**ÍNDICE DE CONTENIDO CAPITULO VII**

[VII ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL. VII-1](#_Toc166765957)

[VII.1.- Erosión hídrica en el área de Cambio de Uso de Suelo. VII-1](#_Toc166765958)

[VII.1.1.- Estimación de la erosión Hídrica del ACUSTF VII-1](#_Toc166765959)

[VII.1.2.- Erosión hídrica en la condición actual del ACUSTF. VII-2](#_Toc166765960)

[VII.1.3.- Erosión potencial con el cambio de uso de suelo. VII-2](#_Toc166765961)

[VII.1.5. Resultados de erosión hídrica en el área del ACUSTF. VII-2](#_Toc166765962)

[VII.2.- Erosión eólica en el área de Cambio de Uso de Suelo. VII-3](#_Toc166765963)

[VII.2.1.- Estimación de la erosión eólica actual en el ACUSTF VII-4](#_Toc166765964)

[VII.2.2.- Erosión eólica con la implementación del proyecto VII-4](#_Toc166765965)

[VII.2.3.- Erosión potencial con el cambio de uso de suelo VII-4](#_Toc166765966)

[VII.2.4.- Resultados de erosión eólica del ACUSTF VII-5](#_Toc166765967)

[VII.3. Infiltración en el área de Cambio de Uso de Suelo VII-6](#_Toc166765968)

[VII.3.1.- Metodología para el cálculo de infiltración. VII-6](#_Toc166765969)

[VII.3.1.1.- Evapotranspiración por el método de Coutagne VII-8](#_Toc166765970)

[VII.3.2.- Infiltración sin proyecto en el ACUSTF VII-8](#_Toc166765971)

[VII.3.3.- Infiltración con la implementación del proyecto VII-9](#_Toc166765972)

[VII.3.5.- Resultados obtenidos de la Infiltración VII-10](#_Toc166765973)

**ÍNDICE DE TABLAS**

[Tabla 7.1.- Porcentaje de la cubierta vegetal en el área CUSTF. VII-1](#_Toc83915321)

[Tabla 7.2.- Valor de longitud y grado de la pendiente del CUSTF. VII-1](#_Toc83915322)

[Tabla 7.3.- Erosión potencial para el Cambio de Uso de Suelo. VII-2](#_Toc83915323)

[Tabla 7.4.- Erosión hídrica en el ACUSTF VII-2](#_Toc83915324)

[Tabla 7.5.- Valor de factores para cálculo de erosión en el área de CUSTF. VII-3](#_Toc83915325)

[Tabla 7.6.- Datos para el factor G de erosión eólica VII-4](#_Toc83915326)

[Tabla 7.7.- Erosión eólica en el ACUSTF VII-5](#_Toc83915327)

[Tabla 7.8.- Grado de afectación de la erosión hídrica y eólica en el ACUSTF VII-6](#_Toc83915328)

[Tabla 7.9.- Volumen de escurrimiento en el ACUSTF VII-9](#_Toc83915329)

[Tabla 7.10.- Infiltración en el ACUSTF para los tres escenarios. VII-10](#_Toc83915330)

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL.

## VII.1.- Erosión hídrica en el área de Cambio de Uso de Suelo.

En cuanto a la metodología y datos utilizadas se encuentran dentro del numeral V, Subnumeral V.3.1.1.- Metodología para determinar la erosión hídrica en el área de Cambio de Uso de Suelo, con los datos siguientes:

**Estimación del valor del Factor de longitud y grado de la pendiente del ACUSTF**

Para la cual se tiene los siguientes resultados.

### VII.1.1.- Estimación de la erosión Hídrica del ACUSTF

1. Porcentaje de la cubierta vegetal en el ACUSTF.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Área de estudio | Cubierta Vegetal | Tipo de suelo | Valor de K |
| (ACUSTF) | 50 a 75 % | A | 0.20 |

De la misma manera, para estimar ***el valor de LS*** se hace necesario tomar en cuenta las características topográficas del polígono de afectación.

