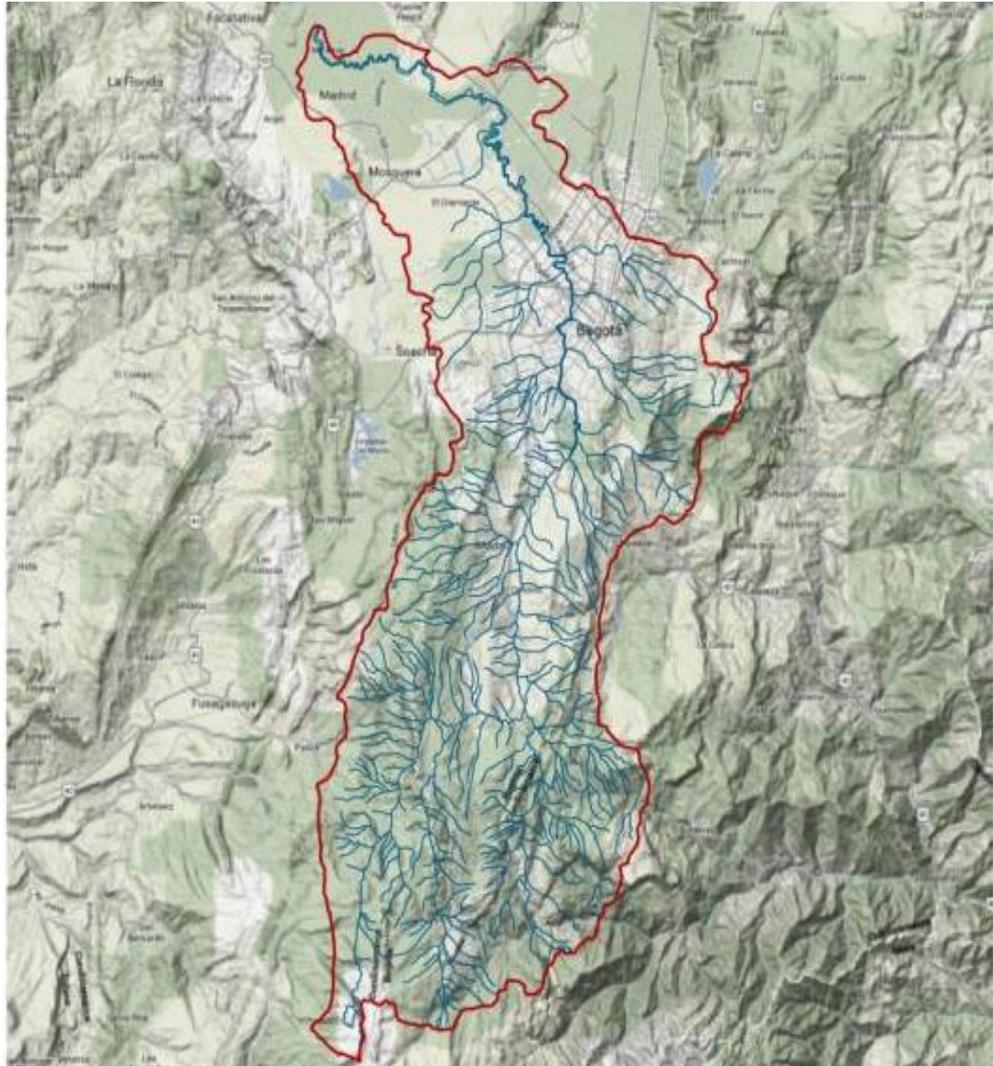


BOGOTÁ
HUMANANA

The Bogotá Humana logo consists of the word "BOGOTÁ" in a multi-colored, bold, sans-serif font. Below it, the word "HUMANANA" is written in a black, sans-serif font, with a heart symbol integrated into the letter 'A'.

Cuenca del Río Tunjuelo

Se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca y forma parte de la cuenca alta y media del río Bogotá. El río nace en el páramo de Sumapaz, a una altura de, aproximadamente, 3.450 msnm. Lo forman tres cauces principales, los ríos Mugroso, Chisacá y Curubital, que, al unirse, forman el cauce principal del río Tunjuelo.



ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

Jurisdicciones ambientales en el territorio de la cuenca

Entidad	Área (Ha)	(%) de Jurisdicción
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR	29.216,45	71,32
Secretaría Distrital de Ambiente – SDA	11.387,03	27,80
Unidad de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN	358,80	0,88
TOTALES	40.962,28	100,00

Participación de las áreas urbana y rural en la cuenca

Localidad	Área total (ha)	Área dentro de la cuenca (ha)	% Área parcial dentro de la cuenca	% Área total dentro de cuenca
Bosa	1.938,32	1.271,88	65,62%	3,11%
Kennedy	1.383,00	794,92	57,48%	1,94%
Tunjuelito	1.049,16	1.017,80	97,01%	2,48%
Rafael Uribe	1.309,41	719,23	54,93%	1,76%
San Cristóbal	1.373,08	777,96	56,66%	1,90%
Usme	3.249,34	3.249,34	100,00%	7,93%
Ciudad Bolívar	3.502,71	3.502,71	100,00%	8,55%
Puente Aranda	692,00	53,18	7,69%	0,13%
Subtotal urbano Bogotá	14.497,02	11.387,03	78,55%	27,80%
Veredas Usme	28.444,13	27.506,43	96,70%	67,15%
Subtotal en Bogotá	42.941,15	38.893,46	90,57%	94,95%
Soacha urbano	2.679,00	1.106,04	41,29%	2,70%
Soacha rural	5.273,14	962,78	18,26%	2,35%
Subtotal en Soacha	7.952,14	2.068,82	26,02%	5,05%
Total cuenca	50.893,29	40.962,28	80,49%	100,00%



