


## BASELINE EMISSION FACTOR CALCULATION

This document was forwarded by Project participants (CRE) to the validation team to show the origin of the data for Annex 3 and the assumptions made.

This document was developed in 2000 in Spanish and it is a resume of the study and survey developed by the consulting company SASA, to obtain performance data of all the diesel generators that were going to be substituted by the new natural gas power plant.

The following information, relevant for validation, has been translated and have been put with comments remarks in the correspond pages:

1. Title in page 1 with some remarks.
2. Origin of data and some assumptions made to obtain performance data in page 7.
3. Table of page 10. The headings of the table have been translated.
4. Some remarks about chapter 4 in page 10.

All the these translations have been put in comment boxes which opens and show the text by putting the pointer on the comment mark. 



## Calculo del Factor de Emisión de Línea Base

Mediante el presente estudio se realizaron mediciones en generadores a diesel operando en el área del proyecto con el objeto de realizar la estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por el funcionamiento de dichos equipos.

A partir de mediciones realizadas en los generadores de CRE y los generadores particulares más importantes en la zona, se obtuvo un factor de emisión calculado como promedio de los valores procesados, tomando en cuenta la potencia de cada generador. El Factor de Emisión obtenido es de 853.37 (Kg. CO<sub>2</sub>/MWh). Los cálculos y supuestos considerados, de detallan a continuación

### 1. Metodología de medición:

Para medir la composición de los gases de escape de los motores de los grupos generadores, se utilizó un analizador de gases de combustión "Testo 350 con sonda de gases". Una descripción de las características técnicas de este equipo se encuentra adjunta.

Para medir la velocidad de los gases de salida se utilizó el equipo anterior con dos sondas, una sonda de gases que mide la temperatura, y una sonda de pitot que mide la velocidad; una descripción de las características técnicas de estas sondas se encuentra adjunta.

Las mediciones se realizaron siguiendo los pasos descritos a continuación:

#### Medición de gases de combustión:

- Inicialmente se procede a una limpieza de las celdas antes de realizar cada una de las mediciones. Esta limpieza se realiza automáticamente por el lapso de 60 segundos.
- La sonda se introduce por la tubería de escape, y se mantiene en esta posición hasta que los parámetros medidos se estabilicen. Cabe recalcar que es aconsejable realizar las mediciones introduciendo la sonda por un orificio practicado en la tubería de escape, cerca de la salida del motor, para evitar infiltraciones de aire. Sin embargo, por limitaciones en campo se han realizado las mediciones introduciendo la sonda de gases a la salida del tubo de escape.
- Se anotan las lecturas de los parámetros medidos en una planilla de toma de datos preparada para este efecto. Los parámetros son los siguientes: Temperatura de gases, temperatura ambiente, temperatura interna del equipo, concentración volumétrica de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (calculada por el equipo), concentración volumétrica de oxígeno (O<sub>2</sub>), pérdidas en la combustión, rendimiento de la combustión, de exceso de aire, partes por millón de monóxido de carbono (CO), concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).
- Luego se procede nuevamente a la limpieza de las celdas de la sonda de gases, haciendo funcionar el equipo con la sonda en el medio ambiente hasta que el porcentaje de exceso de oxígeno alcance 21 %, antes de efectuar la siguiente medición.

- En el caso que los parámetros medidos se encuentren fuera del rango esperado, se procede a realizar una nueva medición con el objeto de corroborar los resultados obtenidos.

### Medición de flujos:

Para obtener el flujo de los gases de escape se realiza dos mediciones, la velocidad de los gases de escape y el diámetro de la tubería en el punto donde se tomo la medición de la velocidad.

- Inicialmente se procede a calibrar a 0 (cero) la sonda de medición de flujos.
- Posteriormente se introduce la sonda de gases en la tubería de escape, y se coloca la sonda de Pitot en el centro de la tubería de escape, teniendo cuidado de mantenerla perpendicular al flujo de los gases.
- Al mismo tiempo se introduce la sonda para gases que es la que tiene incorporado una termocupla.
- Se anotan los parámetros medidos en una planilla de toma de datos, los parámetros son: Temperatura de los gases, presión diferencial, velocidad de los gases de escape.
- Para medir el diámetro de la tubería de escape se utilizó un flexómetro

### Datos adicionales:

- Otro parámetro de referencia que se toma en cuenta es la temperatura de la superficie de la tubería donde se realizo la medición de la composición de los gases. Para este efecto se utilizó un termómetro de infrarrojos de rápida acción.
- Por otro lado, se procedió a realizar una encuesta a los encargados de los equipos sobre las horas de funcionamiento, consumo de combustible, así como las características de los equipos de generación como la potencia nominal (obtenida también de los datos de placa de los equipos).
- Para contar con un parámetro de referencia del funcionamiento de los grupos generadores se tomó lectura de la corriente de los amperímetros, en los lugares donde cuentan con este instrumento.

## **2. Datos tomados en las mediciones**

Se tomaron mediciones en los gases de combustión de 16 equipos electrógenos. El detalle de los parámetros medidos en cada uno de estos se encuentra a continuación:

### Mediciones de Gases de combustión:

La tabla A siguiente muestra los datos obtenidos por el equipo de análisis de gases en los diferentes equipos de generación con la fecha y la hora en la que se realizó la medición.

La leyenda de las columnas de los parámetros de medición corresponde a:

T. H.	Temperatura de los gases
T. A	Temperatura Ambiente
T. I.	Temperatura Interna del equipo
CO <sub>2</sub>	Bióxido de carbono
O <sub>2</sub>	Contenido de oxígeno
qA	Pérdidas generales en la combustión
Ren	Rendimiento de la combustión
λ	Exceso de aire
CO	Monóxido de carbono

Tabla A.

