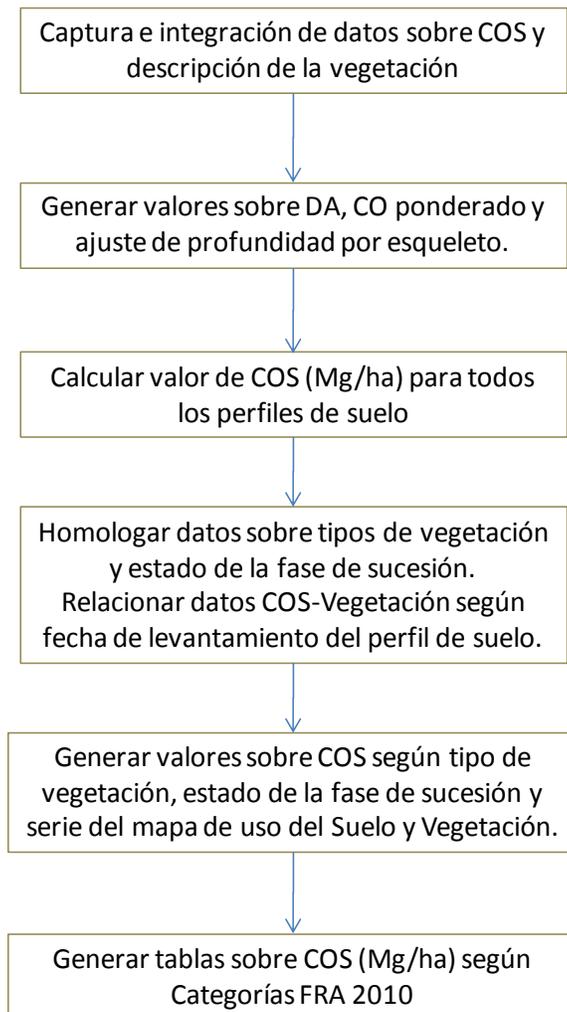


## CALCULO DE COS PARA LAS DIFERENTES CLASES DE VEGETACION CONSIDERADAS EN EL INFORME NACIONAL SOBRE EVALUACION DE RECURSOS FORESTALES MUNDIALES, MEXICO 2010.

Fernando Paz (COLPOS), Carlos Omar Cruz (INEGI), Jesús Abad Argumedo (INEGI) y Jorge Dionisio Etchevers (COLPOS)

### INTRODUCCION

Para obtener el valor de COS (Mg) y COS (Mg/ha) en las diferentes clases de vegetación FRA 2010 fue necesario implementar el siguiente procedimiento.



## PROCEDIMIENTO GENERAL

**1. Capturar e integrar los datos para cálculo del valor de COS (Mg/ha) en cada uno de los 21,806 perfiles de suelo con información disponible. Se obtiene la siguiente estructura tabular y secuencia de las columnas de información original.**