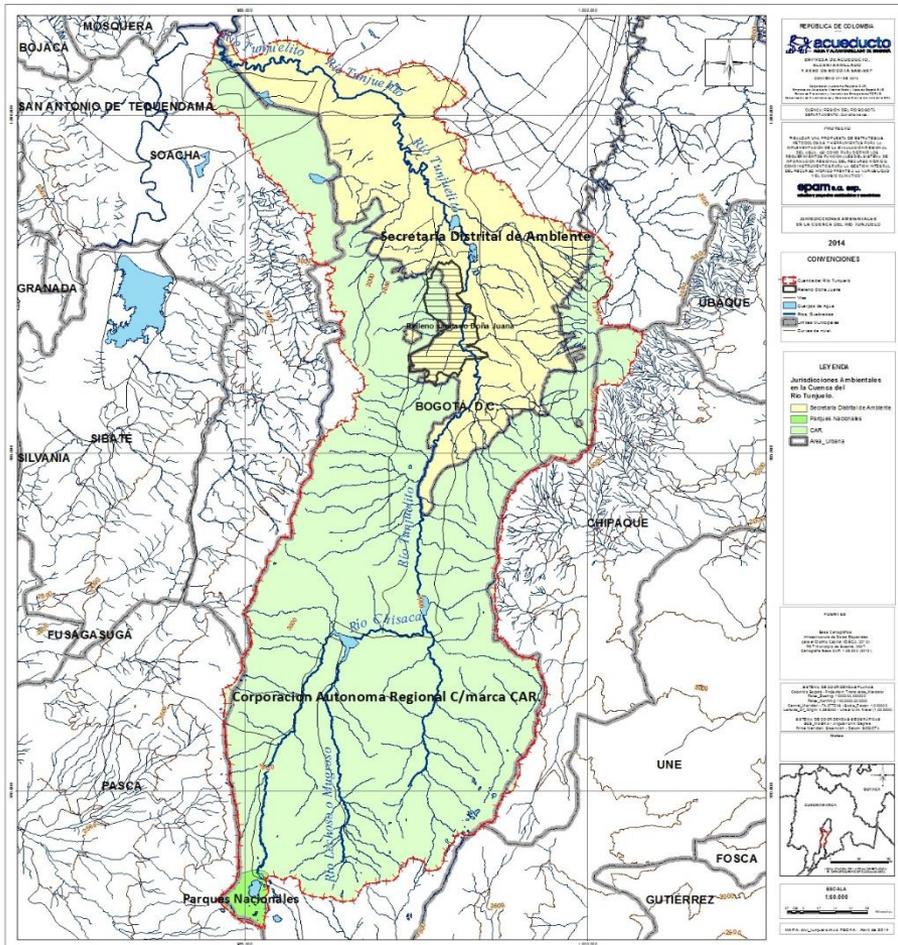
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



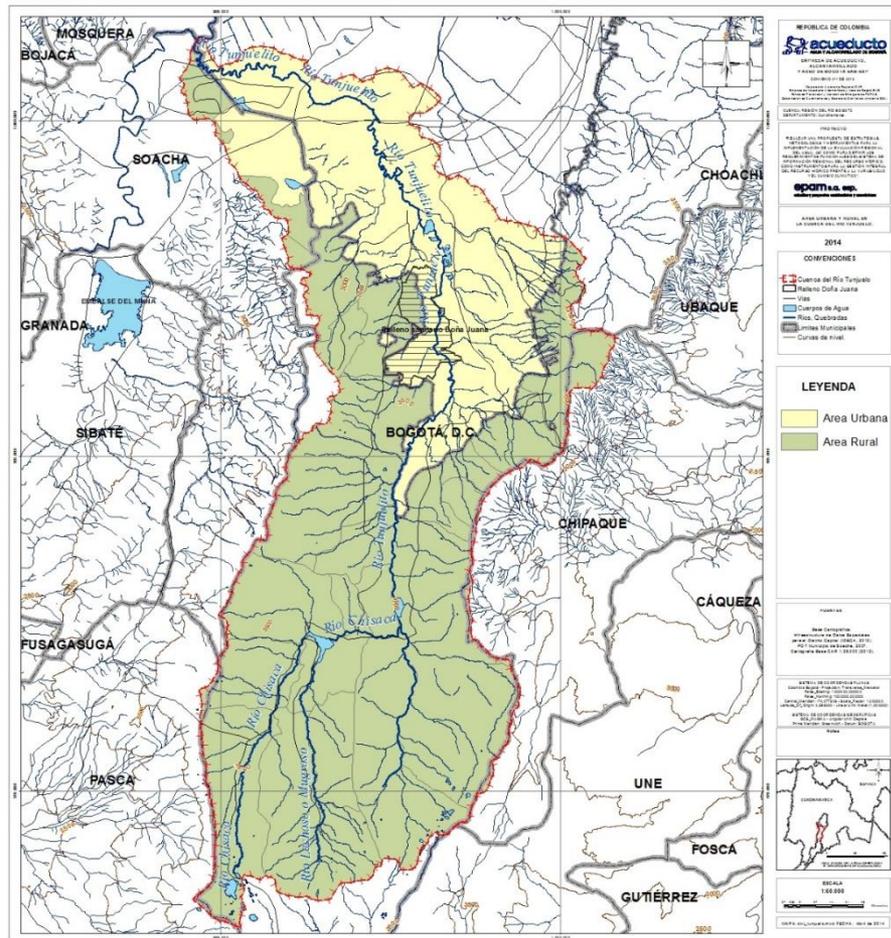
ACUEDUCTO AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