Empresa	Fecha	Hora	Nº de Prueba	T.H	T.A	T.I. (°C)	CO2	O2	qA	Ren.	CO2	Lambda	uCO
				(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(%)	(%)	Máx	(%)	(ppm)
CRE San Ramon	10/04/00	17:00	1	325	34.9	36.3	5.8	13.1	26.8	72.7	15.5	2.67	831
		17:15	2	295.2	50.3	36.5	5.3	14	25.3	74.1	15.9	2.98	853
		18:30	3	445	29	33.5	9.1	9	26.5	72.8	15.9	1.75	1160
CRE San Javier (260 kW)	10/04/00	21:45	1	389.8	28.9	32	9.1	9	22.9	76.5	15.9	1.75	974
CRE San Javier (160 kW)	10/04/00	22:25	1	352.4	28	30.1	7.2	11.5	25.4	74.3	15.9	2.21	473
		22:40	2	349.8	28	29.5	7.3	11.3	24.9	74.9	15.9	2.18	448
Restaurant la Pascana San Ramón	11/04/00	10:10	1	203.7	29.9	26.8	3.3	16.7	28.7	70.3	15.9	4.89	1643
		10:30	2	212.7	29.9	29	3.5	16.4	28.1	70.8	15.9	4.55	1792
Gasolinera La gotera San Ramón	11/04/00	11:15	1	199.4	33.6	33.7	5.4	13.9	17.1	82.2	15.9	2.96	1268
Fábrica de hielo San Ramón	11/04/00	15:30	1	247	32.9	39.4	4.6	14.9	25.3	73.9	15.9	3.44	1385
Comsur San Ramon	11/04/00	16:30	1	256.2	34.5	38.6	4.5	14.9	26	73.7	15.5	3.45	462
		16:52	2	248.7	35.2	38.3	4.4	15.2	26.7	73	15.9	3.65	525
		17:00	3	248.7	34.5	37.3	4.4	15.2	26.8	72.9	15.9	3.65	478
		17:25	4	230.5	34.4	36.6	4.3	15.3	21.7	78.1	15.9	3.7	477
Agrop. Sembrador San Julian	11/04/00	18:50	1	188.6	27.6	33.8	4.8	14.6	18.3	81	15.9	3.3	1165
		19:00	2	193	27.8	33.3	4.9	14.6	18.6	80.7	15.9	3.27	1112
Vicariato Concepción	12/04/00	14:15	1	294	30.2	31.5	6.9	11.7	20.9	78.9	15.5	2.26	230
		14:30	2	253.8	34.1	34.5	4.6	14.9	26	73	15.9	3.45	314
		14:35	3	264.9	34.1	33.4	4.7	14.8	26.8	73	15.9	3.38	314
		14:50	4	238.4	32.6	34.5	4.2	15.3	25.8	74	15.5	3.71	311
		05:03	5	199	34.2	35.3	3.8	16.3	21.7	78	15.5	4.37	468
		15:18	6	165	33.9	34.5	3.6	16.4	20.4	79.3	15.9	4.55	524
Gasolinera Concepción	12/04/00	16:30	1	138.2	31.5	34	3.2	16.8	17.9	81.9	15.9	4.96	412
		16:50	2	202.3	31.5	34.2	4.7	14.8	20	79.9	15.9	3.4	258
COPSEPCO concepción	12/04/00	18:35	1	465.4	26.6	29.9	10.4	7.3	24.7	74.7	15.9	1.53	502
		18:55	2	473	26.6	33.9	10.2	7.6	25.7	74.1	15.9	1.57	385
		19:15	3	481.8	26.6	34.6	10.3	7.4	25.9	73.9	15.9	1.55	389
		19:25	4	477.9	26.6	34.5	10.2	7.5	26.1	74	15.9	1.56	379
Barraca monte verde Ascención guarayos	13/04/00	15:00	1	159.2	34.3	32	2.8	17.3	23.8	75.7	15.9	5.67	861
		15:15	2	155.9	34.3	33.5	2.9	17.2	22.8	76.6	15.9	5.57	903
		15:25	3	162.1	34.3	35.1	2.8	17.3	24.2	75.3	15.9	5.62	950
		16:00	4	193.2	32.3	37.5	3.8	16	23.2	76.4	15.9	4.24	691
Barraca Guanogodo Ascención guarayos	13/04/00	16:25	1	171.1	33.3	36.1	2.5	17.7	29.1	69.6	15.9	6.31	2058
		17:00	2	183.4	34.3	34.5	2.7	17.4	29.6	69.2	15.9	5.91	2011
		17:15	3	182.3	34.3	34.4	3	17.1	27	72	15.9	5.38	1685
CRE Ascención de guarayos	13/04/00	18:20	1	457.9	28.7	32.7	9.3	8.8	26.8	72.7	15.9	1.72	929
		18:45	2	512	28.7	34	10	7.7	28.3	71.3	15.9	1.58	782
		19:05	3	514.6	28.7	33.8	10.1	7.7	28.1	71.4	15.9	1.58	843
Rancho Z San Ramon	14/04/00	09:45	1	200.4	31	28.8	3.7	16.1	24.7	74.2	15.9	4.29	1818
		10:00	2	176.6	31	33.5	3.2	16.8	24.7	74.2	15.9	5.02	1823
		10:15	3	185.3	31	35.4	3.4	16.5	24.3	74.5	15.9	4.64	2055
Barraca San Julian	14/04/00	13:25	1	205	35.2	35.2	3.2	16.8	28.9	69.6	15.9	5.05	2250
		13:35	2	226	35.2	36.6	3.2	16.7	31.7	67.6	15.9	4.95	2232

## Mediciones de Flujo

La tabla B. siguiente muestra los datos característicos de los equipos generadores y los resultados de las mediciones de flujo con la fecha y la hora en la que se realizó la medición.

