

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DIRECCIÓN DE MARCOS Y MUESTREO

Nota Metodológica  
sobre Diseño Muestral

Encuesta sobre Investigación y Desarrollo de Tecnología,  
Módulo sobre Biotecnología y Nanotecnología

(ESIDET MBN 2012)



INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

## Índice

---

<b>1. Objetivo de la encuesta</b>	<b>1</b>
<b>2. Población objetivo</b>	<b>1</b>
<b>3. Cobertura geográfica y sectorial</b>	<b>1</b>
<b>4. Diseño de la muestra</b>	<b>1</b>
4.1 Marco de la encuesta	1
4.2 Unidad de muestreo	3
4.3 Estratificación	3
<b>5. Esquema de muestreo</b>	<b>3</b>
<b>6. Tamaño de la muestra</b>	<b>4</b>
<b>7. Afijación de la muestra</b>	<b>7</b>
<b>8. Selección de la muestra</b>	<b>7</b>
<b>9. Problemática y no Respuesta</b>	<b>7</b>
<b>10. Cálculo de los factores de expansión</b>	<b>9</b>
10.1 Ajuste por no Respuesta	9
<b>11. Estimadores</b>	<b>9</b>

## 1. Objetivo de la encuesta

Obtener información relacionada con los recursos humanos y financieros que se destinaron a las actividades de la Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en los sectores privado no lucrativo, educación superior, gobierno y productivos para 2010 y 2011, las actividades relacionadas con el uso de biotecnología, y nanotecnología; así como de las actividades de innovación, factores que favorecen y obstaculizan a la innovación tecnológica en el sector productivo en los mismos años.

## 2. Población objetivo

La integraron las empresas del país con 20 y más personas ocupadas para las actividades económicas de minería, manufacturas, construcción, electricidad, servicios, transportes y comunicaciones, pertenecientes al denominado sector productivo, así como para las instituciones de los sectores de educación superior, privado no lucrativo y gobierno.

## 3. Cobertura geográfica y sectorial

La encuesta permitió obtener estimaciones nacionales y por rama de actividad de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

## 4. Diseño de la muestra

La muestra se caracterizó por ser probabilística, por lo cual los resultados obtenidos de la encuesta se generalizaron a toda la población objeto de estudio, y también fue posible medir los errores de las estimaciones obtenidas.

En los sectores de educación superior, privado no lucrativo y gobierno, se censaron las empresas que conformaron el marco.

### 4.1 Marco de la encuesta

#### Sector productivo

El marco de muestreo para el sector productivo se conformó por las empresas que integran los directorios de los resultados definitivos de los Censos Económicos 2009 (CE 2009) sin considerar maquiladoras de exportación, educación superior, gobierno e instituciones sin fines de lucro, además se incorporaron las empresas proporcionadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y aquellas que han sido parte de la misma encuesta en al menos 2 eventos anteriores, denominada Panel.

Se presenta a continuación la distribución por rama OCDE del marco de muestreo para el sector productivo:

Cuadro 1

Rama OCDE	Descripción OCDE	Empresas
<b>Total</b>		<b>37 177</b>
02	Minería	420
05	Productos alimenticios y bebidas	2 273
06	Productos del tabaco	11
08	Textiles	960
09	Prendas de vestir y piel	1 501
10	Productos de cuero e industria del calzado	884
12	Madera y corcho	282
13	Pulpa, papel y productos del papel	411
14	Publicaciones, imprentas y reproducción de medios de grabación	1 079
16	Carbón, productos del petróleo y energía nuclear	157
18	Químicos (excepto farmacéuticos)	421
19	Químicos (farmacéuticos)	512
20	Caucho y productos de plástico	1 455
21	Productos minerales no metálicos	644
23	Metales básicos ferrosos	97
24	Metales básicos no ferrosos	85
25	Productos fabricados del metal	1 577
27	Maquinaria no especificada en otra parte	814
28	Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	138
29	Maquinaria eléctrica	384