**Estimación del valor del Factor de longitud y grado de la pendiente del ACUSTF**

1. Valor de longitud y grado de la pendiente del ACUSTF.

|  |  |
| --- | --- |
| Factor | Valor |
| Altura más alta del terreno. | 1714 |
| Altura más baja del terreno. | 1580 |
| Longitud de la pendiente | 502 |
| Pendiente (S). | 26.69 |
| Factor de grado y longitud de la pendiente (LS). | 28.11 |

Pendiente (S) = (1714) - (1580) /502\*100= 28.11

LS = (502) ^0.5 \* (0.0138 + (0.00965\*26.69) + (0.00138\*(26.692)))

LS = 22.40\* (0.0138 + 0.2575+ 0.9830)

LS = 22.40 \* (1.25)

**LS = 28.11**

Finalmente, se estima la Erosión Potencial (Ep) sustituyendo estos valores en la ecuación, obtenidos en la fórmula: Ep = R\*K\*LS\*C. Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

1. Erosión potencial para el Cambio de Uso de Suelo.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Área | Valor de R | Valor de K | Valor de LS | Erosión potencial (toneladas/año) |
| ACUSTF | **1,057.14** | **0.20** | **28.11** | **594.32** |

### VII.1.2.- Erosión hídrica en la condición actual del ACUSTF.

La Erosión Potencial (Ep) sustituyendo estos valores en la ecuación, obtenidos en la fórmula: Ep = R\*K\*LS\*C, dado lo siguiente el valor de R sería de 1,057.14 de acuerdo a la tabla de ecuaciones para estimar la erosión de la lluvia y el mapa de regiones de la erosión de la lluvia, en la tabla de valores del factor K de acuerdo al tipo de vegetación y el porcentaje de la cobertura de la misma arroja un valor de 0.20 y el factor de longitud de grado de pendiente que es igual a 28.11 como resultado tenemos que la erosión potencial sería de **59.43** mm/año, que es el equivalente a **594.32** toneladas/año.

A= R K L S C

A= 1,057.14\* 0.20\*28.11\*0.10

A= 594.32 Toneladas/ha.

**(Equivalente a una pérdida de 59.43 mm de suelo por año)**

### VII.1.3.- Erosión potencial con el cambio de uso de suelo.

Para calcular la pérdida de Suelo se aplicará la ecuación potencial de acuerdo a la siguiente fórmula utilizando los valores obtenidos de las variables R, K, LS, quedando como sigue: Ep = R\*K\*LS

R= 1,057.14

K= 0.20

LS= 28.11

Ep = 1057.14\*0.20\*28.11

Ep= 5,943.24 Toneladas /año

(Con la modificación del área se perderán 594.32 mm de suelo por año).

### VII.1.5. Resultados de erosión hídrica en el área del ACUSTF.

1. Erosión hídrica en el ACUSTF

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Área | Erosión sin proyecto mm/año suelo | Erosión con proyecto mm/año suelo |
| ACUSTF | 59.43 | 594.32 |

En las condiciones actuales por efecto de la lluvia se pueden tener pérdidas de 59.43 mm de suelo/año, con la implementación del proyecto al quedar desnudo el suelo incrementa una pérdida hasta 594.32 mm de suelo/año.

**La pérdida total de suelo en un periodo de 120 meses que estará el suelo sin vegetación o desnudo por las actividades de remoción será de 5943.2 mm, al igual que, durante el periodo de extracción de material pétreo será de 5943.2 mm en 120 meses, como se muestra a continuación.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Periodo sin vegetación | 120 meses |  |  | |
| Periodo de ejecución del proyecto sin Vegetación por año | 120 meses |  |  | |
|  |  |  |  | |
| **Periodo de Ejecución** | **Ton/Periodo** | **mm/Periodo** | |
| Erosión por Ejecución del Proyecto | 59432.40 | 5943.2 | |
| Erosión por Cambio de Uso de Suelo | 59432.40 | 5943.2 | |

Se aclara que, la duración del proyecto será de 10 años en una superficie total de 17.41 has, por lo que la extracción de material pétreo serán un total de 11.71, de las cuales el aprovechamiento pro año será de 1.17 has., por año quedando sin vegetación 120 meses para la remoción de la vegetación y 120 meses en cada etapa para la extracción, en total durante los 10 años será una pérdida de 5943.2 mm.