Tabla B.

Empresa	Fecha	Hora	Nº de	Potencia	Uso	Consumo Diesel	Diámetro	Velocidad de
			Prueba	Estimada (kW)	(hrs/año)	promedio con datos proporcionados (lts/año)	tubo de escape (mm)	los gases de salida (m/s)
CRE San Ramon	10/04/00	17:00	1	164	2190	65700	155	22.5
		17:15	2	00:00	2190	65700	155	22.5
		18:30	3	164	2190	65700	155	29.1
CRE San Javier (260 kW)	10/04/00	21:45	1	260	6570	255500	100	56
CRE San Javier (160 kW)	10/04/00	22:25	1	160	1642.5	73000	160	17.2
		22:40	2	160	1642.5	73000	160	17.2
Restaurant la Pascana S. R.	11/04/00	10:10	1	44	6570	27375	60	38
		10:30	2	44	6570	27375	60	38
Gasolinera La gotera S. R.	11/04/00	11:15	1	10	2190	8030	43	34.5
Fábrica de hielo S. R-	11/04/00	15:30	1	29	2400	11856	60	23.5
Comsur San Ramon	11/04/00	16:30	1	100	3796	36500	100	
		16:52	2	100	3796	36500	100	
		17:00	3	100	3796	36500	100	
		17:25	4	100	3796	36500	100	
Agrop. Sembrador S. J.	11/04/00	18:50	1	10	1825		22	60
		19:00	2	10	1825		22	60
Vicariato Concepción	12/04/00	14:15	1	145	2600		153	14.1
		14:30	2	145	2600		153	14.1
		14:35	3	145	2600		153	14.1
		14:50	4	145	2600		153	14.1
		15:03	5	145	2600		153	14.1
		15:18	6	145	2600		153	14.1
Gasolinera Concepción	12/04/00	16:30	1	8.5	1095		32	46.7
		16:50	2	8.5	1095		32	46.7
COPSEPCO concepción	12/04/00	18:35	1	288	6205	263895	225	37
		18:55	2	288	6205	263895	225	37
		19:15	3	288	6205	263895	225	37
		19:25	4	288	6205	263895	225	37
Barraca monte verde Ascención guarayos	13/04/00	15:00	1	52	4500	45000	75	29.8
		15:15	2	52	4500	45000	75	29.8
		15:25	3	52	4500	45000	75	29.8
		16:00	4	52	4500	45000	75	29.8
Barraca Guanogodo Ascención guarayos	13/04/00	16:25	1		2800	12480	65	24
		17:00	2		2800	12480	65	24
		17:15	3		2800	12480	65	24
CRE Ascención de guarayos	13/04/00	18:20	1	300	5850	262800	95	111
		18:45	2	300	5850	262800	95	111
		19:05	3	300	5850	262800	95	111
Rancho Z San Ramon	14/04/00	09:45	1	56	5836	73000	60	42
		10:00	2	56	5836	73000	60	42
		10:15	3	56	5836	73000	60	42
Barraca San Julian	14/04/00	13:25	1	40	3120	18720	60	32.5
		13:35	2	40	3120	18720	60	32.5

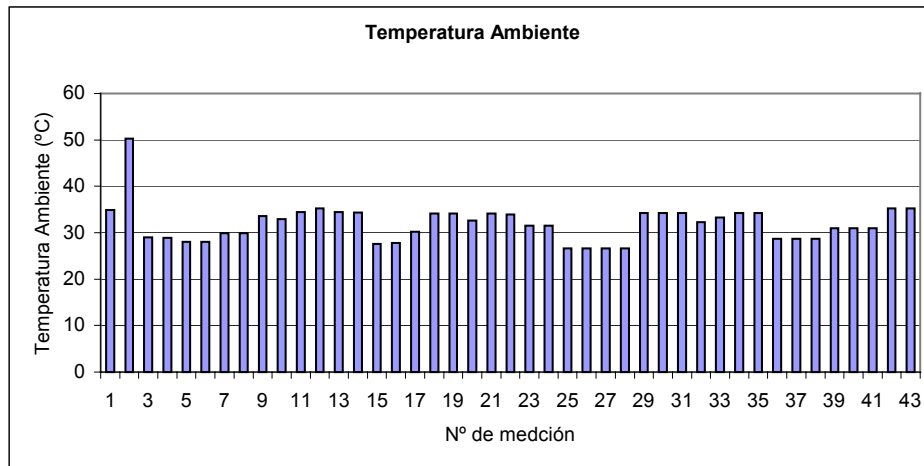
Observaciones:

- En el caso de la barraca Guanogodo, no fue posible obtener los datos de potencia del generador.
- En el caso de la empresa minera COMSUR no fue posible medir la velocidad de los gases de escape.
- En los grupos generadores de agropecuaria El sembrador de la localidad de San Julián, Vicariato y la gasolinera de la localidad de Concepción no se pudieron obtener datos de consumo de diesel.

