



INIDEP

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Nº 052	Fecha	Páginas
-----------	-------	---------

DIRECCIÓN: Dirección Nacional de Investigación

PROGRAMA / GABINETE: Ambiente Marino

ACTIVIDAD: Administración y mantenimiento de la base de datos

**Título**

**BASE REGIONAL DE DATOS OCEANOGRÁFICOS (BaRDO) -INIDEP  
PROCESAMIENTO Y CALIBRACION DE DATOS CTD**

**Resumen**

Los datos que componen la Base Regional de Datos Oceanográficos del INIDEP (BaRDO) provienen de mediciones realizadas con botellas de muestreo y perfiladores CTD de diferentes marcas y modelos. Para la elaboración de climatologías y estudios de variabilidad es necesario que la calidad de los datos utilizados responda a estándares internacionales.

En el presente informe se reportan la metodología utilizada en la medición y las características técnicas de los instrumentos utilizados, la calibración con su correspondiente estimación del error y, el procesamiento realizado para la reducción de los datos. Si bien los sistemas CTD proveen datos de alta precisión, se destaca que la alta variabilidad natural de las aguas de plataforma y la falta de calibración en laboratorio de los sensores provocan cierta pérdida de precisión en los datos reportados.

Citar indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP.

**PREPARADO POR:**

FIRMA: / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: BALDONI, Ana

FIRMA: ..... / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: GUERRERO, Raúl

FIRMA: / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: MOLINARI, Graciela

FIRMA: ..... / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: .....

**SOLICITADO POR:**

INSTITUCION:  
CARGO:

**APROBADO POR:**

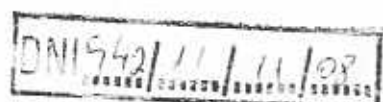
FIRMA: / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: Lic. DANIELA BERTUCHE

FIRMA: / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: DR. OTTO C. WOHLER  
DIRECTOR  
Dirección Nacional de Investigación

FIRMA: / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: .....

FIRMA: ..... / /  
..... día/mes/año  
NOMBRE: .....

Lic. Oscar J. Lascano  
Interventor





**INIDEP**

**INFORME DE  
INVESTIGACIÓN**

N°	Fecha	Páginas
----	-------	---------

DIRECCIÓN: Dirección Nacional de Investigación

PROGRAMA / GABINETE: Ambiente Marino

ACTIVIDAD: Administración y mantenimiento de la base de datos

**Título**

**BASE REGIONAL DE DATOS OCEANOGRÁFICOS (BaRDO) -INIDEP  
PROCESAMIENTO Y CALIBRACION DE DATOS CTD**

**Resumen**

Los datos que componen la **Base Regional de Datos Oceanográficos del INIDEP (BaRDO)** provienen de mediciones realizadas con botellas de muestreo y perfiladores CTD de diferentes marcas y modelos. Para la elaboración de climatologías y estudios de variabilidad es necesario que la calidad de los datos utilizados responda a estándares internacionales.

En el presente informe se reportan la metodología utilizada en la medición y las características técnicas de los instrumentos utilizados, la calibración con su correspondiente estimación del error y, el procesamiento realizado para la reducción de los datos. Si bien los sistemas CTD proveen datos de alta precisión, se destaca que la alta variabilidad natural de las aguas de plataforma y la falta de calibración en laboratorio de los sensores provocan cierta pérdida de precisión en los datos reportados.

Citar indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP.

**PREPARADO POR:**

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE: BALDONI, Ana

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE: GUERRERO, Raúl

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE: MOLINARI, Graciela

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE:

**SOLICITADO POR:**

INSTITUCION:  
CARGO:

**APROBADO POR:**

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE:

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE:

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE:

FIRMA: ..... / /  
.....día/mes/año  
NOMBRE:

## INTRODUCCION

La temperatura y la salinidad son consideradas los parámetros físicos más importantes en el océano debido a su carácter conservativo, pudiendo ser utilizados en la identificación de masas de agua, su evolución y circulación.

La salinidad puede ser definida en forma general como la cantidad total de sales disueltas en gramos en un kilogramo de agua de mar. La variabilidad de de sales disueltas es muy pequeña y debe ser cuidadosamente definida de forma tal de poder medirla en forma precisa. Encontrar una definición práctica de la salinidad que tuviera la suficiente precisión requirió de la elaboración de varias definiciones a lo largo del tiempo (Sverdrup, Johnson, and Fleming, 1942; Wooster, Lee, and Dietrich, 1969). Hasta la década del '70, las mediciones de parámetros oceanográficos se realizaban utilizando botellas tipo Nansen que colectaban agua a diferentes niveles de profundidad en cada estación oceanográfica. Estas botellas tenían además termómetros de inversión de mercurio (protegidos y no protegidos) que registraban la temperatura y la profundidad (presión) a la cual la muestra era tomada. La salinidad de las muestras de agua así obtenidas se determinaba, hasta la década del '50, por el método de titulación que luego fue reemplazado por la estimación de la salinidad a partir de la medición de conductividad eléctrica (Practical Salinity Scale, JPOTS 1981) utilizando salinómetros.

Las mediciones de temperatura se realizan utilizando una escala práctica basada en la temperatura absoluta de algunos puntos fijos medidas en laboratorios estándar. Las escalas practicas de temperatura fueron revisadas en 1887, 1927, 1948, 1968, and 1990. La escala utilizada actualmente es la de 1990 (International Temperature Scale, ITS-90) y por encima de los 0°C su relacion con la ITS68 esta dada por:  $t_{90} - t_{68} = -0.002$  a 10°C,  $-0.005$  a 20°C,  $0.007$  a 30°C y  $-0.010$  a 40°C (Stewart, 2008).