Jurisdicciones ambientales en el territorio de la cuenca

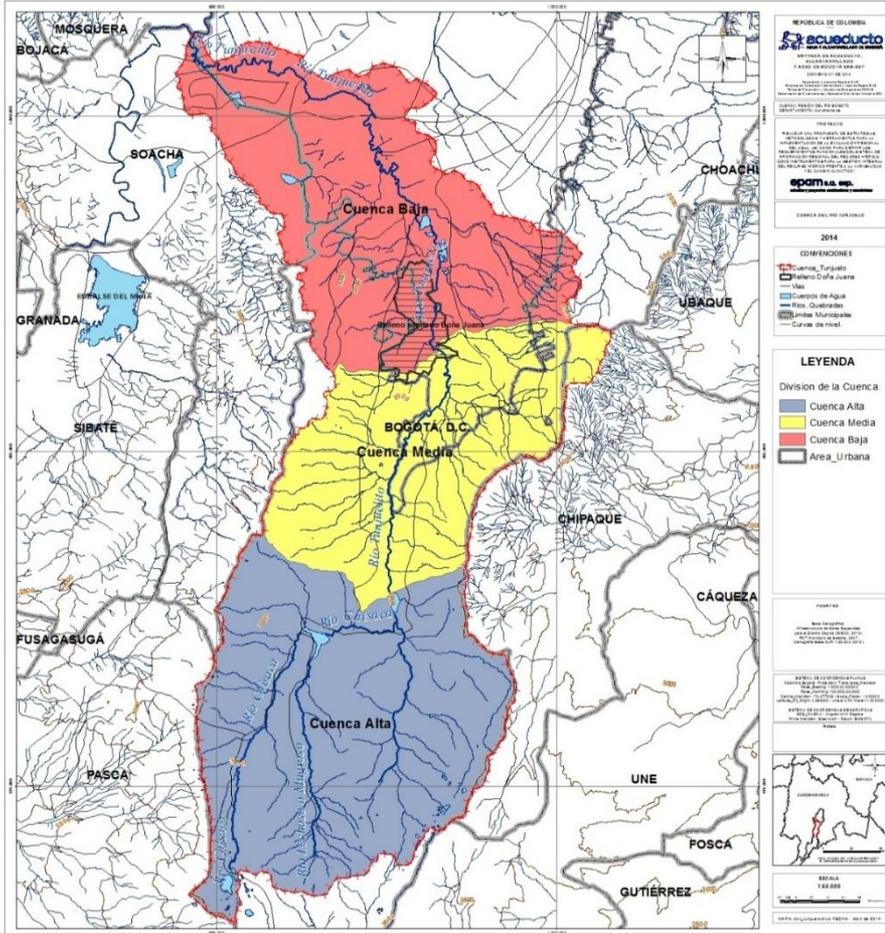


Participación de las áreas urbana y rural en la cuenca

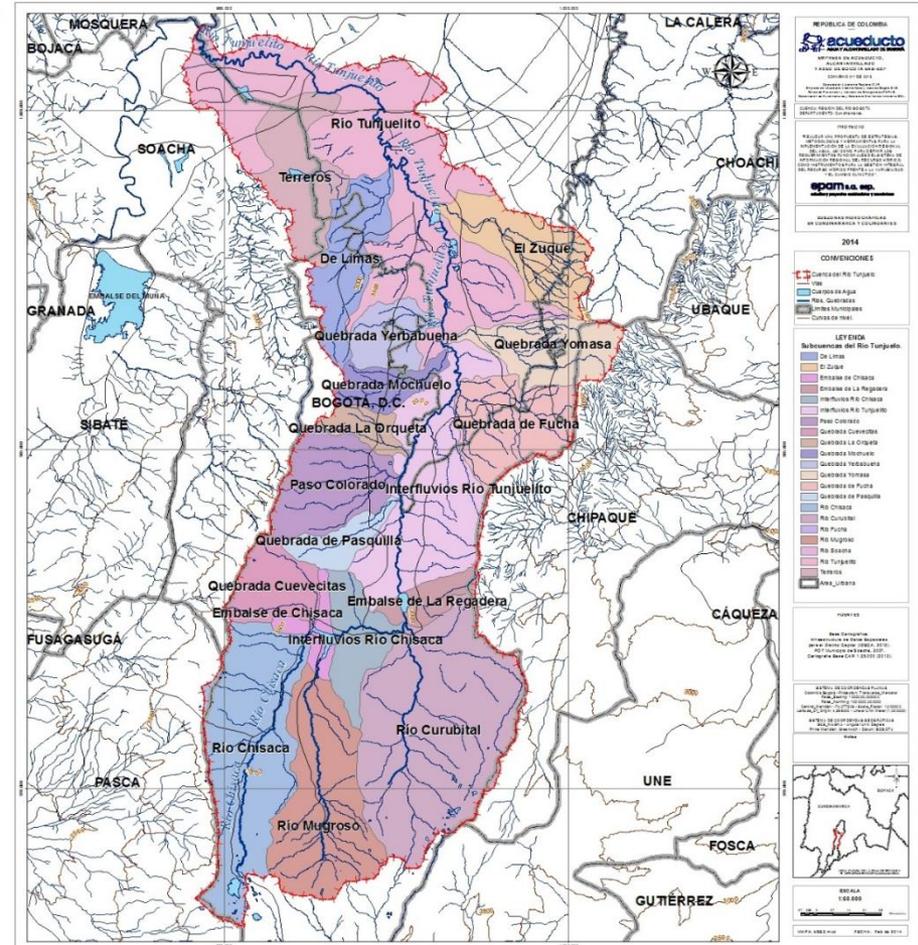


ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

Cuenca alta, media y baja del río Tunjuelo



Subcuencas de la cuenca del río Tunjuelo



INFORMACIÓN NECESARIA PARA RIESGOS

Variable	Unidad	Índices de riesgos		
		IVH	IVET	IVICAS
Índice de uso del agua IUA	%	X		
Índice de retención y regulación hídrica IRH	Adim	X		
Pendiente media cuenca	%		X	
Densidad de drenaje	Km/km2		X	
Índice de compacidad	Adim		X	
Curva de duración de caudales medios diarios	L/s		X	
Mapa geológico (litología, confinamiento)	Clases			X
Mapa de suelos (textura, estructura)	Clases			X
Profundidad de los acuíferos	m			X
Cobertura vegetal	Clases			X
Mapa topográfico	Varias		X	X



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02

BOGOTÁ
HUMANANA

INFORMACIÓN UTILIZADA

- ✓ **Demanda de agua en la cuenca e Índice de uso del agua IUA, calculado en el marco de este estudio.**
- ✓ **Índice de retención y regulación hídrica IRH calculado para los sitios de las estaciones hidrométricas en el marco del presente estudio, con base en curva de duración de caudales medios diarios**
- ✓ **Topografía: planchas topográficas del IGAC escala 1:25.000, DEM30 NASA**
- ✓ **Pendiente media de la cuenca, densidad de drenaje e índice de compacidad estimados en SIG a partir de mapa escala 1:25.000.**
- ✓ **Caudales medios diarios de estaciones de la EAB en el río (ríos Curubital, Mugroso y Chisacá, río Tunjuelo en Cantarrana y Puente Bosa**
- ✓ **Mapa geológico escala 1:100.000 de INGEOMINAS, planchas K11 y 246.**
- ✓ **Memorias de las planchas geológicas K11 y 246**
- ✓ **Informe del Sistema de modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital de la SDA, 2013.**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



RESULTADOS OBTENIDOS

EVALUACIÓN DEL RIESGO EN LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Formato: FI0203F08-02



BOGOTÁ
HUMANA

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A DESABASTECIMIENTO HÍDRICO IVH

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
<p>Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)</p>	<p>Matriz de decisión con base en la relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso del agua (IUA) (ver metodología IDEAM y/o EAB-EPAM)</p>	<p><i>Significado:</i> Representa el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que, ante amenazas como largos períodos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico /El Niño), podría generar riesgo de desabastecimiento. El IVH varía cualitativamente desde muy bajo a muy alto, según una matriz que interrelaciona el IRH y el IUA. Se calcula con periodicidad anual.</p> <p><i>Información necesaria:</i> Mapa y resultados tabulares del índice de regulación hídrica IRH.</p> <p>Mapa y resultados tabulares del índice de uso del agua IUA.</p> <p>Variables y parámetros necesarios para el cálculo de IRH y del IUA.</p> <p>Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.</p> <p><i>Forma de representación:</i> Mapa de áreas con iguales condiciones de IVH.</p>