### 3. Interpretación y análisis de los datos

Con el objeto de validar las mediciones realizadas, se ha procedido a estudiar los datos obtenidos en las mediciones y encuestas con detalle. En el caso de encontrar alguna inconsistencia en alguna de las mediciones, se ha procedido a eliminar la medición en cuestión, o eventualmente a asumir un valor a partir de otras variables (el detalle de estos cambios se encuentra descrito igualmente en esta sección). De esta manera se puede tener mayor seguridad de que los datos obtenidos en las mediciones son correctos para realizar posteriormente las estimaciones de emisiones.

En la figura 1 se muestra la gráfica de la temperatura ambiente.

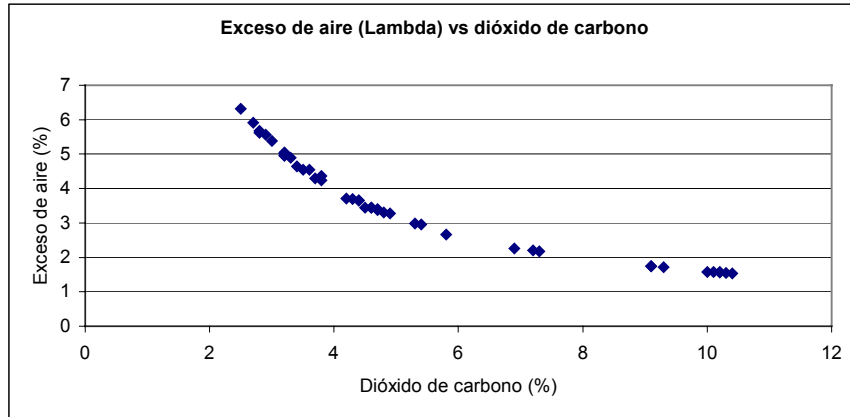


*Fig. 1* Temperatura ambiente

Observando la figura 1 se puede ver que la temperatura ambiente de la medición 2 es demasiado alta. Esto se ha debido probablemente al hecho de realizar la segunda medición sin esperar a que la sonda se enfríe. Por esta razón se elimina la medición 2 que corresponde al grupo generador de CRE de la localidad de San Ramón.

Posteriormente se ha procedido a comparar los datos de exceso de oxígeno con los datos de concentración de CO<sub>2</sub>, tomando en cuenta que todos los generadores se encuentran funcionando con exceso de oxígeno. En base a esta comparación se ha constatado que los valores de las mediciones son correctos, excepto las mediciones 5 y 6 del Vicariato de la localidad de Concepción. También se puede observar las temperaturas medidas de los gases en estas dos mediciones son algo bajas. Por estas dos razones se eliminaron estas mediciones.

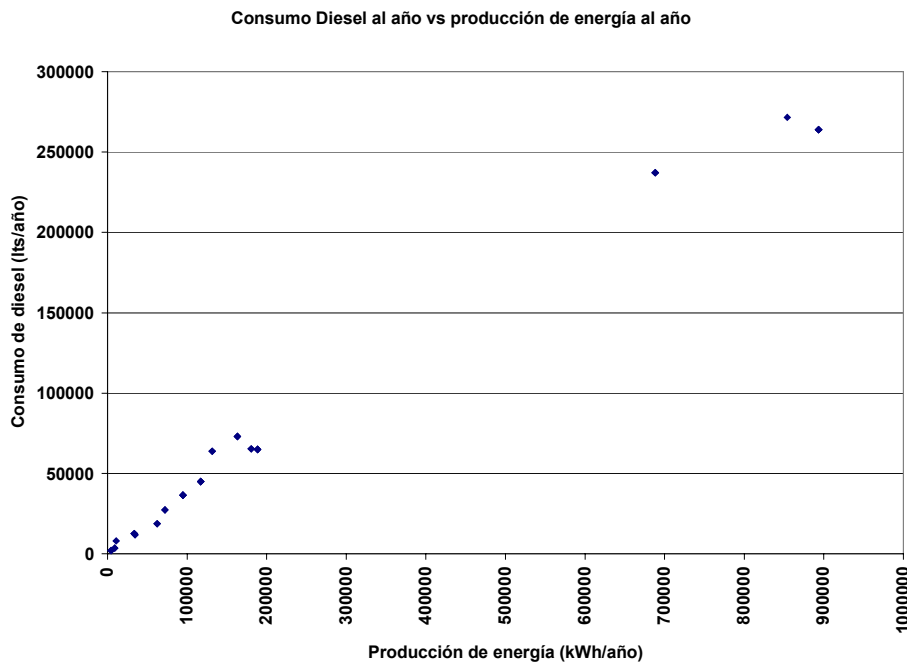
En la figura 2 se muestra una gráfica del exceso de aire ( $\lambda$  vs. CO<sub>2</sub>).



**Fig: 2** Exceso de aire ( $\lambda$ ) vs. dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )

Como se puede ver en la figura, los datos de exceso de aire son coherentes con la concentración de dióxido de carbono para todas las mediciones. De esta manera, consideramos válidos todos los datos de exceso de aire, parámetro que será tomado en cuenta para la evaluación de las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

Otro aspecto que se consideró para validar los datos tomados por encuesta, es la energía producida por año vs. el combustible utilizado por año, para esto se tomo en cuenta la potencia del grupo generador, las horas de uso por año y el combustible consumido por año. La figura 3 muestra la relación que existe entre la energía eléctrica producida anualmente y el consumo anual de diesel.

