



DIAGNOSIS AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF THE WATERSHED THE ESCORIAL, PAMPLONA MUNICIPALITY

DETERMINACION DEL INDICE DE ESCASEZ EN LA MICROCUENCA QUEBRADA "HOYA OSCURA", MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER
*Daimer Gutierrez A., Yodymar Cristancho G., María E. Rivera ****

**Estudiante VIII del Programa de Ingeniería Ambiental,
Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona,
e-mail: daymer2007@hotmail.com,*

***Estudiante IX del Programa de Ingeniería Ambiental,
Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona,
e-mail: yodyvir08@hotmail.com*

****Profesor Asociado. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Programa Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Universidad de Pamplona.
e-mail: maes@unipamplona.edu.co*

Resumen: En este artículo se presenta el proyecto de investigación desarrollado en la microcuenca Quebrada La Hoya Oscura, municipio Pamplona durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2012, cuyo objetivo fue la determinación del índice de escasez de la microcuenca en estudio. Para ello, se recopiló información a partir de una encuesta aplicada a la comunidad del área de estudio para establecer la cantidad de habitantes, el número de animales, los usos del recurso hídrico, tipos de cultivos, etc; además, se realizó un levantamiento de información a partir de la visita de campo en la cual con la ayuda de instrumentos como GPS GARMINETREX 20, y GoogleEarth, Auto CAD civil 3D 2011 y el Mapsourse para realizar el levantamiento de la cuenca

Palabras claves: Índice de Escasez, Número de Curva, Microcuenca.



1. INTRODUCCION

Dentro del ámbito de cuenca se refiere a extensiones territoriales que habitualmente se encuentran sometidas a diversos agentes que demandan sus recursos hídricos, dentro de estos podemos citar el hombre, quien es el que realiza la mayor demanda de este recurso con respecto a los agentes naturales y aparte de todo es quien le da un uso irracional o bien sea en actividades económicas, agropecuaria y/o sencillamente para uso doméstico.

En esta investigación se pretende plasmar el estudio hidrológico que se realizó en la microcuenca quebrada "La Hoya Oscura"; este se elabora con el fin de establecer un indicador que nos demuestre cómo se encuentra el equilibrio hídrico de la zona, a través del cálculo de demanda y oferta presente en la microcuenca, teniendo en cuenta para este estudio parámetros meteorológicos como la precipitación, radiación solar, temperaturas máximas y mínimas y horas de insolación del lugar de estudio, entre otros factores como la evapotranspiración, las características del suelo, cobertura vegetal etc.

Al establecer y determinar el índice de escasez para la zona de estudio, se puede conocer si la oferta que posee actualmente la microcuenca es afectada por la demanda generada en dicha zona, o por el contrario esta es abastecida de manera adecuada.

2. MARCO TEORICO

Para la ejecución de la investigación se tuvo como eje la RESOLUCION NÚMERO 0865 de 22 de julio de 2004 la cual establece que el índice de escasez representa la demanda de

agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).

Esta relación se calcula para condiciones hidrológicas medias y secas dando una visión general de la situación de la disponibilidad de agua actual y con las proyecciones futuras del abastecimiento a nivel nacional y regional de tal manera que las entidades del estado involucradas en la gestión ambiental y de los recursos hídricos, tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo sostenible de las cuencas hidrográficas, tengan en cuenta zonas que presentan índices de escasez con niveles preocupantes y otras características desfavorables. Inicialmente el índice de escasez se estimará anualmente y en la medida en que se obtenga la información mensual de oferta hídrica y demanda de las actividades socioeconómicas para cada sector, se estimará igualmente el índice de escasez en el nivel mensual.

Para el cálculo de la oferta se tuvo en cuenta Relación Lluvia – escorrentía esta es aplicable en cuencas menores, es decir cuyas áreas de drenaje sean inferiores a 250 km², cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual. La escorrentía es función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía o CN.

El número de curva de escorrentía CN del Soil Conservation Service SCS, fue desarrollado como un índice que representa la combinación de los grupos hidrológicos del suelo, el uso y la clase de tratamiento de la tierra. Análisis empíricos condujeron a deducir que el CN es función de tres factores:

Clase de suelo, la cobertura y las condiciones de humedad antecedente (5 días).