Con la aparición de los perfiladores STD y CTD, que realizan un muestreo *quasi* continuo de las variables físicas (presión, temperatura y conductividad) en la columna de agua y que poseen sensores más complejos y delicados, surge la necesidad de incorporar procedimientos de calibración y manejo de datos específicos para este tipo de instrumentos teniendo en cuenta además que en la medición están involucrados circuitos electrónicos que pueden producir errores en los datos.

El muestreo oceanográfico realizado por el INIDEP durante los últimos 20 años, recopilado en la **Base Regional de Datos Oceanográficos del INIDEP (BaRDO)**, involucra instrumental de diferentes características y fue realizado, además, utilizando sistemas de adquisición y almacenamiento que sufrieron grandes cambios a lo largo del tiempo. Se requiere por lo tanto conocer cuál fue el procesamiento y corrección realizada al dato, pudiendo establecer entonces la exactitud con la que es reportado. Esta condición es indispensable para la realización de estudios de variabilidad espacial y/o temporal de parámetros ambientales, así como también la elaboración de climatologías.

En este documento se reportan las especificaciones técnicas de los diferentes instrumentos utilizados en el muestreo de variables físicas, así como también la calibración aplicada a cada uno de ellos y el procesamiento realizado a los datos.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

## MATERIALES Y METODOS

### 1) INSTRUMENTOS- SENSORES UTILIZADOS

Los datos que componen BaRDO pueden clasificarse en dos tipos:

**Datos de botella (OSD Ocean Station Data)**, referidos a mediciones realizadas a partir de muestreos discretos de la columna de agua con botellas tipo Niskin. La temperatura se mide con termómetros de inversión y los datos de salinidad resultan de la medición de las muestras con salinómetros de inducción o determinaciones por titulación.

En términos generales las mediciones de temperatura, si bien dependen de la escala del termómetro utilizado, permiten determinar la temperatura del agua con una precisión de 0.02°C. Por su parte los valores de salinidad obtenidos a partir de la titulación o, a través de la medición de la conductividad eléctrica de la muestra de agua, poseen una precisión de 0.02 a 0.01.

**Datos CTD** (Conductivity-Temperature-Depth). Los instrumentos CTD miden temperatura, conductividad y presión (profundidad) a una relativamente alta resolución vertical, considerada continua, que depende de la marca y el modelo del instrumento utilizado. La salinidad se calcula a partir de las variables medidas (C, T y D). Las características de los diferentes instrumentos CTD que conforman BaRDO se presentan en la Tabla 1.

Los CTD poseen una precisión típica del orden de 0.003 tanto en temperatura como en salinidad, pero los perfiles medidos con CTD son, en muchos casos, menos precisos que los de su potencial teórico por lo menos en parte del rango y casi siempre en la termoclina (Topham and Perkin, 1988). Esto se debe fundamentalmente a la respuesta diferencial de sus sensores y a la forma en las que están montados/instalados sobre la sonda. El sensor de temperatura usualmente tiene la constante de tiempo mayor mientras que la conductividad esta limitada solamente por la tasa a la cual el agua pasa a través de la celda. El sensor de presión por su parte usualmente da una respuesta relativamente instantánea pero, hasta el mejor de los sensores, tiene problemas de cero en cubierta (*zero shifts*) y de histéresis.

Algunos de estos errores pueden ser corregidos en forma electrónica o computacional durante el procesamiento y dependen de la velocidad de descenso del

CTD en cada estación. Sin embargo en condiciones de gradientes térmicos fuertes en la columna de agua, dependiendo del instrumento utilizado, este problema subsiste.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

## 2) CALIBRACION

Para la calibración de los CTD se debe establecer una relación entre las lecturas realizadas por los diferentes sensores y los parámetros del agua que se propone medir, tal como se dan *in-situ*.

Cada uno de los instrumentos posee una calibración provista por los fabricantes que corresponde a condiciones estáticas donde todos los parámetros relevantes son mantenidos constantes para cada punto de calibración y son medidos con gran precisión (Ver Tabla 1).

Debemos señalar en este punto que no existe hasta el momento la capacidad técnica en el país para realizar *calibraciones estáticas* al inicio y finalización de cada campaña requiriéndose para hacerlo del envío de instrumentos o sensores al exterior (EEUU).

Para realizar una correcta calibración, hay que considerar además, que uno debiera simular en el laboratorio la combinación de una serie de condiciones de temperatura, conductividad y presión dados en el océano real. Se requiere entonces un control adicional a partir de la recolección de muestras de agua en el momento de realización de los perfiles que, idealmente, cubran el rango de temperatura completo, salinidad y presión encontradas.

En las campañas realizadas a bordo de los BIPs del INIDEP sobre la Plataforma Continental Argentina (PCA) el sistema de muestreo implementado para la calibración consiste en fijar una botella sobre el cable a una distancia entre 2-5 m del CTD. Cabe aclarar que la obtención de muestras para calibración no se realiza en todas las estaciones de la campaña, por lo tanto, no solo existe un solo nivel de presión muestreado por estación sino que además la cantidad de muestras disponibles por campaña para realizar la comparación es escasa.

Es importante señalar que la incertidumbre en la salinidad derivada del CTD se debe en un 90-70% a errores en la calibración de la celda de conductividad, mientras que el restante 30-10% corresponde a la calibración de temperatura y el 10-0 % a la deriva del sensor de presión (Gregg, 1979).

La metodología implementada para la calibración de los diferentes sensores fue la siguiente:

**a) Presión.** Se realiza un seguimiento permanente de las lecturas del cero de

cubierta durante las campañas verificando que se mantenga dentro de los 0.5 db. En los casos en los que se observó una diferencia respecto del cero en cubierta mayor a 0.5 db se aplicó una calibración de la forma

$$P_{CORR} = P_{CTD} - P_{CUB}$$

Donde:  $P_{CORR}$  es la presión corregida,  $P_{CTD}$  es la medida por el CTD, y  $P_{CUB}$  es un valor de corrección constante que se obtiene de promediar las diferencias respecto de 0 dbar de la presión del instrumento en cubierta.