Rama OCDE	Descripción OCDE	Empresas
31	Componentes electrónicos incluyendo semiconductores	28
32	T.V, radio y equipo de comunicaciones	99
33	Instrumentos, relojes y cronómetros	23
34	Vehículos de motor	412
37	Aviones	17
38	Otros transportes no especificados en otra parte	38
40	Muebles	700
41	Otras manufacturas no especificadas en otra parte	271
43	Electricidad	51
44	Construcción	72
47	Hoteles y restaurantes	6 909
48	Transporte y almacenamiento	3 850
50	Correo	226
51	Telecomunicaciones	162
52	Intermediación financiera	1 583
53	Bienes raíces, renta y actividades empresariales	290
55	Consultaría de software	437
57	Investigación y desarrollo	58
59	Servicios comunales, sociales y personales	7 755
S/C	Sin clasificación OCDE	91

De igual manera se presenta a continuación la distribución por entidad federativa del marco de muestreo para el sector productivo:

Cuadro 2

Clave Entidad	Nombre Entidad	Empresas
<b>Total</b>		<b>37 177</b>
1	Aguascalientes	487
2	Baja California	1 257
3	Baja California Sur	324
4	Campeche	202
5	Coahuila de Zaragoza	1 185
6	Colima	259
7	Chiapas	480
8	Chihuahua	1 167
9	Distrito Federal	7 578
10	Durango	424
11	Guanajuato	2 230
12	Guerrero	390
13	Hidalgo	505
14	Jalisco	3 293
15	México	3 078
16	Michoacán de Ocampo	802
17	Morelos	500
18	Nayarit	238
19	Nuevo León	3 248
20	Oaxaca	360
21	Puebla	1 490
22	Querétaro de Arteaga	894
23	Quintana Roo	652
24	San Luis Potosí	738
25	Sinaloa	726
26	Sonora	903
27	Tabasco	374
28	Tamaulipas	1 072
29	Tlaxcala	220
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	1 232
31	Yucatán	696
32	Zacatecas	173

## Sector de educación superior, privado no lucrativo y gobierno

Para las instituciones de educación superior, del sector privado no lucrativo y gobierno, el marco se formó con los directorios proporcionados por CONACyT.

Cuadro 3

Gran Sector	Instituciones
<b>Total</b>	<b>1 285</b>
Educación Superior	562
Privadas no Lucrativas	586
Gobierno	137

### 4.2 Unidad de muestreo

Se consideró como unidad de muestreo la empresa para el sector productivo y la institución para los sectores de educación superior, privado no lucrativo y gobierno.

### 4.3 Estratificación

#### Sector educación superior, privadas no lucrativas y gobierno

Las instituciones correspondientes a los sectores de educación superior, privadas no lucrativas y gobierno. No se estratificaron ya que se incluyeron con certeza en el diseño.

#### Sector productivo

Para cada rama OCDE correspondientes al sector productivo, se estratificaron las empresas en cinco grupos en función del total de personal ocupado<sup>1</sup>. La distribución del marco se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 4

Estrato	Rangos de Personal Ocupado	Total	Sector Productivo				
			Electricidad	Manufacturas	Minería	Servicios	Construcción
<b>Total*</b>		<b>37 071</b>	<b>50</b>	<b>15 271</b>	<b>419</b>	<b>21 262</b>	<b>69</b>
1	501 y más	2 180	31	1 222	22	876	29
2	251 a 500	2 000	1	1 034	32	925	8
3	101 a 250	4 635	0	2 188	61	2 373	13
4	51 a 100	7 220	2	3 158	86	3 969	5
5	50 a 20	21 036	16	7 669	218	13 119	14

\* Sin contar 23 empresas sin estrato y 83 empresas sin clasificación enviadas por CONACyT.

## 5. Esquema de muestreo

### Sector productivo

Fue probabilístico y estratificado por dominio de estudio, a nivel nacional y estatal por rama de actividad económica OCDE.

#### a) Probabilístico

Porque las unidades de muestreo tuvieron una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionadas.

#### b) Estratificado

Porque las unidades de muestreo con características similares se agruparon para formar estratos.

<sup>1</sup> Total de personal ocupado: personal suministrado y no suministrado por ésta razón social.

## 6. Tamaño de la muestra

### Sector productivo

El tamaño de muestra se obtuvo de manera independiente para cada dominio de estudio, utilizando la expresión para estimar un total. Se consideró un nivel de confianza del 95%; un error relativo del 8% y una tasa de no Respuesta del 20%.