3. MATERIALES Y METODOS

En el desarrollo del proyecto aula se emplearon herramientas como el GPSmap 60St GARMIN cámara fotográfica LUMIX PANASONIC de 12Mp y software como Google Earth, MapSource CD-ROM, Autocad CIVIL 3D 2012 versión Student. De igual manera se implementó una encuesta diseñada para identificar factores socioeconómicos actividades agrícolas, principales usos del agua, del suelo etc.

Con los datos de campo recopilados y con ayuda de software anteriormente mencionados se ubicó de manera precisa la microcuenca, se determinaron las características físico-geomorfológicas como: área, perímetro, longitud axial, ancho promedio, pendiente media del cauce, orden de la microcuenca, perfil de elevación, índice de compacidad o de Gravelius, factor de forma, curva hipsométrica, densidad de drenaje y patrón de drenaje.

Se realizaron aforos en los principales afluentes para calcular el caudal medio que aportan al cauce principal y con esto determinar la oferta neta disponible en la microcuenca.

Con respecto a las muestras de agua se llevaron al laboratorio de Control de calidad y de diagnóstico de la Universidad de Pamplona donde se realizaron los análisis físico, químicos (pH, conductividad, cloruros, acidez, oxígeno disuelto (OD), turbiedad, dureza, acidez, Sólidos totales (ST) para determinar su calidad de acuerdo a la normatividad.

3 RESULTADOS:

4.1 Geomorfometría: El área de estudio se encuentra situada en el municipio de Pamplona, Norte de Santander en la vereda el Escorial; La Microcuenca “La Hoya Oscura” limita al norte con el municipio de Pamplona, al sur con el municipio de Cacota, al oeste con la microcuenca de Monte Adentro y al este con el cerro de las tres cruces o la vía troncal central del norte

La microcuenca se encuentra ubicada, a 7°21'14,09 latitud Norte y a 72°38'44 longitud oeste, la desembocadura de su cauce principal se encuentra a 2500 m.s.n.m. (ver imagen 1)

Imagen 1. Delimitación de la Microcuenca con sus respectivos afluentes y cauce principal.





Tabla 1. Características físicas y geomorfométricas de la microcuenca Q. La Hoya Oscura

CARACTERÍSTICA	RESULTADO
Área	473315.692 m ²
Perímetro	3805 m
Longitud de axial	1297 m
Ancho Promedio	364.93 m
Índice o coeficiente de compacidad	1.560 oval-oblonga
Factor de forma	0.2813
Índice de Alargamiento	3.5540
Altitud Media	2783.92 m.s.n.m
Pendiente media del cauce principal	24.8%
Mediana de Altitud	2820 m.s.n.m
Tiempo de concentración	0.3 horas
Orientación	Norte-Sur
Orden	2
Densidad de Drenaje	1.67 km/km ²

Observando los datos obtenidos en la tabla 1, se concluye que el índice de compacidad que presenta la microcuenca “La Hoya Oscura”, es Oval Oblonga a Rectangular oblonga cual indica que el tiempo de concentración es mayor, puesto que retarda la acumulación de las aguas en la parte baja o en la desembocadura del cauce, ello se puede comprobar con el índice de Alargamiento el cual es alto, lo cual nos indica que la Microcuenca es alargada y se asemeja a una forma rectangular. Presentándose un factor de forma bajo se concluye que la microcuenca es poco propensa a crecidas e inundaciones, esta se complementa con el índice de alargamiento el cual da como resultado un valor elevado, concluyendo que la microcuenca posee talwegs elementales que están alejados con el cauce principal contribuyendo con la disminución en el riego a crecidas. La mediana de altitud se obtuvo a partir de la curva hipsométrica dando como resultado 2820 m.s.n.m y presentando en su grafica una etapa de juventud la cual posee erosión en las riberas de sus cauces, a la vez no cuenta con planicie de inundación y las pendientes de sus cauces son pronunciadas. En cuanto a la orientación esta se presenta sus de norte a sur por lo cual el cauce principal no recibe mayor insolación en vertientes durante todo el día lo cual influye en la evaporación, la transpiración entre otros factores. Su densidad de drenaje es alto, significa que por unidad de superficie hay un número suficiente de elementos de drenaje en lamicrocuenca.