En el área del proyecto con los datos que anteceden y las observaciones realizadas en el recorrido de campo se considera que la calidad de las condiciones del suelo se encuentra de **media a mala calidad**.

## VII.2.- Erosión eólica en el área de Cambio de Uso de Suelo.

Para la estimación de la erosión eólica en el área de cambio de uso de suelo se realizaron con la metodología que se encuentra en el numeral V, y Subnumeral V.3.2.- Metodología para determinar la erosión eólica en CUSTF, con los datos siguientes:

1. Valor de factores para cálculo de erosión en el área de CUSTF.

|  |  |
| --- | --- |
| FACTOR | VALOR |
| F = ERODABILIDAD DEL SUELO | 0.20 |
| G = Factor local geográfico para la erosión por viento | 0.09 |
| R= Rugosidad de la superficie | 0.5 |
| W = Ancho equivalente del campo | 502 |
| V = Cantidad equivalente a cubierta vegetal | 0.10 |
| P = Prácticas e cultivo | 0.75 |

**FACTOR G;**

Para obtener el factor G se utilizó información meteorológica de CONAGUA, en su estación, “5081” del municipio de Saltillo, para obtener información sobre la velocidad del viento, se obtuvo de la página https://www.meteored.mx/saltillo/historico, para obtener la información mensual del año inmediato anterior, con ello y utilizando la fórmula Factor climático:

G.C = 1/100 i =1∑12 (Vel / 100) (((PET - P) / PET) \* n).

1. Datos para el factor G de erosión eólica

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| FACTOR G | Velocidad del Viento | 10.3 km/h |
| Precipitación | 285.2 mm |
| PET | 266.03 mm |
| Número de Días posibles de erosionarse el suelo | 12 |

Sustituyendo la fórmula se obtiene lo siguiente:

G=1/100\*(10.3^3/100) (((266.03-285.2/266.03) \*12)

**G= 0.09**

Utilizando la información anterior y la ecuación se tiene lo siguiente:

### VII.2.1.- Estimación de la erosión eólica actual en el ACUSTF

X a = (F, G, R, W, V)

Xa= (0.20\*0.09\*0.5\*502\*.10)

**Xa= 0.45 Toneladas/ha.**

Tendríamos de pérdida de suelo en el área de 0.05 mm/año.

### VII.2.2.- Erosión eólica con la implementación del proyecto

Xa = (F, G, R, W)

Xa= (0.20\*0.09\*0.5\*502)

**Xa= 4.52 Toneladas/ha.**

Tendríamos de pérdida de suelo en el área de 0.45 mm/año.

### VII.2.3.- Erosión potencial con el cambio de uso de suelo

Xa = (F, G, R, W, V, P)

Xa= (0.20\*0.09\*0.5\*502\*0.10\*0.75)

**Xa= 0.34 TONELADAS.**

Tendríamos de pérdida de suelo en el área de 0.03 mm/año.

### VII.2.4.- Resultados de erosión eólica del ACUSTF

1. Erosión eólica en el ACUSTF

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Área | Erosión  sin proyecto mm/año suelo | Erosión  con proyecto  mm/año suelo |
| ACUSTF | 0.05 | 0.45 |

En las condiciones actuales por efecto del viento se tiene una pérdida de suelo de 0.05 mm de suelo/año, con la implementación del proyecto al quedar desnudo el suelo se incrementa hasta 0.45 mm de suelo/año, por lo que se recomienda realizar actividades de compensación, logrando tener una erosión potencial solo de 0.03 mm de suelo/año.

En el área del proyecto con los datos que anteceden y las observaciones realizadas en el recorrido de campo se considera que la calidad de las condiciones del suelo se encuentra de **media a mala calidad** con tendencia a degradación.