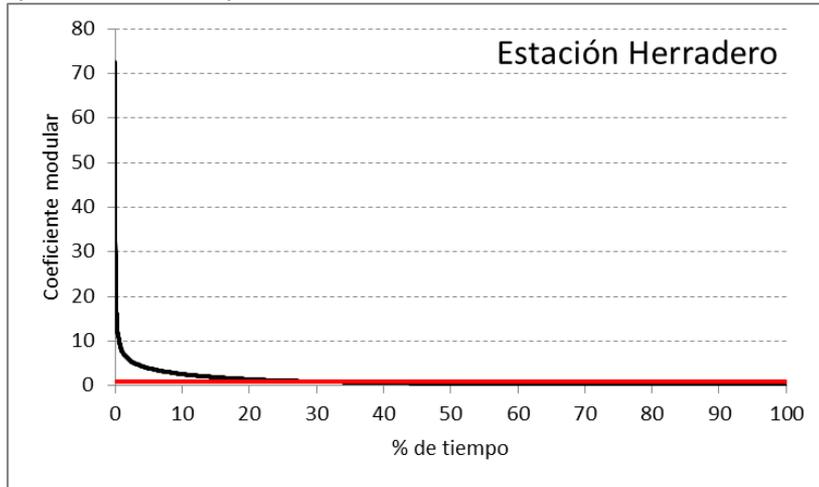
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



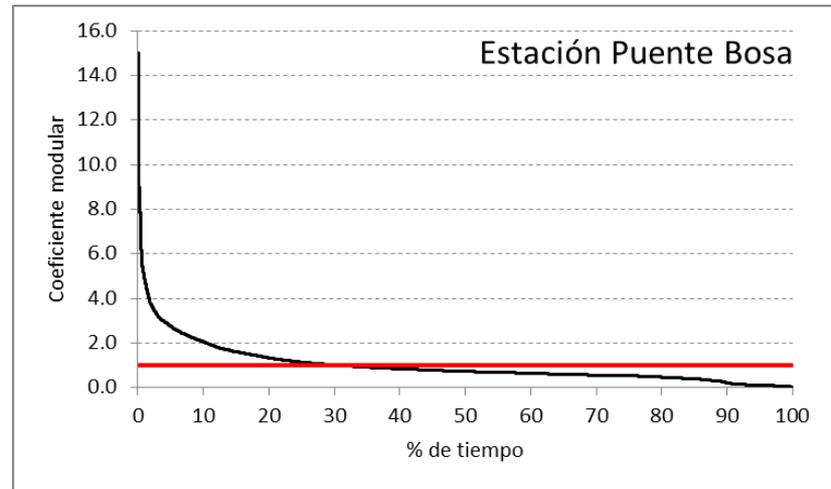
acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

CURVAS DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS

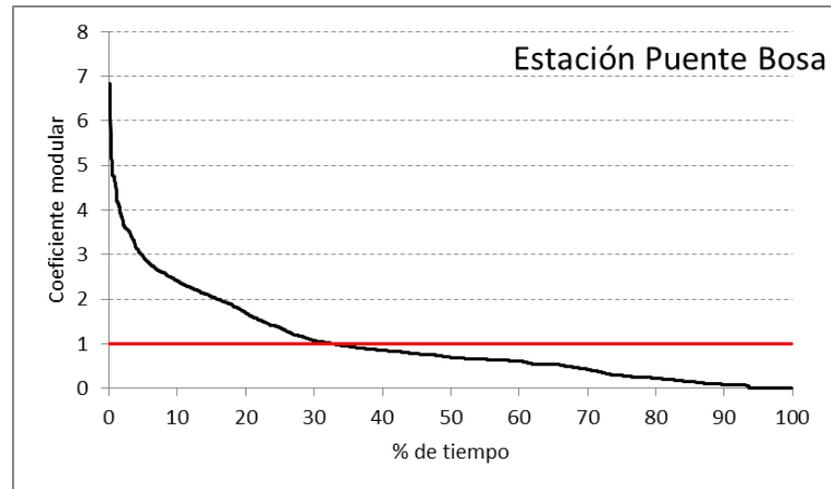
Estación Herradero
(cuena alta)



Antes de la operación de la presa Cantarrana
(antes del año 2007)



Después de la operación de la presa Cantarrana
(después del año 2007)



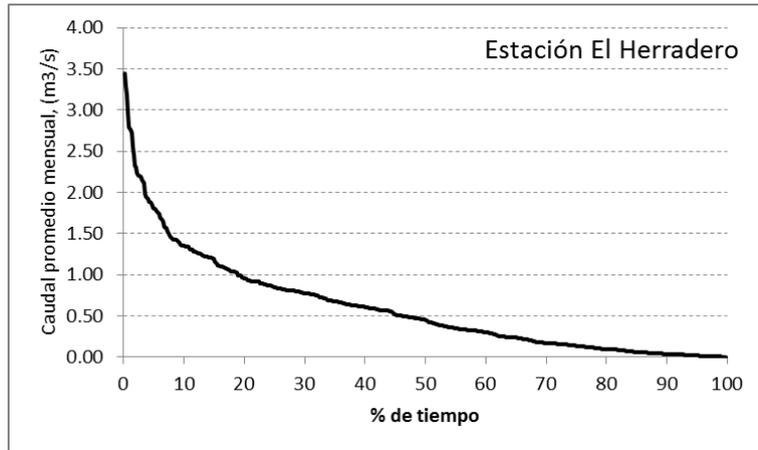
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



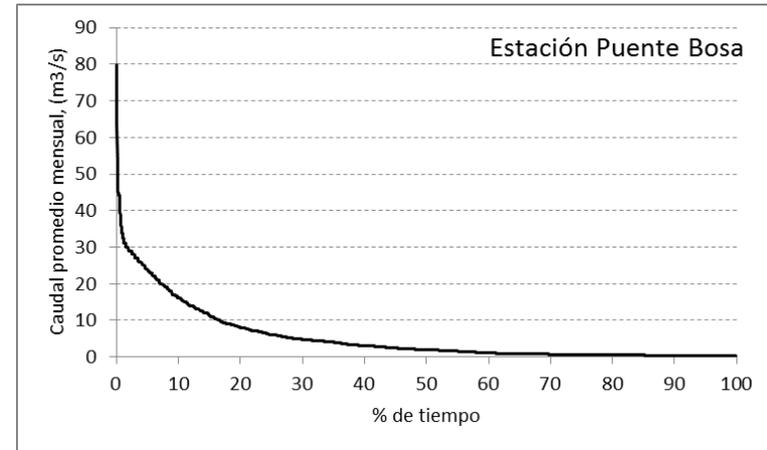
acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