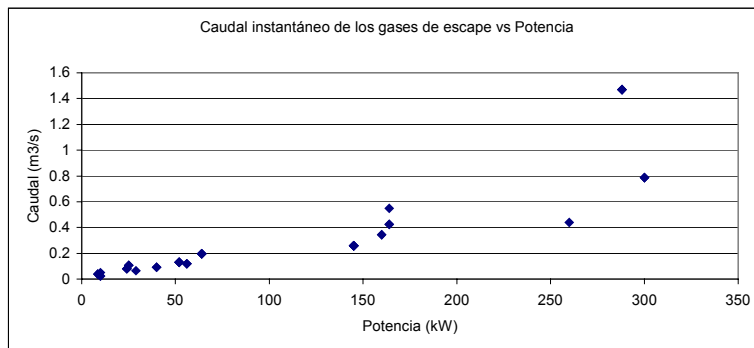


**Fig: 3** Consumo de diesel vs. Producción de energía

Para realizar el gráfico de la figura 3 se realizaron algunos cambios en los datos originales o brutos.

- Para los grupos generadores de la CRE se cambiaron los datos obtenidos por encuesta tanto del consumo de diesel como de la producción de energía, por los datos de reporte proporcionados por CRE, ya que estos datos son más confiables que los datos obtenidos por encuesta al operador. De todas maneras, cabe recalcar que ambos datos son coherentes y no difieren significativamente.
- Para los grupos para los cuales no se han obtenido datos de consumos de diesel se asumieron estos datos sobre la base de la potencia de estos, las horas de uso, y una eficiencia de transformación de energía entre 25 y 30 %. Así, para la empresa agropecuaria El Sembrador se asumió un consumo de 3 500 litros al año, para el Vicariato de la localidad de Concepción se asumió un consumo de 65 000 litros al año, y para la gasolinera de concepción se asumió un consumo de 2 000 litros al año.
- De igual manera, en base al consumo de diesel, se asumió la potencia del grupo generador de la barraca Guanogodo de la localidad de Ascensión de Guarayos como 24 kW. Este dato no es importante para los cálculos de emisiones, pero es utilizado para validar los datos de flujo de gases más adelante.
- Para el cálculo de la energía producida se ha tomado un factor de carga de 0,5 para todos los grupos, exceptuando los grupos de la CRE para los cuales se cuenta con estos datos y de 0,25 para los grupos del restaurante la Pascana y de la empresa COMSUR, puesto que para estos dos últimos grupos un factor de 0.5 no corresponde al consumo de diesel declarado para la encuesta.

También se realizó una comparación de los caudales (mediciones de velocidad de gases y de diámetros de tubos de escape) con respecto a la potencia de los motores. Se puede ver en la figura 4 una curva del caudal de los gases de salida vs la potencia de los grupos generadores.



**Fig. 4** Caudal de gases(m<sup>3</sup>/s) vs Potencia (Kw.)



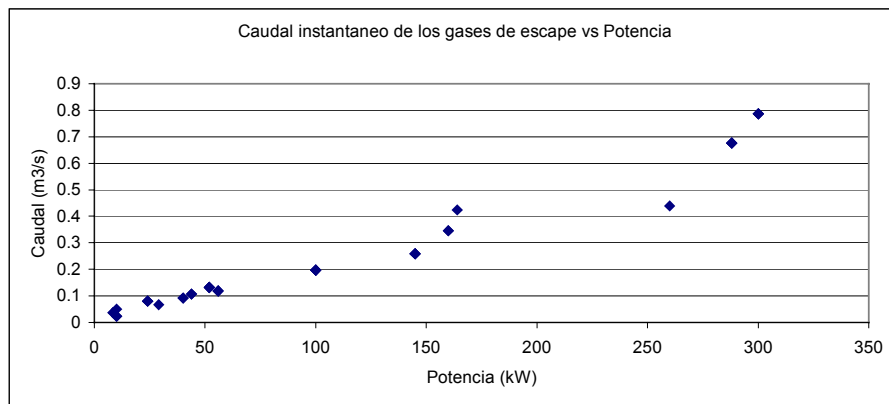
Como se puede ver en esta figura, existe una tendencia a subir el caudal a medida que la potencia se incrementa. Sin embargo el punto (288kW, 1.47 m<sup>3</sup>/s) que corresponde a la medición realizada en COPSEPCO (cooperativa de Servicios Públicos Concepción) de la localidad de concepción se encuentra alejado de la curva de tendencia.

La potencia del motor fue tomada de los datos de placa, y es confiable puesto que corresponde igualmente al tamaño de motor. Esto muestra claramente que el valor de caudal es demasiado elevado y no corresponde a un valor real. De esta manera se ha optado por cambiar a un valor de la velocidad de los gases a 17 m/s, valor que resulta más coherente.

Otro punto que esta alejado de la tendencia de la curva es el punto (164 Kw., 0,54 m<sup>3</sup>/s), que corresponde a la medición 3 realizada al grupo generador de CRE en la localidad de San Ramón. Esta medición será simplemente eliminada y se tomará en cuenta la medición restante para los cálculos de emisiones de dióxido de carbono.

Por otro lado, se ha utilizado esta relación entre el caudal de los gases de escape con la potencia del motor para asumir un valor de la velocidad de los gases de salida en la empresa COMSUR, puesto que no fue posible medir este parámetro. El valor estimado es de 25 m/s, asumiendo que el dato de potencia que nos ha sido proporcionado por el encargado es correcto.

En la figura 5 se muestra la curva del caudal de los gases de salida vs. la potencia con las correcciones realizadas.



*Fig. 5* Caudal de gases(m<sup>3</sup>/s) vs. Potencia (Kw.)