**La pérdida total de erosión eólica que tendrá por acciones del viento durante el tiempo que el área quedara sin vegetación es de 4.5 mm/ha, en 120 meses y el tiempo que durará la extracción de material pétreo por etapa de extracción será de 120 meses, la pérdida por cambio de uso de suelo será de 4.5 mm/ha, como se muestra a continuación.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Periodo sin vegetación | 120 meses |  |
| Periodo de ejecución del proyecto sin Vegetación | 120 meses |  |
|  |  |  |
| Periodo de Ejecución | Ton/Periodo | mm/Periodo |
| Erosión por Ejecución del Proyecto | 45.18 | 4.5 |
| Erosión por Cambio de Uso de Suelo | 45.18 | 4.5 |

1. Grado de afectación de la erosión hídrica y eólica en el ACUSTF

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Erosión | Periodo de ejecución | Erosión en ton/ha suelo | Perdida de suelo  (t/ha) | Interpretación | Valor de clasificación |
| Hídrica | Actual | 59.43 | 50 – 100 | Zonas con procesos erosivos graves.  Existe erosión y es apreciable a simple vista.. | 3 (Alta) |
| Por cambio de uso de suelo | 5943.24 | 200 -500 | Zonas con procesos erosivos muy graves. Existe erosión y es manifiesta a simple vista. | 6 (Muy Grave) |
| Por ejecución de proyecto | 5943.24 | 200 -500 | Zonas con procesos erosivos muy graves. Existe erosión y es manifiesta a simple vista. | 6 (Muy Grave) |
| Eólica | Actual | 0.05 | 0 – 5 | Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerables. No hay erosión neta. | 1 (Muy Bajo) |
| Por cambio de uso de suelo | 45.18 | 20 – 50 | Zonas con procesos erosivos moderados. Existe erosión, aunque puede no ser apreciable a simple vista. | 4Moderada |
| Por ejecución de proyecto | 45.18 |

## VII.3. Infiltración en el área de Cambio de Uso de Suelo

### VII.3.1.- Metodología para el cálculo de infiltración.

Para la cuantificación del volumen medio anual de escurrimiento natural se determinó indirectamente, mediante la siguiente expresión:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Volumen Anual de Escurrimiento** | **=** | **Precipitación Anual** | **\*** | **Área Total** | **\*** | **Coeficiente de Escurrimiento** | |  |  |  |  |  |  |

**Área total**

Área total del estudio (ha) \* 10000 = área en metros cuadrados

17.41\*10,000= 174,100 m2

**Coeficiente de Escurrimiento**

El cual se calcula mediante las fórmulas siguientes:



Dónde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P = Precipitación media anual

K = Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo la cual se describe en el siguiente cuadro:

Valores del Factor **K**



**Fuente:** NOM-011-CNA-2000

Tomando en consideración la condición del suelo presente en el área se determinó que es un tipo de suelo A y de acuerdo a la información recabada en campo se cuenta con una cobertura vegetal de 50 %, con una textura media y menos del 0.5 % de materia orgánica por lo que nos da un factor de K de 0.20 es por lo anterior que el Coeficiente de Escurrimiento Anual (Ce) se determinará a través de la siguiente fórmula:

Ce= K ((P-250)/2000)) + (K-0.15)/1.5

Ce=0.20((285.2-250)/2000)+(0.20-0.15)/1.5

Ce= 0.0035 + 0.0333

**Ce=0.0369**

Por lo anterior el volumen medio anual de escurrimiento natural se determinó mediante el método indirecto, mediante la siguiente expresión:

Ve= (P) (At) (Ce)

Ve= (0.2852 mm) (174,100 m/1,000,000 m) (0.0369 mm)

**Ve = 0.1832 mm**

#### VII.3.1.1.- Evapotranspiración por el método de Coutagne

ETR= P-xP2

Donde:

ETR= Evapotranspiración m/año

P= Precipitación en m/año

X= 1/ (0.8 + 0.14 t)

t= Temperatura en ºC (24.6)

ETR= (0.2852 – 1/ (0.8+0.14\*24.6) \*(0.2852)2

ETR= (0.2852 – 0.2356\*0.0813)

ETR= 0.26603 m

1 m = 1000 mm

0.26603 m = **ETR = 266.03 mm**

Con los datos necesarios calculados se podrá obtener el grado de infiltración en el área sujeta a Cambio de Uso del Suelo desde tres escenarios tal y como se manifiesta a continuación.