Nombre del Campo	Descripción del campo	Valores
Identifi	Clave que identifica el registro de cada perfil de suelo.	000001 - 300100
Year_lev	Año en que se levantó la información del perfil de suelo en campo	1968 - 2007
Descrip_v	Descripción vegetal al momento del levantamiento del perfil de suelo. Incluye tipo de vegetación en lo general y especies (nombre vulgar o científico) en lo particular.	Discreta
Hlimsupe	Profundidad del límite superior del horizonte de suelo dentro del perfil.	0 – 29 cm
Hliminfe	Profundidad del límite inferior del horizonte de suelo dentro del perfil.	1 – 30 cm
Esq_grav	Estimación del porcentaje de gravas (2.5-7.5 cm) que está contenido en un horizonte de suelo.	0-6, de donde 0. Sin esqueleto 1. Menor de 5% 2. 5 a 10% 3. 10 a 20% 4. 20 a 40% 5. 40 a 80% 6. Más de 80%
Esq_guij	Estimación del porcentaje de guijarros (7.5-25cm) que está contenido en un horizonte de suelo.	0-6, de donde 0. Sin esqueleto 1. Menor de 5% 2. 5 a 10% 3. 10 a 20% 4. 20 a 40% 5. 40 a 80% 6. Más de 80%
Esq_pie	Estimación del porcentaje de piedras (mayores de 25cm) que está contenido en un horizonte de suelo.	0-6, de donde 0. Sin esqueleto 1. Menor de 5% 2. 5 a 10% 3. 10 a 20% 4. 20 a 40% 5. 40 a 80% 6. Más de 80%
Sk_clave	Clave del suelo dominante contenido en la unidad cartográfica y que contiene el valor de esqueleto.	Existen 3 valores de referencia sk 40% skp 40% hk 80%
Arcilla	Cantidad de arcilla contenida en el horizonte o capa de suelo (porcentaje).	0-100
Limo	Cantidad de limo contenida en el horizonte o capa de suelo (porcentaje).	0-100
Arena	Cantidad de arcilla contenida en el horizonte o capa de suelo (porcentaje).	0-100
DAPd	Densidad aparente de la muestra de suelo (valor aproximado 1/3 bar), obtenida en campo y cuantificada en laboratorio.	0.1 – 1.7

CO	Cantidad de COS (%) presente en el suelo.	0.01-40.0
----	---	-----------

Fuente: Sistema Nacional de Información sobre Perfiles de Suelo, SNIPER (versión no publica).

## 2. Procesar la información de la tabla anterior y generar los siguientes valores asociados al cálculo del COS.

### Profundidad

La profundidad establecida para las estimaciones del COS fue de 30 cm (recomendación del IPCC), por lo que se procedió a la estimación del COS a esta profundidad usando un esquema de ponderación por espesor de los estratos del suelo.

Indica la sumatoria de los espesores de los horizontes o capas de suelo contenidos en los 30cm superficiales. Ejemplo:

Identifi	Hlim_supe (cm)	Hlim_infe (cm)	Espesor (cm)
D1403 24	0	11	11
D1403 24	11	30	19

Profundidad: 30 cm

### Esqueleto (Sk)

Indica el porcentaje de fragmentos mayores a 2mm observados en los 30 cm superficiales de suelo. Incluye el valor conjunto de gravas (2-25mm), guijarros (25-75mm) y piedras (75-250mm).

Es obtenido a partir de dos fuentes de información.

- Directo. El 31.0% de los valores tiene como fuente el formato de descripción del suelo realizado en campo. De este modo se obtiene un valor porcentual de esqueleto a partir de la sumatoria de las columnas (esq\_grav + esq\_guij + esq\_pied).
- Indirecto. El 69% es obtenido de la clave de la unidad dominante y co-dominante de suelo. El valor estimado de pedregosidad es ajustado a dos valores: 40 y 90%

En este proceso es necesario determinar el ajuste por profundidad a partir del porcentaje del volumen del suelo ocupado por la fracción fina.

Ejemplo:

Identificador	Profundidad (m)	Esqueleto (%)	Tierra fina (%)	Profundidad ajustada (m)
D1403 24	0.3000	17.67	82.33	0.2469

El ajuste por profundidad es equivalente a descontar la fracción gruesa del suelo, ver ecuación (1).

### **Carbono Orgánico (Cos\_%)**

Es el valor de CO obtenido en laboratorio por el método Walkey-Black para cada muestra de suelo. Expresado en porcentaje del peso total de suelo.

Útil para la estimación indirecta de Densidad Aparente (DA) y para la cuantificación del COS en términos gravimétricos (Mg/ha)

### **Factor de ponderación (Factor\_pon)**

Se obtiene a partir de los valores de espesor de cada horizonte o capa de suelo y se emplea para calcular el promedio ponderado de cualquier valor numérico asociado al cálculo de COS.

Útil para calcular el promedio ponderado del valor de CO del perfil de suelo en función al espesor de cada uno de los horizontes o capas de suelo encontradas dentro de los 30 cm superficiales.