De esta manera los valores de las mediciones de los gases y flujos que serán tomados en cuenta para los cálculos una vez hechas las eliminaciones y modificaciones se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla C Mediciones de gases de escape modificado**

Empresa	Fecha	Hora	Nº de	T.H	T.A.	T.I. (°C)	CO2	CO2	O2	qA	Ren.	Lambda	uCO
			Prueba	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	corr	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)
CRE San Ramon	10/04/00	17:00	1	325	34.9	36.3	5.8	6.0	13.1	26.8	72.7	2.67	831
CRE San Javier (260 kW)	10/04/00	21:45	1	389.8	28.9	32	9.1	9.1	9	22.9	76.5	1.75	974
CRE San Javier (160 kW)	10/04/00	22:25	1	352.4	28	30.1	7.2	7.2	11.5	25.4	74.3	2.21	473
		22:40	2	349.8	28	29.5	7.3	7.3	11.3	24.9	74.9	2.18	448
Restaurant la Pascana S. R.	11/04/00	10:10	1	203.7	29.9	26.8	3.3	3.3	16.7	28.7	70.3	4.89	1643
		10:30	2	212.7	29.9	29	3.5	3.5	16.4	28.1	70.8	4.55	1792
Gasolinera La gotera S. R.	11/04/00	11:15	1	199.4	33.6	33.7	5.4	5.4	13.9	17.1	82.2	2.96	1268
Fábrica de hielo S. R-	11/04/00	15:30	1	247	32.9	39.4	4.6	4.6	14.9	25.3	73.9	3.44	1385
Comsur San Ramon	11/04/00	16:30	1	256.2	34.5	38.6	4.5	4.6	14.9	26	73.7	3.45	462
		16:52	2	248.7	35.2	38.3	4.4	4.4	15.2	26.7	73	3.65	525
		17:00	3	248.7	34.5	37.3	4.4	4.4	15.2	26.8	72.9	3.65	478
		17:25	4	230.5	34.4	36.6	4.3	4.3	15.3	21.7	78.1	3.7	477
Agrop. Sembrador S. J.	11/04/00	18:50	1	188.6	27.6	33.8	4.8	4.8	14.6	18.3	81	3.3	1165
		19:00	2	193	27.8	33.3	4.9	4.8	14.6	18.6	80.7	3.27	1112
Vicariato Concepción	12/04/00	14:15	1	294	30.2	31.5	6.9	7.0	11.7	20.9	78.9	2.26	230
		14:30	2	253.8	34.1	34.5	4.6	4.6	14.9	26	73	3.45	314
		14:35	3	264.9	34.1	33.4	4.7	4.7	14.8	26.8	73	3.38	314
		14:50	4	238.4	32.6	34.5	4.2	4.3	15.3	25.8	74	3.71	311
Gasolinera Concepción	12/04/00	16:30	1	138.2	31.5	34	3.2	3.2	16.8	17.9	81.9	4.96	412
		16:50	2	202.3	31.5	34.2	4.7	4.7	14.8	20	79.9	3.4	258
COPSEPCO concepción	12/04/00	18:35	1	465.4	26.6	29.9	10.4	10.4	7.3	24.7	74.7	1.53	502
		18:55	2	473	26.6	33.9	10.2	10.1	7.6	25.7	74.1	1.57	385
		19:15	3	481.8	26.6	34.6	10.3	10.3	7.4	25.9	73.9	1.55	389
		19:25	4	477.9	26.6	34.5	10.2	10.2	7.5	26.1	74	1.56	379
Barraca monte verde Ascención guarayos	13/04/00	15:00	1	159.2	34.3	32	2.8	2.8	17.3	23.8	75.7	5.67	861
		15:15	2	155.9	34.3	33.5	2.9	2.9	17.2	22.8	76.6	5.57	903
		15:25	3	162.1	34.3	35.1	2.8	2.8	17.3	24.2	75.3	5.62	950
		16:00	4	193.2	32.3	37.5	3.8	3.8	16	23.2	76.4	4.24	691
Barraca Guanogodo Ascención guarayos	13/04/00	16:25	1	171.1	33.3	36.1	2.5	2.5	17.7	29.1	69.6	6.31	2058
		17:00	2	183.4	34.3	34.5	2.7	2.7	17.4	29.6	69.2	5.91	2011
		17:15	3	182.3	34.3	34.4	3	3.0	17.1	27	72	5.38	1685
CRE Ascención de guarayos	13/04/00	18:20	1	457.9	28.7	32.7	9.3	9.2	8.8	26.8	72.7	1.72	929
		18:45	2	512	28.7	34	10	10.1	7.7	28.3	71.3	1.58	782
		19:05	3	514.6	28.7	33.8	10.1	10.1	7.7	28.1	71.4	1.58	843
Rancho Z San Ramon	14/04/00	09:45	1	200.4	31	28.8	3.7	3.7	16.1	24.7	74.2	4.29	1818
		10:00	2	176.6	31	33.5	3.2	3.2	16.8	24.7	74.2	5.02	1823
		10:15	3	185.3	31	35.4	3.4	3.4	16.5	24.3	74.5	4.64	2055
Barraca San Julian	14/04/00	13:25	1	205	35.2	35.2	3.2	3.2	16.8	28.9	69.6	5.05	2250
		13:35	2	226	35.2	36.6	3.2	3.3	16.7	31.7	67.6	4.95	2232