**b) Temperatura.** Teniendo en cuenta que las mediciones de este parámetro realizadas con CTD proveen lecturas muy estables y de mucha mayor precisión que los termómetros de mercurio, estos se utilizan a los efectos solo de detectar malfuncionamiento evidente (saltos) pero no se realizan calibraciones a partir de estos datos.

**c) Salinidad.** Las correcciones aplicadas se obtienen a partir de la comparación sistemática entre las mediciones de muestras de agua realizadas en laboratorio y aquellas provenientes del CTD, calculadas con el programa Seasoft a partir de la conductividad y la temperatura medidas por el instrumento.

Las muestras de salinidad para calibración comenzaron a recolectarse a partir del año 1987 y hasta el año 1994 se midieron utilizando un salinómetro Beckman y un Tsurumi-Seiki, con algoritmos diferentes en cada uno de ellos para el cálculo de salinidad y sin contar con agua normal para la calibración de los mismos. A partir del año 1995 las mediciones en laboratorio se realizan utilizando un salinómetro Autosal Guidline 8400B estandarizado con agua normal de Wormley. Las salinidades se calcularon mediante la Escala Práctica de Salinidades de 1978 (Fofonoff and Millard, 1983). En la práctica, con un adecuado y cuidadoso uso del Autosal, puede obtenerse una precisión de 0.001-0.002 en las mediciones de salinidad (UNESCO, 1994).

Luego de la medición de las muestras de agua en laboratorio, se realiza un cálculo de error de salinidad definido como la diferencia entre los datos de las muestras de agua y los correspondientes al CTD

$$\Delta S = S_{BOT} - S_{CTD}$$

Donde:  $\Delta S$  es el error de salinidad,  $S_{BOT}$  es la salinidad de la botella y  $S_{CTD}$  es la correspondiente salinidad medida por el CTD.



En primera instancia se realiza un análisis por campaña de los  $\Delta S$  examinando la consistencia de los datos e identificando errores que pueden provenir de botellas con pérdida, deficiencias en la toma de la muestra, muestreos en zona de gradiente, etc. Los datos de botella que exceden en  $\pm 2$  desvíos estándar a la media son considerados dudosos y no son utilizados en la calibración.

Si la cantidad de muestras por campaña es suficiente se realiza una calibración individual por campaña. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se realiza un análisis temporal de los  $\Delta S$  por instrumento, agrupándolos de forma tal de eliminar el sesgo respecto del tiempo.

Una vez determinados los grupos se analiza la dependencia respecto de la presión y rango de salinidad. De no existir dependencia con ninguna de estas variables se aplica un ajuste lineal a la salinidad de la botella respecto de la salinidad del CTD. La ecuación de ajuste lograda se utiliza en la estimación de la salinidad corregida.

$$S_{CORR} = m * S_{CTD} + \text{offset}$$

Donde: Scorr es la salinidad corregida, m es la pendiente de la recta, Sctd es la salinidad medida por el CTD y offset es la ordenada al origen de la recta de ajuste.

En todos los casos se presenta una distribución de residuos y el error del ajuste dado por:

$$ERROR = \sqrt{\frac{1}{(N-2)} \left[ \sum (y - \bar{y})^2 - \frac{\left[ \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) \right]^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]}$$

Donde: y es la salinidad medida en las botellas, x es la salinidad registrada por el CTD y N es la cantidad de muestras analizadas.

En los casos en los que no se cuenta con botellas de muestreo para calibración el factor de corrección para la salinidad se obtiene de una regresión lineal en el tiempo.

Cuando no es posible realizar un ajuste lineal de la serie no se aplica corrección ninguna a los datos. En todos los casos se le otorga una marca a cada estación que identifica el tipo de corrección realizada a la serie de salinidad.

Considerando las limitaciones señaladas hasta el momento tanto en la calibración estática, como en la toma de muestras *in situ* así como también la variabilidad natural del sistema sobre el que se realizan las mediciones, se efectuaron además inter-calibraciones de instrumentos a partir de muestreos con CTD apareados.

### 3) PROCESAMIENTO

El procesamiento de los perfiles CTD se realiza utilizando una serie de módulos o rutinas que forman parte del software del Sea-Bird, tanto en sus versiones para DOS como las diferentes versiones del Sea-Bird Data Processing Win32 (<http://www.seabird.com/software/softrev.htm>).

Las rutinas ejecutadas y su orden dependen del instrumento utilizado y las condiciones propias de cada perfil. Para los diferentes parámetros de cada una de las rutinas se utilizaron en primera instancia valores recomendados por el fabricante que fueron modificados, cuando era necesario, para adaptarlos a casos particulares.

Las rutinas utilizadas son las siguientes:

*Datcnv/Convert.* Convierte los datos vírgenes/crudos (\*.hex, \*.dat, \*.mer) en unidades ingenieriles.

*Wildedit.* Realiza dos pasadas a través de los datos. En la primera obtiene una estimación precisa del desvío estándar de los datos y marca temporariamente aquellos que exceden en  $n$  veces el desvío estándar, en la segunda pasada, vuelve a calcular la media y el desvío sin considerar los datos marcados temporariamente y marca los datos que exceden  $N$  (establecidos para la segunda pasada) desvíos estándar.

*Filter.* Se aplica un filtro pasa bajos sobre las series de presión y conductividad para suavizar la variación de alta frecuencia (cambio abrupto) en la señal. Para producir cero desfase el filtro es aplicado hacia adelante y hacia atrás a través de los datos.