Identifi	Hlim_supe	Hlim_infe	Espesor	Factor_pon	CO (%)	CO_pon
D1403 24	0	11	11	0.3667	1.8	0.6601
D1403 24	11	30	19	0.6333	0.3	0.1900

Lectura: El perfil D1403-24 tiene un promedio ponderado de CO=  $0.6601+0.1900 = 0.8501\%$  dentro de los 30 cm superficiales.

### **Clase textural (Clase\_tex)**

Obtenida a partir de la relación de constituyentes de tierra fina observada en los tamaños de partículas en los perfiles de suelo, a partir del cual se genera una tabla de clases texturales.

Para obtener la clase textural se emplea el sistema 2000-63-2- $\mu\text{m}$ , del United States Department of Agriculture (USDA).

El valor de la clase textural asociado al valor del CO (%) es aplicado directamente en la estimación cuantitativa de la densidad aparente (DA), para los casos en que la DA no es evaluada directamente en campo.

### **Densidad aparente (DA)**

Valor obtenido por dos diferentes fuentes de información:

- a) Directo. Valor asentado por muestreo de campo y análisis de DA en laboratorio para descripciones de perfiles de suelo seleccionadas.
- b) Indirecto. Por estimación de DA a partir de los valores de arcilla y CO (%) disponible. Se emplea el procedimiento sugerido por FAO: Guidelines for Soil Description, 2006, Fourth Edition (pp 51, table 58 y figure 7). El valor promedio de DA está asociado directamente a la clase textural de cada perfil de suelo y ajustada al contenido de CO. Para los casos en que el valor de CO es mayor a 1.2%, se realiza un decremento de 0.03 Mg/m<sup>3</sup> por cada 0.6% de incremento en el valor de CO.

Por este método indirecto se han obtenido los valores de DA en 98% de los perfiles de suelo con dato de COS disponible.

### **3. Obtener el valor final de COS (Mg/ha) para cada uno de los 21,806 perfiles de suelo.**

#### **Carbono Orgánico del Suelo (COS\_Mgha)**

Para obtener este valor se emplea la siguiente ecuación

$$\text{COSi} = \text{DAP} \times \text{P} \left( \frac{1-\text{FG}}{100} \right) \text{ m} \times 10000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \times \text{COSp} \left( 0.01 \right) \quad (1)$$

COSi = Carbono Orgánico en el Suelo (Mg.ha<sup>-1</sup>)

DAP = Densidad aparente del suelo (Mg.m<sup>-3</sup>)

P = Profundidad des suelo (m)

FG = Fragmentos gruesos en el suelo (> 2 mm), en volumen (%)

COSp= Carbono orgánico ponderado, expresado en términos porcentuales

0.01 es un factor de conversión de unidades.

### **4. Homologar la descripción vegetal de los perfiles de suelo asociados al cálculo de COS por tipo de vegetación FAO-FRA2010.**

Para homologar la clave única de vegetación serie IV (usuev) en todos los perfiles de suelo se considera la fecha del levantamiento, descripción vegetal contenida en el formato original de levantamiento en campo y en su defecto, la información del mapa de Uso del Suelo y Vegetación en sus diferentes series I, II, III y IV.

Por lo tanto, existen 5 fuentes de información para determinar el tipo de vegetación y fase sucesional en cada perfil de suelo involucrado en el presente análisis de COS.

**Descripción original.** Se considera el tipo de vegetación, especies y nombres comunes para establecer su correspondencia con serie IV. Existen 3,789 valores sobre tipos de vegetación homologados a serie IV, de los cuales cerca de la mitad (45.7%) corresponden a levantamientos posteriores a 1998. Ejemplos:

IDENTIFI	YEAR	DESCRIPCIO	USUEV	FASE_PS
E13B12 17	1975	pino-abies compuestas	BA	PRIMARIA
H1304 216213	2002	AREA SIN VEGETACION APARENTE	DV	
E1401 301018	1998	AGR DE HUMEDAD	HA	
H1309 303007	1999	MDR CRASIROSIFOLIUS	MDR	PRIMARIA
H1202 190113	2003	MEZQUITE + MATORRAL DESERTICOMICROFILO SUBINERME C	MKX	PRIMARIA
H1102 178043	2002	CHAPARRAL ESCASOS ENCINOS+PASTIZAL	ML	SECUNDARIA
G1204 124133	2005	MATORRAL SARCOCRASICUALE, SUBINERME OCOTILLO, CACT	MSCC	PRIMARIA
F13B19 10	1970	mat subinerme, gobernadora	MSM	PRIMARIA
E1504 35022	2004	PC ZACATE PANGOLA	PC	PRIMARIA
H1308 222114	2003	PASTIZAL HALOFILO TOBOSO	PH	PRIMARIA
E1302 6231	2003	PI-SBC/VSA	PI	SECUNDARIA
F14A88 8	1972	huizache, escobilla, bisbirinda	PI	SECUNDARIA
F1408 94002	1981	Riego sorgo, soya, maiz	RA	
G1309 152054	1997	riego vid (uva)	RAS	
E1507 42104	2004	SELVA ALTA PERENNIFOLIA RESISTOL, PALMA COLA DE PE	SAP	PRIMARIA
E13B33 7	1976	sbc, jacanicuil, aserilla, gramineas	SBC	PRIMARIA
F1610 106114	2003	SMS PICHICH, KITAM CH, SUBN, TS'IST'ILCH	SMS	PRIMARIA
F13B22 33	1970	at, mezquite, pastos	TA	
F14C25 28	1971	maíz temporal	TA	
E1504 35016	2004	TS, PIDA PASTO GRAMA	TS	
I1112 238046	2002	VEGETACION DE DUNAS GOBERNADORA, RAMA BLANCA	VD	PRIMARIA
H1109 184109	2004	VEG HALOFILA YUCA, CHOLLA, VEG MUY ESCASA, PITAHAY	VH	PRIMARIA
I1111 236113	2002	CHAPARRAL-VSA	VSa/BQP	SECUNDARIA
G14C85 47	1975	microf, yuca, gob, hojasca, mariola	VSa/MDM	SECUNDARIA
H1205 196101	2003	PN-VSa ENCINO-PINO	VSa/PN	SECUNDARIA

**Descripciones Usuev Serie I.** Se consideran asociados al valor de la cobertura Serie I, todos los perfiles obtenidos entre 1970 y 1989. Año base 1980. El valor obtenido por intersección se ajusta a las tablas de valores existentes actualmente para Usuev Serie IV. Existen 16,875 valores sobre tipos de vegetación serie I homologados a serie IV. Ejemplos:

IDENTIFI	YEAR	USUEV1	USUEV	FASE_PS
E13B17 62	1975	BPQ/VSa	VSa/BPQ	SECUNDARIA
E14B22 66	1980	BJ/VSa	VSa/BJ	SECUNDARIA
G13B31 2	1978	[R]	RA	PRIMARIA
G13B61 40	1977	E-MDM/MB	MDM	SECUNDARIA

G14A48 18	1979	E-MET/ME	MET	SECUNDARIA
-----------	------	----------	-----	------------

**Descripciones Usuev Serie II.** Se consideran asociados al valor de la cobertura Serie II, todos los perfiles obtenidos entre 1990 y 1997. Año base 1997. El valor obtenido por intersección se ajusta a las tablas de valores existentes actualmente para Usuev Serie IV. Existen 869 valores sobre tipos de vegetación serie II homologados a serie IV. Ejemplos:

IDENTIFI	YEAR	USUEV_2	USUEV	FASE_PS
F1306 76093	1992	RPS	RSP	PRIMARIA
F1309 80058	1992	E-BQ	BQ	PRIMARIA
F1309 80062	1992	E-PI	PI	SECUNDARIA
F1404 88063	1992	MDM/MB	MDM	PRIMARIA
F1407 92083	1993	PA/VSa	PI	SECUNDARIA