CURVAS DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

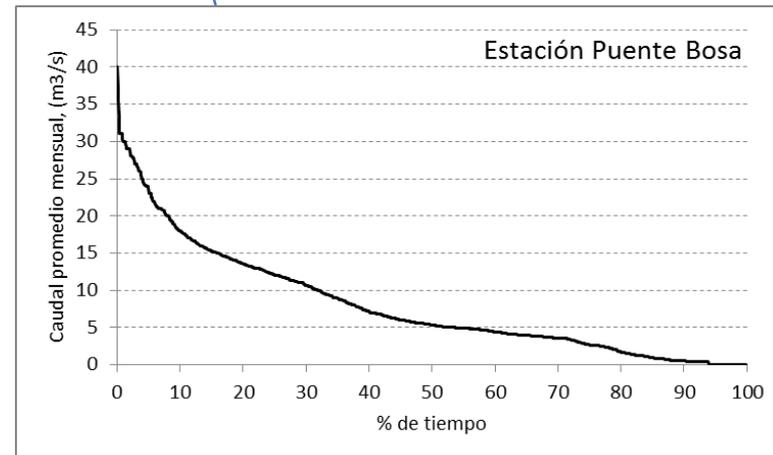
Estación Herradero
(cuenca alta)



Antes de la operación de la presa Cantarrana
(antes del año 2007)



Después de la operación de la presa Cantarrana
(después del año 2007)



ÍNDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA IRH

$$IRH = V_p/V_t$$

V_p = Área por debajo del caudal medio en la curva de frecuencias

V_t = Área total bajo la curva de frecuencias acumuladas

Nombre de la estación	Período de registro	Índice de regulación	Clasificación de regulación
El Herradero – río Mugroso (cuena alta del río Tunjuelo)	1953 – 2013	0,49	Muy baja
Pte. Bosa – río Tunjuelo (cuena baja del río Tunjuelo)	1970 – 2006	0,70	Media
Pte. Bosa – río Tunjuelo (cuena baja del río Tunjuelo)	2007 - 2013	0,63	Baja



Rangos	Capacidad de regulación
> 0,85	Muy alta
0,75 – 0,85	Alta
0,65 – 0,75	Media
0,50 – 0,65	Baja
<0,50	Muy baja



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

RESUMEN DE LA DEMANDA DE AGUA DE LA CUENCA

Sector	Área	Demanda parcial (L/s)	Demanda total (L/s)
Consumo humano Ch	Urbano	3.125,30	3.175,10
	Rural	49,80	
Servicios C _{ss}	Educación	283,56	628,17*
	Salud	62,36	
	Servicios y comercio	138,94	
	Oficinas	40,64	
	Otros	45,47	
Preservación de fauna y flora C _{pf}	Caudal ambiental	429,0	429,00
Agrícola C _a	Consumo agrícola	54,10	54,10
Pecuario C _p	Consumo pecuario	1.130,04	1.130,04
Recreativo C _r	Recreativo	0	0
Industrial C _i	Sectores industriales	1.131,17	1.246,89*
	Construcción	2,32	
Energía C _e	Energía térmica	0	0
	Energía hidroeléctrica	0	
Minería C _m	Industria de arcillas	7,99	41,33*
	Industria gravillera	29,58	
Pesca y acuicultura C _{sp} _{ma}	Pesca y acuicultura	0	0
Navegación y transporte C _{nt}	Navegación y transporte	0	0
Total			6.704,63

*Con ajuste por cobertura del 10%

Volumen de agua extraída	Demanda total – caudal ambiental	6.275,63
--------------------------	----------------------------------	----------



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02

BOGOTÁ
HUMANANA

ÍNDICE DE USO DEL AGUA IUA

Se agua utilizada por los diferentes sectores de usuarios en un periodo determinado y una unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible neta para las mismas unidades de tiempo y espaciales (IDEAM, 2013). La fórmula establecida por el IDEAM para este indicador es:

$$IUA = (Dh/OHRD) * 100$$

Dónde:

IUA: Índice de uso del agua; Dh: Σ (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un periodo determinado); OHRD: oferta hídrica superficial regional disponible (oferta bruta – caudal ambiental) (1) y (2):

$IUA = (6.275,63 \text{ L/s} / 4.871 \text{ L/s}) * 100$	128,84% (con caudal actual)
$IUA = (6275,63 / 750,64) * 100$	836,04% (con caudal menos transvases)

Se puede concluir que la cuenca presenta un IUA en la categoría de “muy alto”, lo que implica que la presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible. En ambos casos se observa que la demanda es superior a la oferta.

Rango (Dh/On)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
20,01 – 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
10,01 – 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
1-10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A DESABASTECIMIENTO HÍDRICO IVH

Índice de uso de agua	Índice de regulación	Categoría Vulnerabilidad
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio
Muy alto	Moderado	Alto
Muy alto	Bajo	Alto
Muy alto	Muy bajo	Muy alto

Nombre de la estación	Índice de regulación	Clasificación de regulación
El Herradero – río Mugroso (cuenca alta del río Tunjuelo)	0,49	Muy baja
Pte. Bosa – río Tunjuelo (cuenca baja del río Tunjuelo)	0,70	Media
Pte. Bosa – río Tunjuelo (cuenca baja del río Tunjuelo)	0,63	Baja

Rango (Dh/On)*100 IUA	Categoría a IUA	Significado
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.



IRH	IUA	IVH	Significado
Medio	Muy alto	Alto	La vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico es alta

Fuente: IDEAM, 2013

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
<p>Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET</p>	<p>Matriz de decisión entre el índice morfométrico y el índice de variabilidad</p> <p>El índice de variabilidad (IV) se estima así:</p> $IV = (\text{Log } Q_i - \text{Log } Q_f) / (\text{Log } X_i - \text{Log } X_f)$ <p>Q_i y Q_f = Dos caudales tomados de la curva de duración de caudales.</p> <p>X_i y X_f = Porcentajes de tiempo en que se exceden los caudales Q_i y Q_f</p> <p>El índice morfométrico se estima mediante matrices de interrelación de los factores morfométricos (ver Metodología IDEAM, 2013; y/o síntesis EAB-EPAM, 2014)</p>	<p><i>Significado:</i> Representa el grado de susceptibilidad de una cuenca a presentar eventos de carácter torrencial. Varía cualitativamente desde vulnerabilidad baja a muy alta. Se calcula con periodicidad anual.</p> <p><i>Información necesaria:</i> Índice de variabilidad, para cuyo cálculo se requiere la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caudales diarios con series mayores de 15 años - Precipitaciones diarias de estaciones cercanas, con series mayores de 15 años, en caso de que no existan series de caudal (para estimación de caudales por modelos lluvia – caudal). - Temperaturas diarias (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Evaporación diaria en estaciones cercanas (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Mapa de geología (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Mapa de geomorfología (si se emplean modelos lluvia – caudal) - Mapas de suelos (para uso de modelos lluvia – caudal) - Mapa de cobertura vegetal (para uso de modelos lluvia – caudal) - Curva de duración de caudales en papel logarítmico - Caudales mínimos y % tiempo de excedencia - Caudales máximos y % tiempo de excedencia <p>Las clases del índice de variabilidad se pueden representar en escala de colores (a mayor índice, mayor torrencialidad) (ver metodología IDEAM y/o síntesis EAB-EPAM)</p> <p>Índice morfométrico, para cuyo cálculo se requiere la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índice de compacidad o de forma - Pendiente media de la cuenca - Densidad de drenaje de la cuenca <p>Las clases del índice morfométrico se pueden representar en colores en función de estos tres factores (mientras más alto el índice, mayor torrencialidad) (ver metodología IDEAM y/o síntesis EAB-EPAM).</p> <p>Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor. DEM 30 (NASA)</p> <p><i>Forma de representación:</i> Mapa de cuencas y subcuencas con similares condiciones de torrencialidad IVET, dentro de la unidad de análisis.</p>