*Celltm.* Filtro recursivo para eliminar el efecto de inercia térmica sobre la medición de conductividad.

*Alignctd.* Alinea las series de temperatura y conductividad para corregir el desfase entre ambas señales. El desajuste de las mediciones se debe a varias razones, dentro de las

cuales se pueden mencionar: a) ubicación de los sensores con respecto al sensor de presión, b) demora inherente al tiempo de respuesta de los sensores y, c) tiempo de demora en el paso de agua por la celda de conductividad (línea de bombeo). El valor aplicado para la corrección de este desfase de temperatura (relativo a la presión) y conductividad (relativo a la temperatura) es variable dependiendo del tipo de CTD utilizado.

*Loopedit.* Se eliminan los datos considerados erróneos a partir de la velocidad de descenso del CTD, si la velocidad de descenso muestra valores negativos o por debajo de un límite establecido (es decir el CTD no está bajando) el dato se marca como malo.

*Binaverage.* Promedia las series de presión, temperatura y conductividad a intervalos elegidos por el usuario. La elección del intervalo de presión más utilizado es cada 1 m. En este paso se eliminan los datos marcados como erróneos en el paso previo.

*Derive.* Calcula las variables derivadas a partir de las variables de presión, temperatura y conductividad (salinidad, densidad, temperatura potencial, etc). Los algoritmos utilizados para el cómputo de éstas variables se encuentran en Fofonoff and Millard (1983).

*Wfilter.* Provee cuatro filtros ventana (coseno, gaussiana, cuadrada, triangulo) y un filtro mediana que suavizan el perfil en el caso de que así se requiera..

## **RESULTADOS**

### **1) CALIBRACIÓN**

En la Tabla 2 se indica las fechas de las calibraciones en condiciones estáticas realizadas a los distintos instrumentos.

Las correcciones aplicadas a la salinidad, según el instrumento utilizado y la fecha de realización de la medición, se presentan en la Tabla 3 y la descripción detallada de cada caso se presenta en el Anexo I.

#### ***Intercalibración***

En la Tabla 4 se presentan las diferencias de salinidad y temperatura observadas entre instrumentos durante los muestreos de CTD apareados. Los promedios y desvíos presentados corresponden a aguas fuera de la termoclina y para aguas de más de 200 m de profundidad, en los casos en que fue posible.

### **2) PROCESAMIENTO**

En la Figura 1, se presenta la respuesta diferencial de dos modelos de CTD ante una misma condición de gradiente vertical de temperatura ( $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), requiriéndose en cada caso un procesamiento diferente.

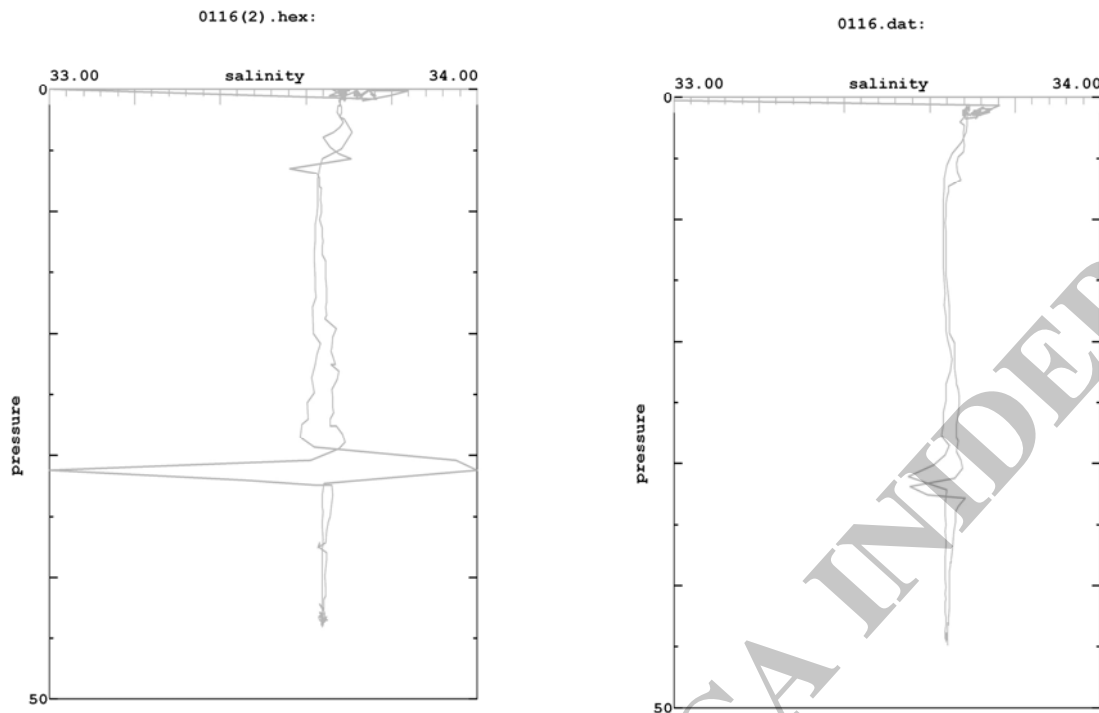


Figura 1: Perfil de salinidad de la estación 116, campaña OB200203, realizada con CTDs apareados: SBE19 izquierda y SBE911plus derecha.

Asimismo los valores utilizados para cada uno de los parámetros requeridos en las distintas rutinas de procesamiento, dependen de factores tales como: nivel de estratificación de la columna, velocidad de descenso del instrumento, estado del mar, tiempo de ambientación del instrumento en superficie, etc.