**Descripciones Usuev Serie III.** Se consideran asociados al valor de la cobertura Serie II, todos los perfiles obtenidos entre 1998 y 2003. Año base 2002. El valor obtenido por intersección se ajusta a las tablas de valores existentes actualmente para Usuev Serie IV. Existen 174 valores sobre tipos de vegetación serie II homologados a serie IV. Ejemplos:

IDENTIFI	YEAR	USUEV3	USUEV	FASE_PS
E1303 8043	1998	BPQ	BPQ	PRIMARIA
E1303 8053	1998	BQ/VSA	VSA/BQ	SECUNDARIA
F1305 300069	2000	BP/VSa	VSa/BP	SECUNDARIA
F1305 300073	2000	SMS/VSa	VSa/SMS	SECUNDARIA
H1109 300410	2000	MDR	MDR	PRIMARIA

**Descripciones Usuev Serie IV.** Se consideran asociados al valor de la cobertura Serie IV, todos los perfiles obtenidos entre 2004 y 2009. Año base 2007. El valor obtenido es el mismo actualmente para Usuev Serie IV. Existen 99 valores sobre tipos de vegetación relacionados directamente con la cobertura serie IV.

**5. Obtener las tablas de COS según el tipo de vegetación o información agrícola-pecuaria-forestal disponible en cada perfil de suelo. Las tablas están divididas por serie de vegetación y por estado de la fase de sucesión en la vegetación.**

Se incorpora el valor promedio del CO (en términos tanto porcentuales como gravimétricos), la desviación estándar y la frecuencia o número de perfiles involucrados en la cuantificación de COS en cada serie II, III y IV.

En los casos de tipos de vegetación con superficie escasa (generalmente superficie total menor a 50 mil has) y donde no existen datos sobre COS de perfiles levantados en esos sitios se procede a realizar lo siguiente:

- a) Emplear el valor promedio de COS en los mismos tipos de vegetación con fase sucesional diferente.
- b) Cuando no es posible obtener este valor, se emplea el valor promedio de COS observado en el ecosistema.

Algunos casos especiales en donde se ha realizado este procedimiento son los siguientes: Bosque de cedro, matorral de coníferas, selva de galería, vegetación halófila-hidrófila, bosque inducido y áreas desprovistas de vegetación.

Las tablas generadas contienen los siguientes valores de columnas. (Ejemplos de ilustración)

Tipo de vegetación	Serie IIV3R (Ha)						
	Veg Prim	Frecuencia	CO % prom	CO % sdv	COS (Mg/ha) prom	COS (Mg/ha) sdv	COS (Mg)
Bosque de pino	5,761,533.95	334	2.35	2.13	68.0337	6,640.01	391,978,472.29
Bosque de táscate	162,068.06	25	1.58	1.39	52.8048	4,347.37	8,557,971.49

Al término de esta etapa se obtiene el archivo "Cos\_calculos.xls", que contiene el resumen de todas las tablas de COS por tipos de vegetación, según serie cartográfica (USUEV) y estado de la fase sucesiva de la vegetación.

**6. Finalmente, se obtienen los valores de COS según categorías FRA 2010, a partir de las relaciones establecidas en la Sección 1.1.3. del Informe Nacional FAO-México, año 2010.**

Serie II	Superficie (has)	COS (Gg)
Bosques	68722817.7	4612190.49
Otras tierras boscosas	20772148.4	604465.47
Otras tierras	103477828.8	3924883.38
Agua	1396820.7	52057.15

**Total                                    194369615.5    9193596.49**

Serie III	Superficie (has)	COS (Gg)
Bosques	65559811.4	4402144.78
Otras tierras boscosas	20288822.2	588587.35
Otras tierras	107124179.9	4099927.24