.2 Propiedades del Suelo:

Tabla 2. Propiedades del suelo de la Microcuenca quebrada La Hoya Oscura

Parámetro	Resultados	
TIPO DE SUELO	PUNTO 1 CL	PUNTO 2 Y 3 CL-ML
L.L	9,78	8,08
LIMITE PLASTICO	1,82	2,16
POROSIDAD TOTAL	40-60%	35-60%
POROSIDAD EFICAZ	0-5%	3-19%
INFILTRACIÓN (cm/h)	0,65 – 1,90	0,65 – 1,90
PERMEABILIDAD AD (cm/hr)	(0.05-0.25) LENTA	MUY LENTA
CONDUCTIVIDAD AD	10^{-6} a 10^{-3}	10^{-6} a 1

Para la clasificación del recurso suelo se utilizó el **método de la ASTM** (American Society for Testing Material), se realizaron 3 apiques en la zona de estudio que se encuentran georeferenciados en la imagen 2,

dos de los tres puntos que se encuentran ubicados en la parte baja de la microcuenca y uno de ellos en la parte alta, en el punto 1 ubicado en la parte alta de la microcuenca se encontró un suelo homogéneo de tipo **CL**, en este grupo podemos encontrar las arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad como se puede corroborar con los resultados de los ensayos, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas y las arcillas magras, lo que nos indica que son suelos que en estado compactado son impermeables y una compresibilidad media en estado compacto y saturado, teniendo en cuenta la textura del suelo se puede decir que tiene un porosidad total (es la relación que hay entre el volumen total de huecos/volumen total) que varía entre 40-60% y una porosidad específica (es la relación que hay entre el volumen total de agua drenada/volumen total) que varía de 0-5%, este tipo de arcillas presentan una permeabilidad lenta y presentan una textura manchada con colores grisáceos moderadamente intensos.

Por otro lado, en la parte baja se encontró un suelo de tipo **CL-ML**, en este grupo podemos encontrar los suelos que se encuentran entre las arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas y las arcillas magras y los suelos que tienen características de limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas con ligera plasticidad; se puede decir que este tipo de suelo es muy rico en materia orgánica, lo que nos indica que son suelos que en estado compactado son impermeables y una compresibilidad media en estado compacto y saturado, teniendo en cuenta la textura del suelo se puede decir que tiene un porosidad total

(es la relación que hay entre el volumen total de huecos/volumen total) que varía entre 35-60% y una porosidad específica (es la relación que hay entre el volumen total de agua drenada/volumen total) que varía de 0-19%, este tipo de arcillas presentan una permeabilidad muy lenta y presentan una textura manchada de colores. Obteniendo un tipo de suelo areno arcilloso para dicha zona de estudio.

Imagen 2 Apiques del terreno para determinar el tipo de suelo:



4.3 Determinación de la Oferta:

4.3.1 Calidad del Agua: Para determinar la calidad del agua, se realizaron 3 muestreos en el recorrido de la cuenca, estableciendo así las características físicas y químicas del agua a lo largo de la microcuenca quebrada "La Hoya Oscura".

Tabla 3. Parámetros evaluados para la Calidad del Agua en la Microcuenca:

PARAMETRO	MUESTRA A 1	MUESTRA A 2	MUESTRA A 3	Unidades
pH (25°C)	6,83	6,84	6,72	
Oxígeno disuelto	6,15	6,41	5,92	mg/L
Conductividad	155,4	145,0	144,3	ms/cm
Cloruros	0,01	0,0073	0,0092	mg/L
Sólidos Totales	290	430	160	mg ST/L
Acidez	365	485	260	mg CaCO ₃ /L
Dureza	120	80	60	mg/L
Turbiedad	1.1	1,3	1,1	UNT

Teniendo en cuenta el Decreto 475 de 1998 la Resolución 2115 de 2007 para la estimación de los valores admisibles en la calidad de agua para el consumo humano, se determinó que las diferentes tomas de muestras realizadas en la microcuenca La Hoya Oscura están en los rangos permitidos por la legislación. Como se puede observar el pH se encuentra en un rango admisible puesto que se encuentra en un rango entre 6-9.