A modo de ejemplo, en la Figura 2 puede observarse el efecto sobre la serie de salinidad con la variación en el valor seleccionado para el desfase en la serie de conductividad respecto de la temperatura (*alignctd*) para una estación en particular. Y en las figuras 3 y 4 se presentan las series de temperatura y salinidad antes y después del procesamiento para dos estaciones de diferentes características, una estratificada y otra homogénea, respectivamente. Las recomendaciones generales para el procesamiento de los diferentes modelos de CTD pueden consultarse en Sea-Bird Data Processing Win32 (<http://www.seabird.com/software/softrev.htm>).

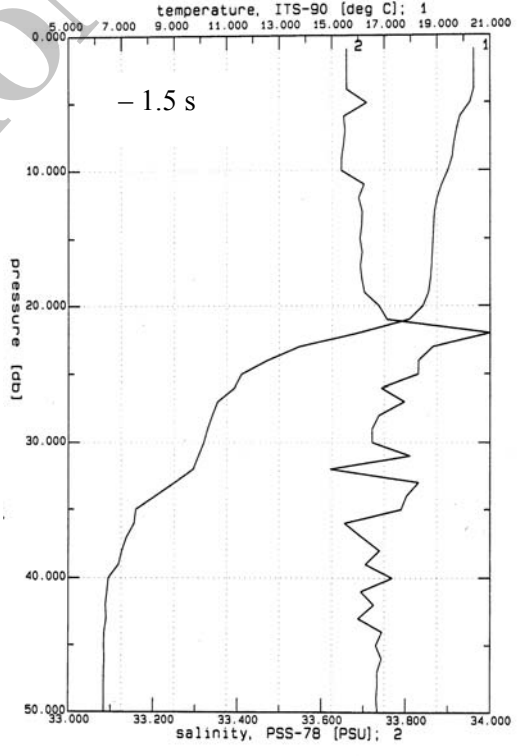
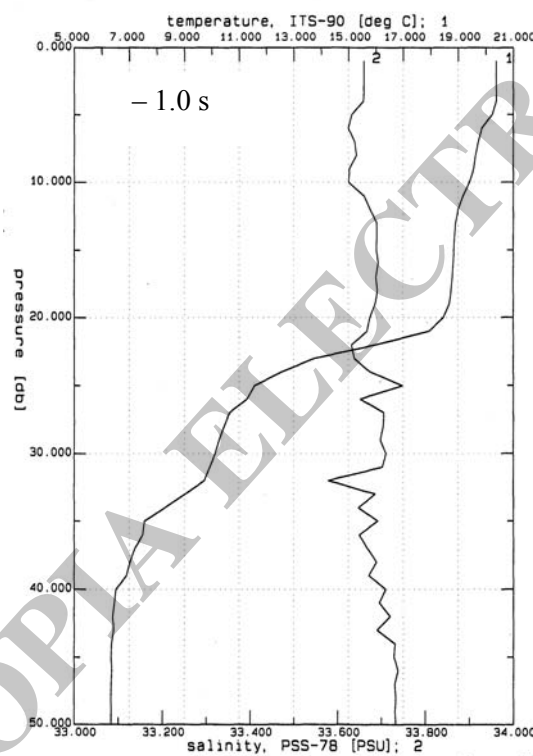
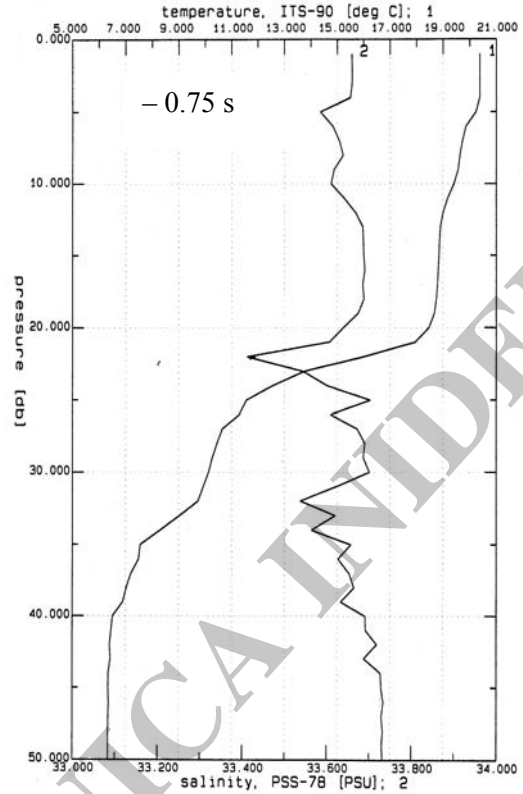
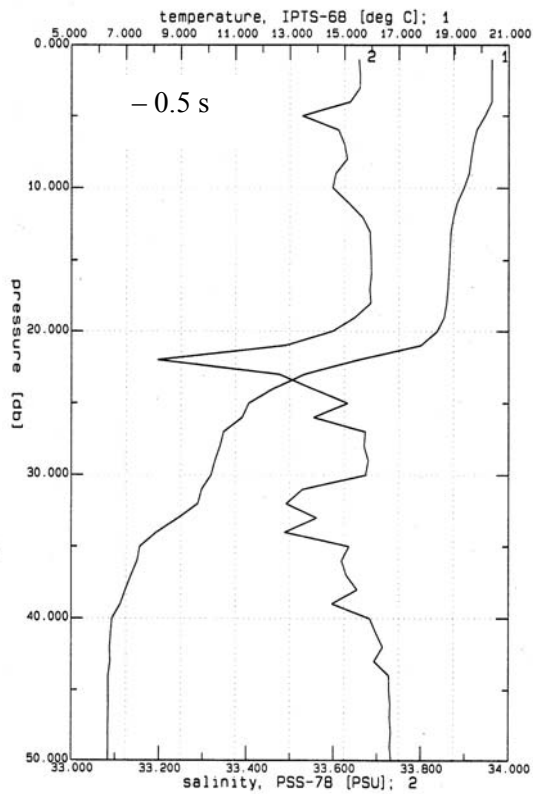


Figura 2: Perfil de temperatura y salinidad resultado de la aplicación de la rutina alignctd a una estación muestreada con el SBE19 utilizando diferentes constantes de tiempo: a) -0.5, b)-0.75, c)-1.0 y c) -1.5 segundos.