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

Índice morfométrico	Escala	Área cuenca a km ²	Categorías				
			1	2	3	4	5
Densidad de drenaje (km/km ²)	1:10.000	<15	<1,50	1,51-2,00	2,01-2,50	2,51-3,00	>3,00
	1:25.000	16 - 50	<1,20	1,21-1,80	1,81-2,00	2,01-2,50	>2,50
	1:100.000	>50	<1,00	1,01-1,50	1,51-2,00	2,01-2,50	>2,50
			Baja	Moderada	Moderada alta	Alta	Muy alta
Pendiente media de la cuenca (%)	1:10.000	<15	<20	21-35	36-50	51-75	>75
	1:100.000	>50	<15	16-30	30-45	46-65	>65
			Accidentado	Fuerte	Muy fuerte	Escarpado	Muy escarpado
Coeficiente de compacidad			<1,625	1,375-1,500	1,251-1,375	1,126-1,250	1,000-1,125
			Oval oblonga a rectangular oblonga	Oval redonda a oval oblonga		Casi redonda a oval redonda	

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

		Pendiente						
		1	2	3	4	5	6	
Densidad de drenaje	1	111	121	131	141	151	161	1
		112	122	132	142	152	162	2
		113	123	133	143	153	163	3
		114	124	134	144	154	164	4
		115	125	135	145	155	165	5
		116	126	136	146	156	166	6
	2	211	221	231	241	251	261	1
		212	222	232	242	252	262	2
		213	223	233	243	253	263	3
		214	224	234	244	254	264	4
		215	225	235	245	255	265	5
		216	226	236	246	256	266	6
	3	311	321	331	341	351	361	1
		312	322	332	342	352	362	2
		313	323	333	343	353	363	3
		314	324	334	344	354	364	4
		315	325	335	345	355	365	5
		316	326	336	346	356	366	6
	4	411	421	431	441	451	461	1
		412	422	432	442	452	462	2
		413	423	433	443	453	463	3
		414	424	434	444	454	464	4
		415	425	435	445	455	465	5
		416	426	436	446	456	466	6
5	511	521	531	541	551	561	1	
	512	522	532	542	552	562	2	
	513	523	533	543	553	563	3	
	514	524	534	544	554	564	4	
	515	525	535	545	555	565	5	
	516	526	536	546	556	566	6	
6	611	621	631	641	651	661	1	
	612	622	632	642	652	662	2	
	613	623	633	643	653	663	3	
	614	624	634	644	654	664	4	
	615	625	635	645	655	665	5	
	616	626	636	646	656	666	6	

Clases morfométricas	
	Clase I
	Clase II
	Clase III
	Clase IV
	Clase V
	Clase VI



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

$$\text{Índice de variabilidad} = (\log(Q_i) - \log(Q_f)) / (\log(x_i) - \log(x_f))$$

Índice de variabilidad	Vulnerabilidad
<10	Muy baja
10,1 -37	Baja
37,1 – 47	Media
47,1 – 55	Alta
>55	Muy alta

Índice de variabilidad	Índice morfométrico de torrencialidad				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	baja	baja	media	alta	alta
Baja	baja	media	media	alta	muy alta
Media	baja	media	alta	alta	muy alta
Alta	media	media	alta	muy alta	muy alta
Muy alta	media	alta	alta	muy alta	muy alta



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02

Fuente: (Determinación de niveles de potencialidad torrencial de la cuenca del río Mocotíes, Mérida, Venezuela, 2009), IDEAM, 2013

BOGOTÁ
HUMANANA

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

ÍNDICE MORFOMÉTRICO

Parámetro	Valor	Clasificación	Categorización
Densidad de drenaje (km/km ²)	3,57	Muy alta	6
Pendiente media de la cuenca (%)	19,8	Accidentada (baja)	2
Coeficiente de compacidad	1,81	Oval oblonga a rectangular oblonga	1 Fuente: (Determinación de niveles de potencialidad torrencial de la cuenca del río Mocotíes, Mérida, Venezuela, 2009) 1 Fuente: (IDEAM, Lineamientos conceptuales y metodológicos para los estudios de la ERA, 2013)
Categoría conjunta:			621

Índice IT	Categoría	Significado
621	IV (media)	Respuesta a procesos hidrológicos de moderada a rápida y los eventos se presentan generalmente en las épocas de las mayores precipitaciones al año



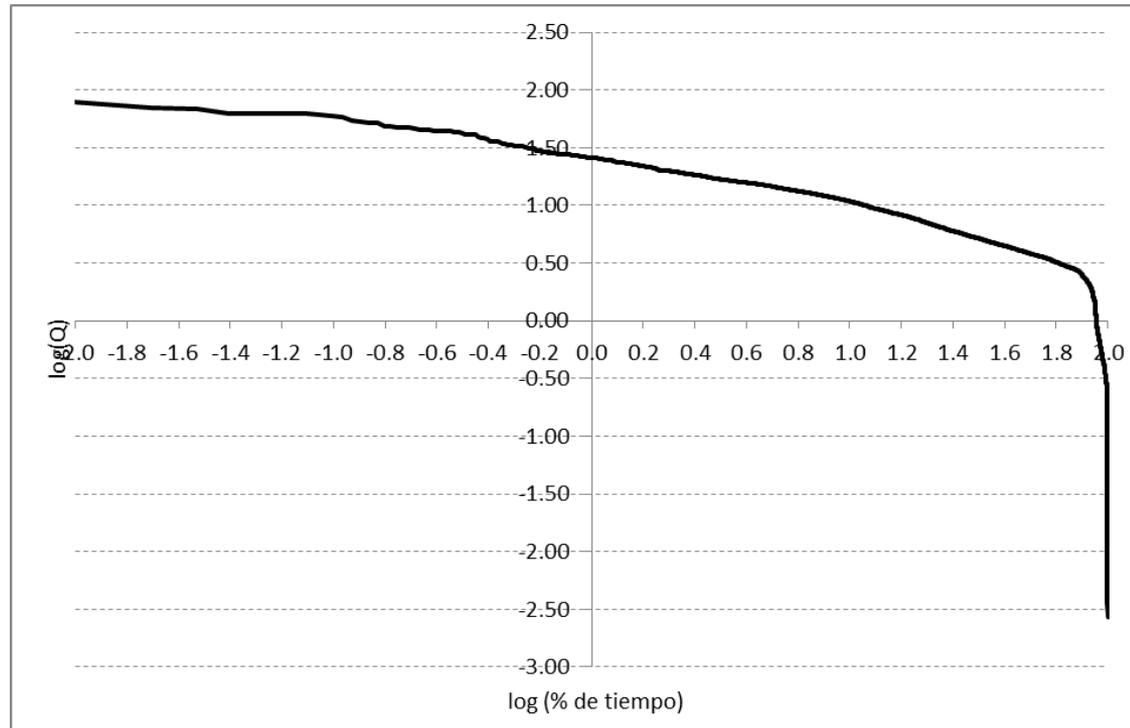
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