**Tabla D: Mediciones de flujo de gases de escape modificado**



Empresa	Fecha	Hora	N° de Prueba	Potencia Estimada (kW)	Factor de Carga	Uso del grupo generador (hrs/año)	Energía producida (kWh/año)	Consumo Diesel promedio con datos proporcionados (lts/año)	Diámetro del tubo de escape (mm)	Velocidad de los gases de escape (m/s)
CRE San Ramon	10/04/00	17:00	1	164	0.5	2190	180531	65400	155	22.5
CRE San Javier (260 kW)	10/04/00	21:45	1	260	0.5	6570	854100	271575	100	56
CRE San Javier (160 kW)	10/04/00	22:25	1	160	0.5	1642.5	131400	63775	160	17.2
		22:40	2	160	0.5	1642.5	131400	63775	160	17.2
Restaurant la Pascana San Ramón	11/04/00	10:10	1	44	0.25	6570	72270	27375	60	38
		10:30	2	44	0.25	6570	72270	27375	60	38
Gasolinera La gotera San Ramón	11/04/00	11:15	1	10	0.5	2190	10950	8030	43	34.5
Fábrica de hielo San Ramón	11/04/00	15:30	1	29	0.5	2400	34800	11856	60	23.5
		16:30	1	100	0.25	3796	94900	36500	100	25
Comsur San Ramon	11/04/00	16:52	2	100	0.25	3796	94900	36500	100	25
		17:00	3	100	0.25	3796	94900	36500	100	25
		17:25	4	100	0.25	3796	94900	36500	100	25
		18:50	1	10	0.5	1825	9125	3500	22	60
Agrop. Sembrador San Julian	11/04/00	19:00	2	10	0.5	1825	9125	3500	22	60
		14:15	1	145	0.5	2600	188500	65000	153	14.1
Vicariato Concepción	12/04/00	14:30	2	145	0.5	2600	188500	65000	153	14.1
		14:35	3	145	0.5	2600	188500	65000	153	14.1
		14:50	4	145	0.5	2600	188500	65000	153	14.1
		16:30	1	8.5	0.5	1095	4653.75	2000	32	46.7
Gasolinera Concepción	12/04/00	16:50	2	8.5	0.5	1095	4653.75	2000	32	46.7
		18:35	1	288	0.5	6205	893520	263895	225	17
COPSEPCO concepción	12/04/00	18:55	2	288	0.5	6205	893520	263895	225	17
		19:15	3	288	0.5	6205	893520	263895	225	17
		19:25	4	288	0.5	6205	893520	263895	225	17
		15:00	1	52	0.5	4500	117000	45000	75	29.8
Barraca monte verde Ascención guarayos	13/04/00	15:15	2	52	0.5	4500	117000	45000	75	29.8
		15:25	3	52	0.5	4500	117000	45000	75	29.8
		16:00	4	52	0.5	4500	117000	45000	75	29.8
		16:25	1	24	0.5	2800	33600	12480	65	24
Barraca Guanogodo Ascención guarayos	13/04/00	17:00	2	24	0.5	2800	33600	12480	65	24
		17:15	3	24	0.5	2800	33600	12480	65	24
		18:20	1	300	0.5	5850	688128	237200	95	111
CRE Ascención de guarayos	13/04/00	18:45	2	300	0.5	5850	688128	237200	95	111
		19:05	3	300	0.5	5850	688128	237200	95	111
		09:45	1	56	0.5	5836	163408	73000	60	42
Rancho Z San Ramon	14/04/00	10:00	2	56	0.5	5836	163408	73000	60	42
		10:15	3	56	0.5	5836	163408	73000	60	42
		13:25	1	40	0.5	3120	62400	18720	60	32.5
Barraca San Julian	14/04/00	13:35	2	40	0.5	3120	62400	18720	60	32.5

Nota.- Los valores de las celdas con fondo gris son valores asumidos o estimados



#### 4. Cálculo de emisiones de CO2

Con los valores tabulados, se calcula el caudal volumétrico de los gases de combustión, en base húmeda, aplicando la ley de Dalton, se obtiene la presión parcial del CO<sub>2</sub>, ya que se tiene como dato de salida del equipo de medición, el porcentaje volumétrico de CO<sub>2</sub> emitido. El caudal volumétrico se lleva a base anual, con el factor de uso anual de cada equipo

A fin de obtener el volumen en base seca, se corrige el valor con la humedad y la presión de vapor de agua a esa temperatura. Posteriormente se calcula el flujo molar de CO<sub>2</sub> en base a la ecuación de estado para los gases ideales. Multiplicando este valor por el peso molecular del CO<sub>2</sub> se obtiene el caudal másico de CO<sub>2</sub>. Dividiendo este valor entre la energía generada por año se obtiene el factor de emisión en Kg CO<sub>2</sub>/MWh. Un ejemplo de calculo para el generador de CRE San Ramón se presenta a continuación.

El cálculo del generador de San Ramón, se repite para cada generador, en algunos casos se realizaron varias mediciones por generador, en estos casos se obtiene un promedio. Los valores obtenidos se agrupan en generadores grandes, en los que se consideran CRE San Ramón, CRE San Javier (260 KW), CRE San Javier (160 KW), COPSEPCO Concepción, CRE Ascensión de Guarayos, los valores obtenidos en estos dos últimos, presentan una desviación muy alta, suponiéndose un error sistemático en la medición de campo, por lo que no se los considera y se asume el factor de emisión promedio. Los generadores pequeños son agrupados, de los cuales se obtiene un factor de emisión promedio que ingresa como un generador equivalente al sistema. Finalmente se obtiene un Factor de emisión promedio.

En tablas siguientes se presentan los cálculos mencionados.