### VII.3.2.- Infiltración sin proyecto en el ACUSTF

**INFILTRACION**

Infiltración = P – ETR – Ve

Dónde:

P = Precipitación (285.2 mm)

ETR = Evapotranspiración (266.03 mm)

Ve = Volumen de Escurrimiento (0.1832 mm)

Infiltración = P – ETR – Ve

Infiltración = 285.2– 266.03 – 0.1832mm

**Infiltración = 18.98 mm**

### VII.3.3.- Infiltración con la implementación del proyecto

**INFILTRACION**

Infiltración = P – ETR – Ve

Donde:

P = Precipitación (395.7 mm)

ETR = Evapotranspiración (por acción del suelo desnudo se considera un incremento en la Tº en un grado, siendo de 25.6º para este caso), por lo tanto, se calcula la ETR:

ETR= P-xP2

X= 1/ (0.8 + 0.14 t)

t= Temperatura en ºC (25.6 º)

ETR= (0.2852 – 1/ (0.8+0.14\*24.2) \*(0.2852)2

ETR= (0.2852-.2281\*0.0813)

ETR= 0.26665

1 m = 1000 mm

0.26665 m = 266.65 mm

**ETR = 266.65 mm**

P = Precipitación 285.2 mm

Ve = Volumen de Escurrimiento (0.2105 mm)

ETR = Evapotranspiración = 266.65 mm

Infiltración = P – ETR – Ve

Infiltración = 285.2 mm – 266.65 mm – 0.1832 mm

**Infiltración = 18.37 mm**

1. Volumen de escurrimiento en el ACUSTF

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Área | Tipo de Vegetación | Precipitación Anual m3 | Superficie (m²) | Tipo de suelo | CE (mm) | VE (mm) |
| Acustf | **Matorral Desértico Rosetófilo y Micrófilo** | 285.2 | 174,100 | A | 0.0369 | 0.1832 |
|

CE: Coeficiente de escurrimiento; VE: Volumen de escurrimiento

Considerando la información antes señalada, se interrumpe un volumen de escurrimiento de agua de 0.1832 mm a la superficie del ACUSTF de 17.41 hectáreas. La cual se puede capturar con la implementación de obras de conservación.

### VII.3.5.- Resultados obtenidos de la Infiltración

1. Infiltración en el ACUSTF para los tres escenarios.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo de área | Infiltración  de agua  Sin proyecto (mm) | Infiltración  de agua  Con proyecto (mm) |
| ACUSTF | 18.98 | 18.37 |

Derivado del análisis se concluye que en la condición actual con la cobertura que posee, se tiene una infiltración normal de 18.98 mm anuales, con la implementación del proyecto al quedar sin vegetación esto aumenta la evapotranspiración por lo cual se dejará de captar agua reduciendo su infiltración a 18.37 mm.

**La pérdida de infiltración total que sufrirá el área durante el periodo que durará sin vegetación es de 1.53 mm en un periodo de 120 meses, así mismo durante el periodo de extracción de material pétreo de 120 meses la pérdida será de 183.6 mm, posteriormente a este periodo el área quedará intacta para su recuperación de manera natural.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Periodo sin vegetación | 120 | meses |  |
| Periodo de ejecución del proyecto | 120 | meses |  |
|  |  |  |  |
| **Periodo de ejecución** | **Sin vegetación mm/Periodo** | **Con vegetación mm/Periodo** | **Pérdida mm/Periodo** |
| Infiltración Por Cambio de uso de suelo | 1.53 | 189.8 | 188.29 |
| Infiltración Por Ejecución del proyecto | 183.66 | 189.8 | 6.16 |

Se aclara que, la duración del proyecto será de 10 años en una superficie total de 17.41 has, por lo que la extracción de material pétreo será de 1.43 ha por año quedando sin vegetación 120 meses para la remoción de la vegetación y 120 meses en cada etapa para la extracción.