La turbidez en todas las muestras tomadas se aprecian dentro del rango permitido puesto que en el sector de la microcuenca existe poca cantidad de materiales de arrastre que afecten el paso de agua, la dureza y la conductividad por los valores arrojados indica que las muestras se encuentran en el rango admisible. Los parámetros organolépticos como color, olor y sabor son aceptables dentro de la norma vigente.

4.3.2 Medición de Caudales:

Tabla 4. Medición de caudales de la microcuenca Quebrada la Hoya Oscura.

	Puntos de aforo en la Micro Cuenca			
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Caudal (L/s)	2,43	3,11	3,03	6,46
Caudal (L/s)	2,17	3,20	3,12	5,32
Caudal (L/s)	1,87	2,67	2,56	6,62
Caudal (L/s)	2,33	3,07	3,12	5,67
Caudal (L/s)	2,56	3,19	3,32	7,03

Caudal (L/s)	2,33	3,23	3,1	6,86
Caudal (L/s)	3,56	3,97	4,12	5,47
Caudal (L/s)	3,51	4,13	3,56	7,34
Caudal (L/s)	2,76	3,76	3,38	8,79
Caudal (L/s)	2,50	3,42	3,27	6,32
Caudal (L/s)	2,32	3,40	2,63	5,51
Caudal (L/s)	2,30	3,32	3,58	7,83
Caudal (L/s)	2,23	3,39	3,11	6,15
Caudal (L/s)	2,26	3,17	2,86	5,04
				6,315

Se realizaron medición de caudales durante el periodo de la investigación en cuatro puntos de aforo (imagen 3) obteniendo como resultado una oferta total disponible de 6.315 L/sg.

Imagen 3. Puntos de Aforo en la microcuenca.



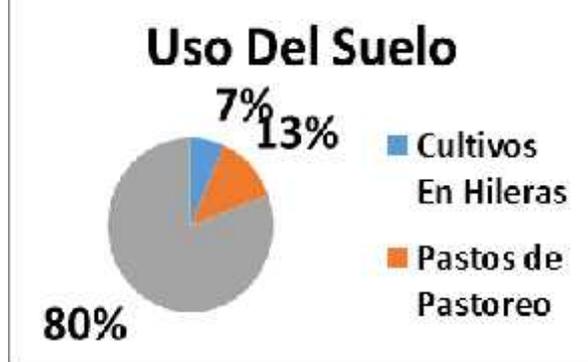
4.3.3 Relación Lluvia-Escorrentía: Para la determinación de dicha relación se debe tener en cuenta el Numero de Curva (CN) para la zona de estudio esta se encuentra en función de la clase de suelo, cobertura y la condición de humedad antecedente. Esta relación es importante debido a que por medio de este se halla cuanto caudal por escorrentía o infiltración contribuye con la oferta disponible total proporcionado por el cauce.

4.3.3.1 Usos del Suelo:

La identificación de los usos del suelo se realizó por medio de la inspección del

terreno y consigo determinando el ares respectiva para cada una de ellas.

Grafica 1. Usos del suelo en la microcuenca.



La condición de humedad antecedente promedio que se adopto es la AMCII, esta depende del tipo de suelo que se obtiene en la microcuenca, con la condición hidrológica del suelo, el tipo y uso del suelo.

Tabla 5. Deermiinacion del número de curva ponderado para la Microcuenca quebrada La Hoya Oscura.