ÍNDICE DE VARIABILIDAD



Pendiente	Categoría IV	Significado
- 0,34	Muy bajo	Muy baja variabilidad de caudales (debido a que la cuenca está cuenca regulada)

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS TORRENCIALES –IVET-

Índice IT	Categoría	Pendiente	Categoría IV
621	IV (media)	- 0,34	Muy bajo



Índice morfométrico	Índice de variabilidad	Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET	Significado
Medio	Muy bajo	Medio	La vulnerabilidad es media

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Indicador	Fórmula	Significado, información necesaria y otros aspectos
<p>Índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de aguas subterráneas IVICAS</p>	<p>Guía MVDT, 2010. “Propuesta metodológica para evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación”. A criterio CARs, AAU. Se puede emplear algoritmo con variables ponderadas.</p>	<p><i>Significado:</i> Mide la susceptibilidad de una acuífero o sistema acuífero a ser contaminado, en función de sus características propias. Es adimensional. Su calificación varía en tres categorías: baja o insignificante, moderada y alta.</p> <hr/> <p><i>Información necesaria:</i> Recarga neta (m³). Capacidad de atenuación del suelo (contenido de arcilla y MO, CIC, textura, grosor). Zona no saturada: litología, espesor y conductividad hidráulica vertical. Zona saturada: litología (consolidación y estratificación), conductividad hidráulica, tiempo de residencia de aguas subterráneas. Cartografía geológica a escala adecuada. Cartografía hidrogeológica (MHC, mapas de flujos, otros) Cartografía de suelos a escala adecuada. Cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000, 1:25.000 o mayor.</p> <hr/> <p><i>Forma de representación:</i> Mapa de áreas de iguales condiciones de vulnerabilidad.</p>



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

MÉTODO GOD (MODIFICADO)

Groundwater (G)	Overall (O).	Depth (D)
<p><u>No confinado</u>: muy alta vulnerabilidad (5)</p> <p><u>No confinado-cubierto</u>: alta vulnerabilidad (4)</p> <p><u>Semiconfinado</u>: mediana vulnerabilidad (3)</p> <p><u>Confinado</u>: baja vulnerabilidad (2)</p> <p><u>Sin presencia de acuífero</u>: muy baja a nula vulnerabilidad (1)</p>	<p><u>Formaciones geológicas principalmente arenosas, de grano medio a grueso</u>: muy alta vulnerabilidad (5).</p> <p><u>Depósitos aluviales, fluvio-glaciares, fluvio-torrenciales espesos, no o poco consolidados</u>: alta vulnerabilidad (4)</p> <p><u>Formaciones geológicas principalmente arenosas, de grano fino, fracturadas, formaciones mixtas de limolitas, arcillolitas y areniscas muy fracturadas, depósitos de vertiente heterométricos y suelos residuales arcillo-arenosos</u>: media vulnerabilidad (3).</p> <p><u>Formaciones geológicas de arenisca dura, de grano fino, poco fracturadas, o formaciones arcillosas no o poco consolidadas</u>: baja vulnerabilidad (2).</p> <p><u>Formaciones geológicas principalmente arcillosas consolidadas</u>: muy baja a nula vulnerabilidad (1)</p>	<p><u>Nivel freático superficial</u> (de menos de 5 metros), en acuíferos libres: muy alta vulnerabilidad (5)</p> <p><u>Formaciones acuíferas con rocas aflorantes</u>: alta vulnerabilidad (4).</p> <p><u>Formaciones acuíferas o acuitardas semiconfinadas en lentes a diferentes profundidades, del orden de metros a decenas de metros</u>: mediana vulnerabilidad (3).</p> <p><u>Formaciones acuíferas confinadas o semiconfinadas, en estratos del orden de decenas a centenas de metros de profundidad</u>: baja vulnerabilidad (2)</p> <p><u>Formaciones acuíferas profundas, del orden de centenas de metros, o sin interés hidrogeológico</u>: muy baja a nula vulnerabilidad (1)</p>

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Formación geológica	Grounwater	Overall	Depth
Depósitos de pendiente (Qdp)	5	3	5
Restos de meteorización Arenisca Dura (Trm)	5	3	5
Formación San Miguel (Qsm)	4	3	5
Formación Chía (Qch)	5	2	5
Formación Río Tunjuelo (Qrtsa)	4	4	5
Formación Marichuela (Tma)	4	4	5
Formación Arenisca Regadera (Tir)	3	3	2
Formación Cacho (Tic)	3	3	2
Formación Guaduas conjunto medio (TKgm)	3	3	2
Formación Arenisca Labor-Tierna (Ksglt)	4	5	4
Formación Sabana (Qsa)	4	2	3
Formación Plaeners (Ksgp)	3	3	2
Formación Arenisca Dura (Ksgd)	3	2	1
Formación Usme (Tiu)	1	1	1
Formación Bogotá (Tib)	1	1	1
Formación Guaduas conjunto superior (TKgs)	2	1	1
Formación Guaduas conjunto inferior (TKgi)	2	1	1
Formación Chipaque (Ksch)	1	1	1