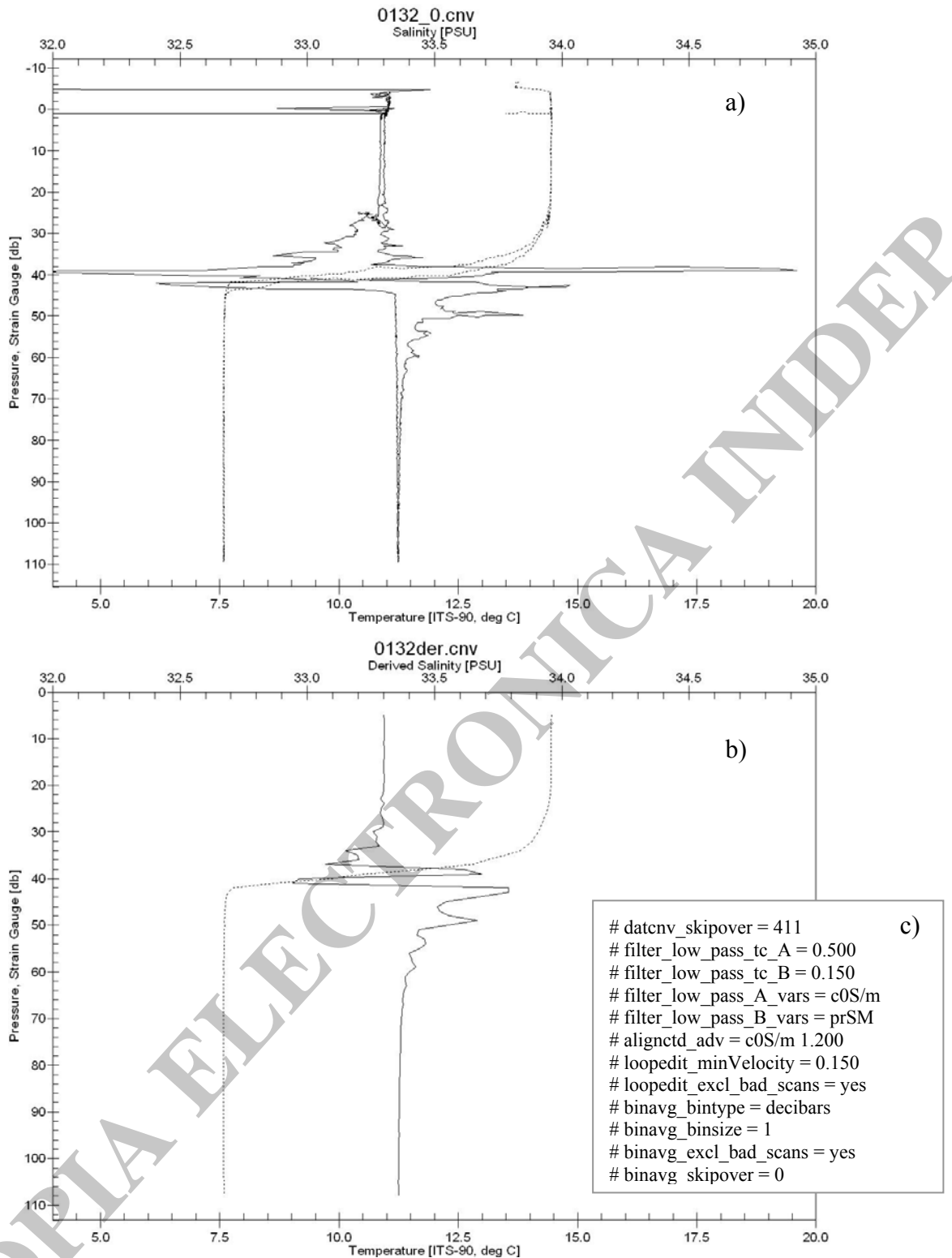


Figura 3: Serie de temperatura (----) y salinidad (—) en condiciones de estratificación, a) dato sin procesar, b) dato procesado y, c) principales parámetros del procesamiento..