La expresión para obtener el tamaño de muestra por tamaño OCDE fue:

$$n_r = \frac{\left( \sum_{h=1}^H N_{rh} S_{rh} \right)^2}{\frac{r^2 T_r^2}{z^2} + \sum_{h=1}^H N_{rh} S_{rh}^2} * \frac{1}{1 - TNR}$$

Donde:

- $n_r$  = tamaño de muestra en la r-ésima rama OCDE.
- $H$  = número de estratos.
- $N_{rh}$  = total de empresas en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.
- $S_{rh}$  = desviación estándar del h-ésimo estrato, de la r-ésima rama OCDE para la variable de personal ocupado.
- $r$  = error relativo permitido.
- $T_r$  = total de personal ocupado en la r-ésima rama OCDE.
- $z$  = valor en tablas para una distribución normal estándar.
- TNR = tasa de no Respuesta.

Se incluyeron con certeza las siguientes empresas:

- El estrato 1
  - Empresas con más de 500 personas ocupadas.
- Las ramas OCDE con menos de 20 empresas:
  - Productos del Tabaco (06).
  - Aviones (37).
- Por importancia de la actividad para la encuesta:
  - Investigación y Desarrollo (57).
- Empresas constructoras con mayor participación en ingresos.
- 2 732 Empresas del Panel y CONACyT:
  - Panel (1 759).
  - CONACyT (703).
  - y ambas (270).

El tamaño de muestra nacional, incluyendo 3 274 empresas con certeza, fue de 4 998 empresas.

De manera independiente para el tamaño de muestra por entidad federativa se aplicó la misma expresión considerando como dominio cada entidad federativa-rama OCDE con un nivel de confianza del 95%, un error relativo del 8% y una tasa de no Respuesta del 20%, obteniendo un tamaño de muestra<sup>2</sup> de 12 283 empresas.

---

<sup>2</sup> Incluyendo 3 274 empresas con certeza.

El tamaño de muestra resultante y su distribución por rama OCDE es la siguiente:

Cuadro 5

Rama OCDE	Descripción OCDE	Total	
		Muestra	
		Nacional	Entidad
<b>Total*</b>		<b>4 998</b>	<b>12 283</b>
S/C	Sin clasificación OCDE	91	91
02	Minería	77	299
05	Productos alimenticios y bebidas	381	855
06	Productos del tabaco	11	11
08	Textiles	159	414
09	Prendas de vestir y piel	147	452
10	Productos de cuero e industria del calzado	103	216
12	Madera y corcho	57	188
13	Pulpa, papel y productos del papel	96	242
14	Publicaciones, imprentas y reproducción de medios de grabación	118	431
16	Carbón, productos del petróleo y energía nuclear	74	127
18	Químicos (excepto farmacéuticos)	153	300
19	Químicos (farmacéuticos)	147	286
20	Caucho y productos de plástico	155	485
21	Productos minerales no metálicos	125	380
23	Metales básicos ferrosos	58	93
24	Metales básicos no ferrosos	54	84
25	Productos fabricados del metal	186	538
27	Maquinaria no especificada en otra parte	171	418
28	Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	103	128
29	Maquinaria eléctrica	192	292
31	Componentes electrónicos incluyendo semiconductores	25	27
32	T.V., radio y equipo de comunicaciones	67	87
33	Instrumentos, relojes y cronómetros	21	23
34	Vehículos de motor	143	300
37	Aviones	17	17
38	Otros transportes no especificados en otra parte	29	36
40	Muebles	74	311
41	Otras manufacturas no especificadas en otra parte	77	182
43	Electricidad	41	51
44	Construcción	72	72
47	Hoteles y restaurantes	204	1 066
48	Transporte y almacenamiento	215	901
50	Correo	63	171
51	Telecomunicaciones	66	130
52	Intermediación financiera	225	614
53	Bienes raíces, renta y actividades empresariales	71	205
55	Consultaría de software	204	299
57	Investigación y desarrollo	58	58
59	Servicios comunales, sociales y personales	668	1 403

\* Sin contar 23 empresas sin estrato enviadas por CONACyT

Presentando la siguiente distribución por entidad federativa:

Cuadro 6

Clave Entidad	Nombre Entidad	Total	
		Muestra	
		Nacional	Entidad
<b>Total*</b>		<b>4 998</b>	<b>12 283</b>
1	Aguascalientes	73	257
2	Baja California	226	492
3	Baja California Sur	21	123
4	Campeche	27	97
5	Coahuila de Zaragoza	219	502
6	Colima	22	124
7	Chiapas	31	179
8	Chihuahua	209	470
9	Distrito Federal	1 057	1 562
10	Durango	54	231
11	Guanajuato	244	596
12	Guerrero	16	145
13	Hidalgo	83	285
14	Jalisco	406	851
15	México	452	915
16	Michoacán de Ocampo	79	349
17	Morelos	52	239
18	Nayarit	33	120
19	Nuevo León	543	981
20	Oaxaca	35	167
21	Puebla	143	492
22	Querétaro de Arteaga	154	445
23	Quintana Roo	70	196
24	San Luis Potosí	111	360
25	Sinaloa	74	252
26	Sonora	128	352
27	Tabasco	25	151
28	Tamaulipas	157	409
29	Tlaxcala	33	143
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	123	385
31	Yucatán	79	301
32	Zacatecas	19	112

\* Sin incluir 23 empresas de CONACyT sin estrato.

### Sectores educación superior, privadas no lucrativas y gobierno

Todas las empresas de los sectores educación superior, privadas no lucrativas y gobierno quedaron incluidas en la muestra, de tal modo que el tamaño de muestra para estos sectores fue de 1 285 empresas, distribuidas de la siguiente forma:

Cuadro 7

Gran Sector	Instituciones
<b>Total</b>	<b>1 285</b>
Educación Superior	562
Privadas no Lucrativas	586
Gobierno	137

El tamaño de la muestra total de empresas e instituciones fue de 13 568 unidades económicas.

## 7. Afijación de la muestra

### Sector productivo

Para cada rama OCDE se asignó la muestra en cada estrato por el método de Neyman para personal ocupado, de la siguiente forma:

$$n_{rh} = n_r \left( \frac{N_{rh} S_{rh}}{\sum_{h=2}^H N_{rh} S_{rh}} \right)$$

Donde:

$n_{rh}$  = muestra en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

$n_r$  = muestra total en la r-ésima rama OCDE.

$N_{rh}$  = total de empresas en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

$S_{rh}$  = desviación estándar del h-ésimo estrato, de la r-ésima rama OCDE de la variable de personal ocupado.

$H$  = número de estratos.

Tanto para el diseño nacional como por entidad federativa se verificó que hubiera al menos 4 empresas por dominio en caso de existencia.

## 8. Selección de la muestra

### Sector productivo

El tamaño de muestra nacional fue complementado con el fin de tener una cobertura a nivel rama de actividad económica OCDE y de acuerdo al tamaño de muestra obtenido para este último.

Las empresas se seleccionaron de manera independiente en cada rama de actividad OCDE y estrato mediante selección aleatoria sin reemplazo. La muestra seleccionada para el sector productivo fue establecida como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 8

Estrato	Rangos de Personal Ocupado	Total	Sector Productivo				
			Electricidad	Manufacturas	Minería	Servicios	Construcción
<b>Total*</b>		<b>12 177</b>	<b>50</b>	<b>6 921</b>	<b>298</b>	<b>4 839</b>	<b>69</b>
1	501 y más	2 180	31	1 222	22	876	29
2	251 a 500	1 320	1	830	30	451	8
3	101 a 250	2 395	0	1 411	60	911	13
4	51 a 100	2 195	2	1 324	69	795	5
5	50 a 20	4 087	16	2 134	117	1 806	14

\* Sin contar 23 empresas sin estrato y 83 empresas sin clasificación enviadas por CONACyT.