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

Formato: FI0203F08-02

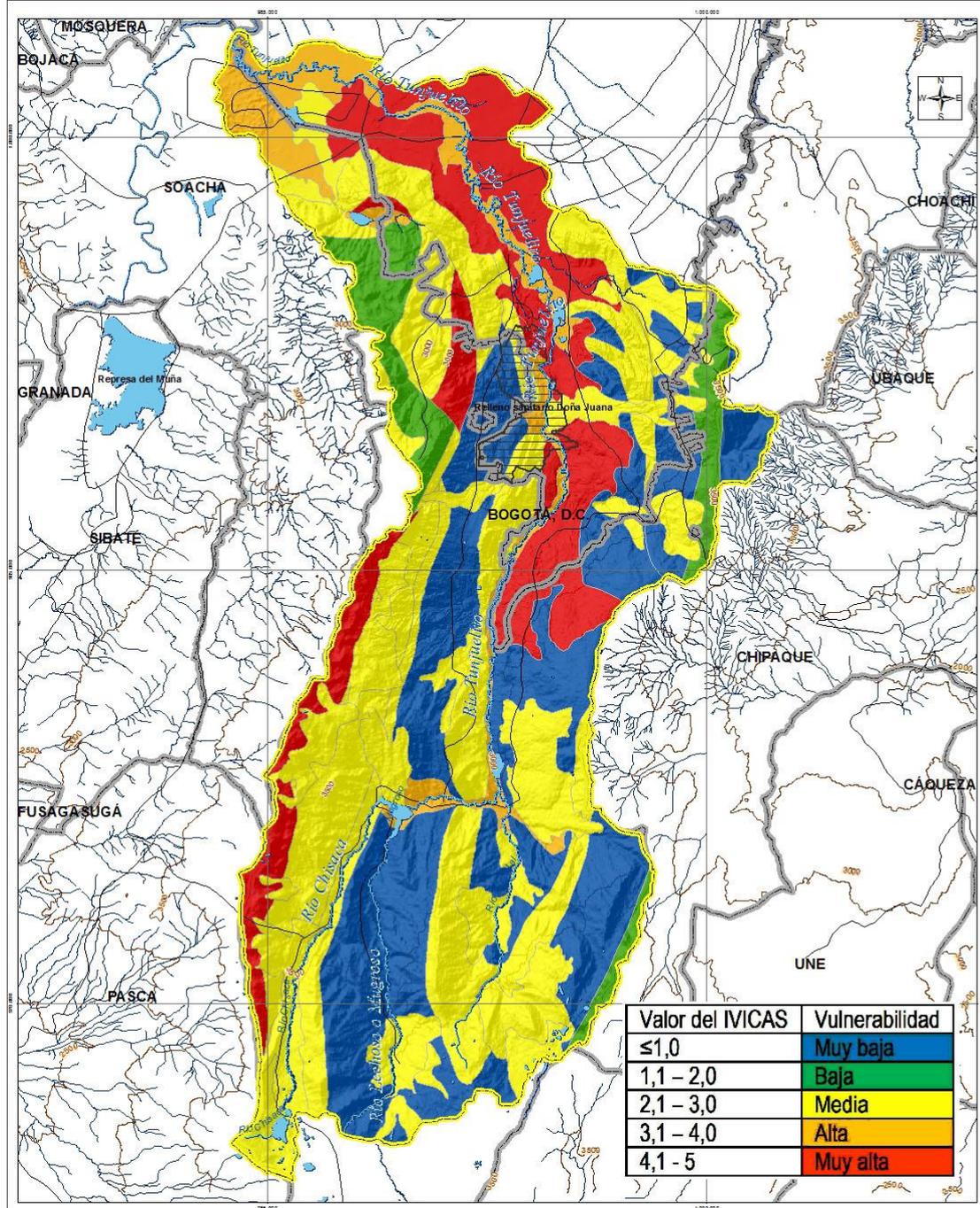
BOGOTÁ
HUMANANA

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

$$IVICAS_i = 0,3*G+0,4*O+0,3D$$

Formación geológica	IVICAS _i	Clase IVICAS	Á _i (ha)	Componente IVICAS _a
Depósitos de pendiente (Qdp)	4,2	Muy Alta	284,29	0,03
Formación Chía (Qch)	3,8	Alta	2.989,46	0,28
Formación Río Tunjuelo (Qrtsa)	4,3	Muy Alta	3.265,32	0,34
Formación Marichuela (Tma)	4,3	Muy Alta	1.735,92	0,18
Formación Arenisca Regadera (Tir)	2,7	Media	4.403,23	0,29
Formación Cacho (Tic)	2,7	Media	1.071,41	0,07
Formación Guaduas conjunto medio (TKgm)	2,7	Media	3.241,34	0,21
Formación Arenisca Labor-Tierna (Ksglt)	4,4	Muy Alta	1.794,32	0,19
Formación Sabana (Qsa)	2,9	Media	437,02	0,03
Formación Plaeners (Ksgp)	2,7	Media	1.118,85	0,07
Formación Arenisca Dura (Ksgd)	2,0	Baja	2.378,02	0,12
Formación Usme (Tiu)	1,0	Muy Baja	2.830,99	0,07
Formación Bogotá (Tib)	1,0	Muy Baja	7.947,01	0,19
Formación Chipaque (Ksch)	1,0	Muy Baja	423,76	0,01
Formación Chisacá Qchi	2,7	Media	1.823,60	0,12
Formación Río Siecha Qrsi	2,7	Media	5.217,74	0,34
IVICAS cuenca		Media	40.962,28	2,56

MAPA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS -IVICAS-



Valor del IVICAS	Vulnerabilidad
≤1,0	Muy baja
1,1 - 2,0	Baja
2,1 - 3,0	Media
3,1 - 4,0	Alta
4,1 - 5	Muy alta

REPUBLICA DE COLOMBIA
acueducto
 AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
 EMPRESA DE ASESORÍA, ALCANTARILLADO Y SERVICIO DE AGUAS
 Y SERVICIO DE AGUAS S.A.S. (E.A.S.)
 CONVIVIO 01 DE 2014

PROYECTO
 REALIZA UN PROYECTO DE SUSTENTABILIDAD METODOLÓGICA Y VERIFICATIVA EN LA IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA AL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN CUANTO A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE BOGOTÁ, PARA EL SECTOR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL SECTOR INTERIOR DEL SECTOR INTERIOR DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA AL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN CUANTO A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

epam s.a. esp.
 Ingeniería y Asesoría Ambiental y Urbanística

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (IVICAS)
 2014

- CONVENCIONES**
- Cuenca del Río Tunjueque
 - Ríos Principales
 - Relleno Doña Juana
 - Cuerpos de Agua
 - Ríos, Quebradas
 - Área Urbana
 - Límites Municipales
 - Curvas de nivel.

- LEYENDA**
- MCA
 - Muy Baja
 - Baja
 - Media
 - Alta
 - Muy Alta

UBICACIÓN
 Dirección de Datos Geográficos
 Calle 100 No. 100-100 Bogotá D.C.
 Calle 100 No. 100-100 Bogotá D.C.
 Teléfono: 373 3333

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA AL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN CUANTO A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE BOGOTÁ, PARA EL SECTOR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL SECTOR INTERIOR DEL SECTOR INTERIOR DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA AL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN CUANTO A LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

INSTITUTO DE COORDINACIÓN TERRITORIAL
 Calle 100 No. 100-100 Bogotá D.C.
 Teléfono: 373 3333



ESCALA
 1:50.000
 UTM IVICAS PROY. ESCALA: Mayo de 2014





GRACIAS