Uso del Suelo	Condición Hidrológica	Tipo de Suelo	CN	Q (m m)
Cultivos en Hileras	Buena	C	85	24.4
Zonas de Pastoreo	Regular	C	79	16.86
Bosque	Buena	C	70	8.49
NUMERO DE CURVA PONDERADO			71.53	
CAUDAL				

Al establecer los valores de CN para el suelo en estudio y realizar el análisis de estos, se observa la mayor parte de las áreas que forman esta cuenca conservan coberturas tipo C (suelos que generan escurrimiento superficial máxima a media y con capacidad de infiltración baja a media), con usos de suelo de pastos de pastoreo y cultivos, El valor en el número de curva varían teniendo en cuenta el caudal de escorrentía y el caudal infiltrado siendo $N=100$ un caudal de lluvia convertida en su totalidad en escorrentía y $N=0$ convertida en infiltración, en la cuenca “La Hoya Oscura” se presenta un número de curva ponderado de 71,54, indicando que gran parte del caudal caído en una tormenta se convierte en escorrentía directa sobreesta.

Posteriormente, se determina la oferta neta disponible proporcionada por la microcuenca; la cual se estima a partir de la reducción por caudal ecológico y por calidad de agua arrojando un valor de 4,1048 L/s para la microcuenca quebrada “La Hoya Oscura” Oferta Hídrica Neta Mensual se para establece teniendo en cuenta la oferta hídrica neta sumándole la precipitación caída en cada mes durante el periodo de estudio que inicio en el mes de octubre y finaliza en el mes de diciembre las cuales dan como resultado 6,7748 L/s, 4,3748 L/s y 4,1961 L/s respectivamente para cada mes.

4.4 Calculo de la Demanda:

Para el cálculo de la demanda se tienen en cuenta la demanda doméstica esta se estimó a partir de una encuesta aplicada a la zona de estudio teniendo en cuenta el consumo per cápita; la demanda pecuaria contabilizando el número de animales de la región y su consumo y por último la demanda agrícola, en ella se tuvo en cuenta el área de

cultivo, la evapotranspiración, el coeficiente de cada cultivo y la precipitación media mensual. Dando como resultado la tabla 6.

Tabla 6 Estimación de la Demanda de la zona de estudio.

TIPO DE DEMANDA	L/s
Domestica	0,00636 L/s
Pecuaria	0,012773 L/s
Agrícola	0,3925 L/s
TOTAL	0,411638 L/s

4.5 INDICE DE ESCASEZ:

Para realizar este cálculo se tiene en cuenta la resolución 0865 de 2004, en la cual relaciona la demanda con la oferta proporcionada durante los meses de estudio dando como resultado la gráfica 2 presentada a continuación.

Gráfica 2. Índice de escasez para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año de estudio.





5 CONCLUSIONES

* Por medio del análisis morfométrico de la Microcuenca quebrada “La Hoya Oscura” se determinó que esta es poco susceptible a las crecidas e inundaciones comprobándolo con el coeficiente de compacidad y con el factor forma que presenta la microcuenca.

* En cuanto a los parámetros físico-químicos que se realizó a la calidad del agua en la microcuenca quebrada La Hoya Oscura esta posee características aceptables para el consumo humano de acuerdo a la legislación vigente en nuestro país.

. Las demandas proporcionadas por la comunidad en cuanto al uso doméstico, agrícola y pecuario son bajas en comparación con la oferta suministrada por la microcuenca.

. La Microcuenca quebrada La Hoya Oscura cuenta con una gran oferta hídrica, esto se ve reflejado en la densidad de drenaje, puesto que por unidad de superficie hay un número suficiente de talwegs, por lo cual la microcuenca no necesita de un cuidado intenso para evitar el deterioro de sus cauces.

* En cuanto al índice de escasez estimado para la microcuenca La Hoya Oscura esta presenta en un rango de 1-10 con una categoría mínima y con una demanda baja lo cual nos indica que existe niveles de abundancia del recurso hídrico en la zona.

6. BIBLIOGRAFIA

* Introducción Al Manejo De Cuencas Hidrográficas, Jesús E. Henao Sarmiento, 2003.

* Resolución 0865 del 22 de julio de 2007.

* CHOW, V, T, “Hidrología aplicada”, Edición Mc Grill Hill,

* Sistema de uniformación componente hidrológico redes, mediciones, observaciones y procesos básicos”. Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 1999.

* “Balance hídrico superficial de la cuenca.” Instituto de Hidráulica, universidad de Piura, marzo 1999