## 9. Problemática y no Respuesta

Durante la etapa de levantamiento se detectaron diferentes situaciones presentadas a continuación:

### Sector productivo

Se identificaron 51 empresas fuera de la población objetivo:

Cuadro 9

Equivalencia OCDE	Total
<b>Total</b>	<b>51</b>
Agricultura (01)	12
Comercio (46)	39

Así como 1 143 empresas con la siguiente problemática:

Cuadro 10

Problemática		Total
<b>Total</b>		<b>1 143</b>
5	No localizado	295
6	Desaparecido	465
7	Cierre Definitivo	244
12	Duplicado	98
16	Siniestro	3
17	Fusionado	7
10	Cierre Temporal	3
	Cambio de Sector*	8
	Otros	20

\* Gobierno, Educación Superior o Privadas no Lucrativas (fueron altas en el sector correspondiente ver Cuadro 12)

### Educación Superior, Privadas no Lucrativas y Gobierno

Para éstos sectores se detectaron 84 casos con problemática, presentada a continuación:

Cuadro 11

Problemática	Total	Número de Instituciones		
		Educación Superior	Privadas no Lucrativas	Gobierno
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>1</b>	<b>82</b>	<b>1</b>
05 No localizado	29		29	
07 Cierre	11		11	
12 Duplicado	6	1	4	1
Otro	38		38	

### Ajustes a la muestra

La muestra seleccionada fue de 13 568 unidades económicas de las cuales se dieron de baja 1 270 empresas por problemática y se realizaron 8 cambios de sector del productivo a privadas no lucrativas y gobierno obteniendo una muestra final de 12 306 empresas, como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 12

Sector	Muestra Seleccionada	Altas por cambio de Sector	Problemática	Muestra Real
<b>Total</b>	<b>13 568</b>	<b>8</b>	<b>1 270</b>	<b>12 306</b>
Productivo	12 283		1 186	11 097
Privadas no Lucrativas	586	2	82	506
Educación Superior	562		1	561
Gobierno	137	6	1	142

Partiendo de la muestra real, la tasa de no Respuesta fue de:

Cuadro 13

Sector	Muestra Real	No Respuesta	Tasa de no Respuesta (%)
<b>Total</b>	<b>12 306</b>	<b>938</b>	<b>7.62%</b>
Productivo	11 097	897	8.08%
Privadas no Lucrativas	506	23	4.55%
Educación Superior	561	10	1.78%
Gobierno	142	8	5.63%

## 10. Cálculo de los factores de expansión Sector productivo

Los factores de expansión se calcularon mediante el siguiente procedimiento:

$$F_{rh} = \frac{N_{rh}}{n_{rh}}$$

Donde:

$F_{rh}$  = factor de expansión del h-ésimo estrato, de la r-ésima rama OCDE.

$N_{rh}$  = total de empresas en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

$n_{rh}$  = muestra en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

De la misma manera para cada entidad-OCDE-estrato.

### 10.1 Ajuste por no Respuesta Sector productivo

El ajuste por no Respuesta se realizó para cada uno de los dominios a nivel rama-estrato.

$$F'_{rh} = F_{rh} \frac{nS_{rh}}{nr_{rh}}$$

Donde:

$F'_{rh}$  = factor de expansión con ajuste por no Respuesta del h-ésimo estrato, de la r-ésima rama OCDE.

$F_{rh}$  = factor de expansión del h-ésimo estrato, de la r-ésima rama OCDE.

$nS_{rh}$  = número de empresas seleccionadas en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

$nr_{rh}$  = número de empresas con respuesta en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

## 11. Estimadores Sector productivo

El estimador total de la característica X fue:

$$\hat{X} = \sum_{r=1}^R \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_h} F_{rhi} X_{rhi}$$

Donde:

$\hat{X}$  = estimador total de la característica X.

$R$  = número de ramas OCDE en la muestra.

$H$  = número de estratos.

$n_h$  = número de unidades en la muestra en el h-ésimo estrato.

$F_{rhi}$  = factor de expansión del i-ésimo elemento, del h-ésimo estrato, de la r-ésima rama OCDE.

$X_{rhi}$  = característica a estimar reportada en el i-ésimo elemento, en el h-ésimo estrato, en la r-ésima rama OCDE.

Para la estimación de proporciones, tasas y promedios se utilizará el estimador de razón:

$$\hat{R} = \frac{\hat{X}}{\hat{Y}}$$

Donde,  $\hat{Y}$  se define en forma análoga a  $\hat{X}$ .