## 8 Tabla T8 – Existencias de carbono

### 8.1 Categorías y definiciones del FRA 2010

Categoría	Definición
Carbono en la biomasa por encima del suelo	Carbono en toda la biomasa viva por encima de suelo, incluyendo el tronco, el tocón, las ramas, la corteza, las semillas y las hojas.
Carbono en la biomasa por debajo del suelo	Carbono en toda la biomasa de las raíces vivas. Las raíces pequeñas de menos de 2 mm de diámetro están excluidas porque éstas a menudo, no pueden distinguirse, de manera empírica, de la materia orgánica del suelo u hojarasca.
Carbono en la madera muerta	Carbono en toda la biomasa leñosa muerta que no forma parte de la hojarasca, en pie, sobre el suelo o en el suelo. La madera muerta incluye la madera que yace en la superficie, las raíces muertas y los tocones con diámetro igual o superior a 10 cm. o cualquier otro diámetro utilizado por el país.
Carbono en la hojarasca	Carbono en toda la biomasa muerta, con un diámetro inferior al diámetro mínimo elegido por el país para medir la madera muerta (por ej. 10 cm.), en varios estados de descomposición por encima del suelo mineral u orgánico.
Carbono en el suelo	Carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos (incluye la turba) a una profundidad especificada por el país y aplicada de manera coherente en todas las series cronológicas.

### 8.2 Datos nacionales

#### 8.2.1 Fuentes de datos

Referencias de las fuentes de datos	Calidad (A/M/B)	Variable(s)	Año(s)	Comentarios adicionales
Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000 Serie IIV3R Continuo	A	Cobertura vegetal y usos del suelo. (nacional)	1993	La información fue liberada en el año 2001, su elaboración consistió en trabajo de campo cualitativo y fotointerpretación a partir de imágenes de satélite LANDSAT.

Nacional. INEGI.				
Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000 Serie III Continuo Nacional. INEGI.	A	Cobertura vegetal y usos del suelo. (nacional)	2002	La información fue entregada a CONAFOR en el año 2004, su elaboración consistió en trabajo de campo cualitativo y fotointerpretación a partir de imágenes de satélite LANDSAT. La información es totalmente compatible con la Serie IV
Conjunto de datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000 Serie IV Continuo Nacional. INEGI	A	Cobertura vegetal y usos del suelo. (nacional)	2007	La información fue entregada a CONAFOR en el año 2009, su elaboración consistió en trabajo de campo cualitativo y fotointerpretación a partir de imágenes de satélite SPOT. La información es totalmente compatible con la Serie III
Sistema nacional de información sobre perfiles de suelo (1968-2007), versión preliminar.	A	VARIABLES edáficas y carbono orgánico en el suelo	1968-2007	La información fue generada a través de una asociación entre INEGI y COLPOS y consistió en recopilar toda la información disponible de suelos en INEGI (y otras fuentes), georeferenciarla y establecer un sistema de control de calidad.

## 8.2.2 Clasificación y definiciones

Las mismas clases de vegetación de la Sección 1.2.3 para las Series del INEGI y su integración a las clases FAO establecidas en la Sección 1.1.3

## 8.2.3 Datos originales

Las de la Sección 8.2.1 (Sección 1.2.3 + Sistema Nacional de Información sobre Perfiles de Suelos)



<b>Subtotal: Carbono en la biomasa viva</b>								
Carbono en la madera muerta								
Carbono en la hojarasca								
<b>Subtotal: Carbono en madera muerta y hojarasca</b>								
Carbono en el suelo	4761	4481	4408	4380	606	585	579	576
<b>TOTAL</b>								

Profundidad del suelo (cm.) utilizada para calcular el carbono en el suelo	30 cm
--	-------

## 8.5 Comentarios a la Tabla T8

Variable / categoría	Comentarios relacionados con los datos, definiciones, etc.	Comentarios relacionados con las tendencias
Carbono en la biomasa por encima del suelo		
Carbono en la biomasa por debajo del suelo		
Carbono en la madera muerta		
Carbono en la hojarasca		
Carbono en el suelo		

Otros comentarios generales a la tabla