<b>Calculo de las emisiones de CO2 a partir de estequiometria</b>			
<b>Método 1</b>			
<b>Empresa</b>	<b>EMISIONES DE CO2 (Ton CO2/año)</b>	<b>ENERGIA ELECTRICA GENERADA (KWh/año)</b>	<b>FACTOR DE EMISION (Kg CO2/MWh)</b>
CRE San Ramón	164,84	180531,00	913,08
CRE San Javier (260 KW)	684,50	854100,00	801,42
CRE San Javier (160 KW)	155,70	131400,00	1184,95
COPSEPCO Concepción	665,14	893520,00	744,40
CRE Ascensión de Guarayos	597,86	688128,00	868,81
Generador equivalente	764,86	791606,75	1030,72
		Promedio	<b>923,90</b>
<b>Generadores pequeños</b>	<b>EMISIONES DE CO2 (Ton CO2/año)</b>	<b>ENERGIA ELECTRICA GENERADA (KWh/año)</b>	<b>FACTOR DE EMISION (Kg CO2/MWh)</b>
Restaurant La Pascana San Ramón	69,00	72270	954,72
Gasolinera La Gotera San Ramón	20,24	10950	1848,34
Fabrica de Hielo San Ramón	29,88	34800	858,70
Comsur San Ramón	92,00	94900	969,41
Agrop. Sembrador San Julián	8,82	9125	966,76
Vicariato Concepción	163,83	188500	869,13
Gasolinera Concepción	5,04	4653,75	1083,20
Barraca Monte Verde Ascensión de Guarayos	113,42	117000	969,41
Barraca Guanogodo Ascensión de Guarayos	31,46	33600	936,17
Rancho San Ramón	183,99	163408	1125,98
Barraca San Julian	47,18	62400	756,14
		Promedio	<b>1030,72</b>

**Calculo de las emisiones de CO2 a partir de Mediciones en Campo**

EMPRESA	EMISIONES DE CO2 (Ton CO2/año)	ENERGIA ELECTRICA GENERADA (KWh/año)	FACTOR DE EMISION (Kg CO2/MWh)
CRE San Ramón	154,40	180531,00	855,26
CRE San Javier (260 KW)	679,27	854100,00	795,31
CRE San Javier (160 KW)	112,98	131400,00	859,81
Generador equivalente	565,88	791606,75	903,09
COPSEPCO Concepción	Fact. Asumido	893520,00	853,37
CRE Ascención de Guarayos	Fact. Asumido	688128,00	853,37
<b>Promedio</b>			<b>853,37</b>

Generadores pequeños	EMISIONES DE CO2 (Ton CO2/año)	ENERGIA ELECTRICA GENERADA (KWh/año)	FACTOR DE EMISION (Kg CO2/MWh)
Restaurant La Pascana San Ramón	85,38	72270	1181,40
Gasolinera La Gotera San Ramón	21,47	10950	1961,11
Fabrica de Hielo San Ramón	24,15	34800	694,05
Comsur San Ramón	108,19	94900	1140,04
Agrop. Sembrador San Julián	7,45	9125	816,69
Vicariato Concepción	98,79	188500	524,10
Gasolinera Concepción	6,22	4653,75	1336,85
Barraca Monte Verde Ascención de Guarayos	70,56	117000	536,36
Barraca Guanogodo Ascención de Guarayos	23,08	33600	686,86
Rancho San Ramón	88,41	163408	541,03
Barraca San Julian	32,17	62400	515,55
<b>Promedio</b>			<b>903,09</b>

**Calculo de las emisiones de CO2 a partir de Factores de emisión de  
Inventariación de Emisiones 1994**

Método 3

EMPRESA	EMISIONES DE CO2 (Ton CO2/año)	ENERGIA ELECTRICA GENERADA (KWh/año)	FACTOR DE EMISION (Kg CO2/MWh)
CRE San Ramón	163,38	180531,00	904,98
CRE San Javier (260 KW)	678,43	854100,00	794,32
CRE San Javier (160 KW)	159,32	131400,00	1212,47
Generador equivalente	683,14	791606,75	862,98
COPSEPCO Concepción	659,24	893520,00	737,81
CRE Ascención de Guarayos	592,56	688128,00	861,11
<b>Promedio</b>			<b>895,61</b>

EMPRESA	EMISIONES DE CO2 (Ton CO2)	ENERGIA ELECTRICA GENERADA (KWh/año)	FACTOR DE EMISION (Kg CO2/MWh)
Restaurant La Pascana San Ramón	68,39	72270	946,26
Gasolinera La Gotera San Ramón	20,06	10950	1831,96
Fabrica de Hielo San Ramón	29,62	34800	851,09
Comsur San Ramón	91,18	94900	960,82
Agrop. Sembrador San Julián	8,74	9125	958,19
Vicariato Concepción	87,43	188500	463,84
Gasolinera Concepción	5,00	4654	1073,60
Barraca Monte Verde Ascención de Guarayos	112,42	117000	960,82
Barraca Guanogodo Ascención de Guarayos	31,18	33600	927,88
Rancho San Ramón	182,36	163408	1116,00
Barraca San Julian	46,76	62400	749,44
		Promedio	985,45
<b>Factores de emisión:</b> (Kg CO2/MWh)			
Método 1	923,90		
Método 2	853,37		
Método 3	895,61		
<b>Promedio</b>	<b>890,96</b>		

<b>Factores de emisión:</b> (Kg CO2/MWh)	
Método 2	853,37
Método 3	895,61
<b>Promedio</b>	<b>874,49</b>