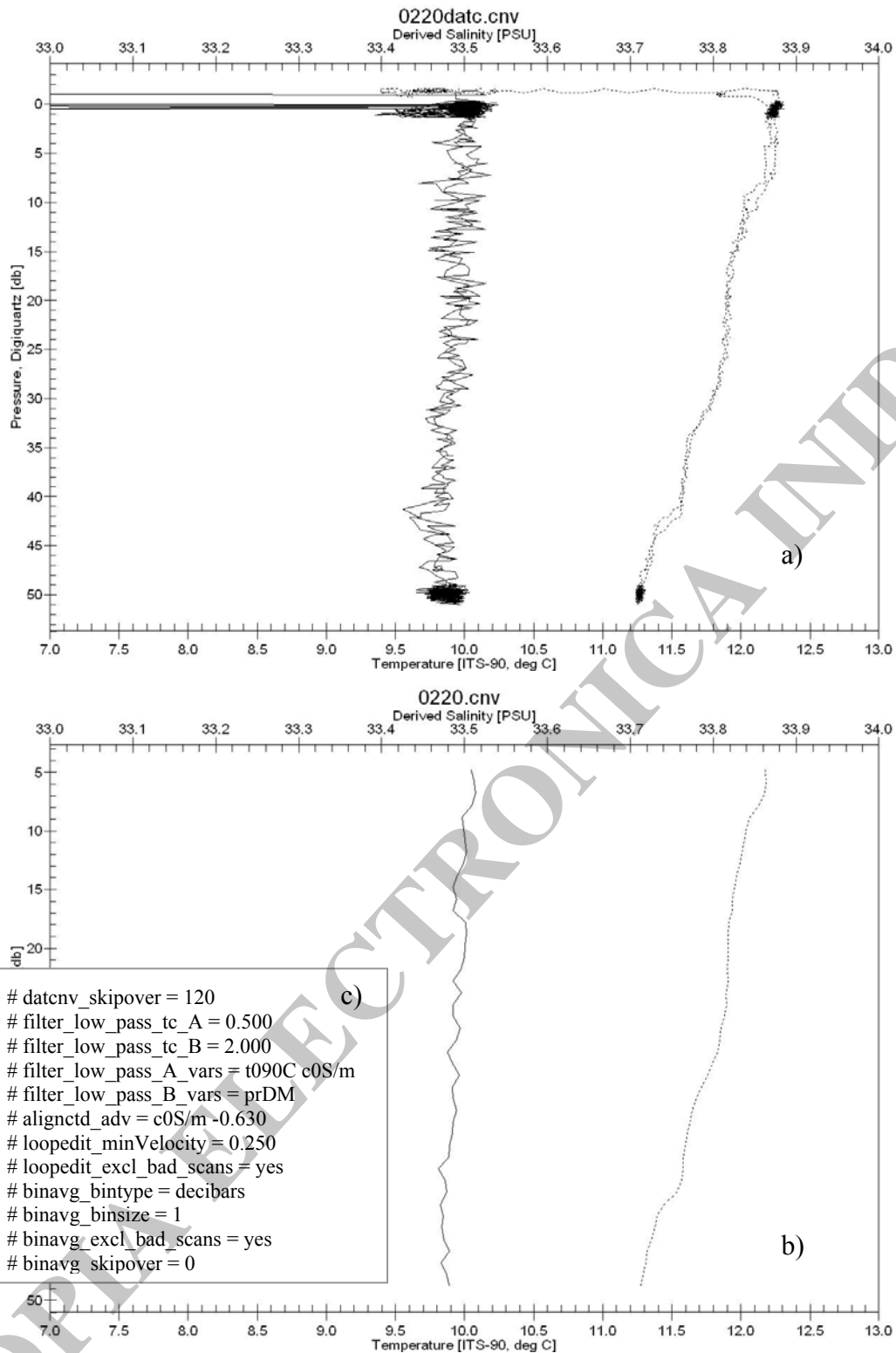


Figura 4: Serie de temperatura (----) y salinidad (—) en condiciones homogéneas, a) dato sin procesar, b) dato procesado y, c) principales parámetros del procesamiento.



## DISCUSION

Es importante destacar que la precisión teórica de los CTD (del orden de 0.003 para temperatura y salinidad) disminuye significativamente en regiones de fuerte gradiente vertical como los registrados en periodos calidos sobre la PCA y además debe tenerse en cuenta el error de las estimaciones en la calibración de la salinidad que en algunos periodos reduce sustancialmente la precisión del dato reportado.

Por otra parte si bien las calibraciones dinámicas llevadas a cabo provocan una pérdida de precisión en el dato, proveen de un control eficiente en el funcionamiento de los CTD a lo largo de periodos importantes de tiempo y frente a la falta de una calibración en laboratorio.

Debemos sin embargo señalar que, para realizar una adecuada calibración de los instrumentos CTD que permitan alcanzar estándares internacionales, se requiere:

- Calibración periódica en laboratorio
- Utilización de roseta / Incremento de cantidad de botellas de muestreo
- Adquisición de termómetros de alta precisión para calibración de los sensores de temperatura.

## **BIBLIOGRAFIA**

- **Commission of the European Communities (CEC) and Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC/IODE)**, 1993. [IOC Manuals and guides No. 26: MANUAL OF QUALITY CONTROL PROCEDURES FOR VALIDATION OF OCEANOGRAPHIC DATA](#) . UNESCO Manual and Guides, 26: 436 pp.
- **Fofonoff, N. and R. Millard**, 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 44: 58 pp.
- **Gregg, M.**, 1979. The effects of bias error and system noise on parameters computed from C, T, P and V profiles. Journal of Physical Oceanography, Vol. 9: 199-217.
- **Gregg, M. and W. Hess**, 1985. Dynamic response calibration of Sea-Bird temperature and conductivity probes. Journal of atmospheric and oceanic technology, Vol. 2 : 304-313.
- **Guildline Instruments** (1995). Technical Manual for 'Autosal' Laboratory Salinometer Model 8400B.  
<http://www.guildline.ca/Datasheet/Guildline8400BDatasheet.pdf>
- **Intergovernmental Oceanographic Commission/ Scientific Committee on Oceanic Research (IOC/SCOR) UNESCO**, 1994. Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) core measurements. Manual and Guides 29: 181 pp.
- **Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards- JPOTS**, 1981. The Practical Salinity Scale 1978 and the International Equation of State of Seawater 1980. Technical Papers in Marine Science, 36: 25 pp.
- **SBE Electronics**, 2007. Computing temperature and conductivity slope and offset correction coefficients from laboratory calibration and salinity bottle samples. Application Note, 31. [http://www.seabird.com/application\\_notes/AN31.htm](http://www.seabird.com/application_notes/AN31.htm)

- **Stewart, Robert H.**, 2008. Introduction to Physical Oceanography. Department of Oceanography Texas A & M University: 345 pp.

[http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng\\_textbook/PDF\\_files/book.pdf](http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/PDF_files/book.pdf)

- **Sverdrup H.U.**, M.W. Johnson, and R.H. Fleming. 1942. *The Oceans: Their Physics, Chemistry, and General Biology*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

- **Topham, D.** and R. Perkin, 1988. CTD sensor characteristics and their matching for salinity calculations. IEEE Journal fo Oceanic Engineering, Vol 13, 3: 107-117.

- **Wooster W.S.**, A.J. Lee, and G. Dietrich. 1969. Redefinition of salinity. *Deep-Sea Research* 16 (3): 321–322.

COPIA ELECTRONICA INDEX

		NBIII- III/V	ME	SBE 19	SBE 911
<b>Tasa muestreo</b>		30 hz	10 Hz	2 Hz	24 Hz
<b>Rango</b>	<b>C [S/m]</b>	0 – 6.5/7.0	0 - 6	0-7	0-7
	<b>T [°C]</b>	-2 - 32	-2 a 32	-5 - +35	-5 - +35
	<b>P [db]</b>	0- 6500/6850	0 - 6000	Paine 680m; 3400m; Digiquartz 6800m	Digiquartz 6800 m
<b>Exactitud<sup>1</sup></b>	<b>C [S/m]</b>	0.0005	0.001	± 0.001	0.0003
	<b>T [°C]</b>	0.005/0.001	0.005	± 0.01	0.001
	<b>P [db]</b>	0.1 /0.02	± 0.25 % Full scale	± 0.25 % Full scale	0.015 % Full scale
<b>Resolución<sup>2</sup></b>	<b>C [S/m]</b>	0.0001	0.0001	± 0.0001	0.00004
	<b>T [°C]</b>	0.0005	0.001	± 0.001 °C	0.0002 °C
	<b>P [db]</b>	0.0015%	0.1	Paine ± 0.015 % Full scale (0.1 db; 0.5 db) Digiquartz 0.001 % Full scale (0.06 db)	0.001 % Full scale (0.06 db)

Tabla 1: Características técnicas de los CTD utilizados por el INIDEP.

<sup>1</sup> Diferencia entre el resultado obtenido y el verdadero valor.

<sup>2</sup> Mínimo incremento que puede ser medido.

	CTD MARCA MODELO								
	SBE 19				SBE911plus				
					Presión	Temperatura		Conductividad	
<b>Sensores</b>	<b>1268</b>	<b>1806</b>	<b>1683 (*)</b>	<b>3030</b>	<b>57472</b>	<b>1689</b>	<b>1691</b>	<b>1381</b>	<b>1382</b>
<b>Calibración en fabrica</b>	08/01/1993	10/11/1995	10/11/1994	01/11/2000	04/05/1994	05/11/1994	05/11/1994	04/11/1994	04/11/1994
	19/12/1997					19/01/2001		30/01/2001	

Tabla 2. Fecha de calibración en fábrica para los diferentes CTD y sus sensores. (\*) Perdido en Noviembre de 1996.

Modelo	Cond SN	Fecha inicio	Fecha fin	pendiente	offset	ERROR	N	Marca	
SBE19	1268	4-Apr-93	10-Dec-96	1.0029	-0.0890	0.0441	148	12	
		13-Dec-96	14-Sep-97					16	
		12-Mar-98	26-Feb-99					16	
		27-Mar-99	31-Mar-99	1.0000	0.0394			22	
		23-May-99	17-Dec-06	0.9990	0.0533	0.008	447	12	
		15-Ene-07	6-Sep-07	0.9972	0.1142	0.0051	42	12	
		22-Sep-07	11-Nov-07	1.0079	-0.2753	0.0029	14	12	
	1806	26-Nov-96	10-Dec-96						15
		10-Jan-97	9-Feb-97						16
		20-Apr-97	15-Sep-99	1.0004	0.0022	0.0207	119	12	
		4-Oct-99	15-Nov-02	1.0010	-0.0151	0.0056	208	12	
		29-Jul-03	31-Jul-03	1.0000	0.0000			22	
		24-Aug-03	27-Aug-03					19	
		17-Sep-03	1-Oct-04	1.0014	-0.0079	0.0115	58	12	
		17-Dec-04	19-Dec-04	1.0000	0.03132452			14	
		18-Feb-05	1-Mar-05	1.0033	-0.0887	0.0043	5	11	
		10-Mar-05	10-Mar-05	1.0000	0.0243			14	
		22-Mar-05	22-Mar-05	1.0000	0.02355048			14	
		10-Jun-05	27-Jun-05	1.0000	0.01809801			14	
		1-Jul-05	1-Jul-05	1.0000	0.0172488			14	
		29-Jul-05	18-Aug-05	0.9995	0.0284	0.0083	21	11	
		15-Sep-05	15-Sep-05	1.0000	0.01262655			14	
		27-Oct-05	27-Oct-05	1.0000	0.0100637			14	

Tabla 3: Correcciones aplicadas a la salinidad según periodo e instrumento. Donde: 11 = error por campaña; 12 = error correspondiente a un periodo que involucra mas de una campaña; 14 = ajuste lineal; 15 = sin calibración - luego de una calibración en fabrica; 16 = sin calibración; 17 = sin calibración salinidad dudosa; 19 = calibración externa; 22 = intercalibración.

Modelo	Cond SN	Fecha inicio	Fecha fin	pendiente	offset	ERROR	N	Marca	
SBE19	1806	13-Nov-05	28-Nov-05	1.0043	-0.1353	0.0133	26	11	
		7-Dec-05	10-Dec-05	1.0087	-0.2834	0.0024	6	11	
		2-Feb-06	15-Feb-06	1.0000	0.00171088			14	
		28-Feb-06	15-Mar-06	0.99361344	0.21646052	0.013629	21	11	
		30-Oct-06	5-Nov-06	0.9941	0.2380	0.01	11	11	
		28-Nov-06	30-Nov-06	1	0.0352			14	
		15-Ene-07	15-Ene-07	1	0.0291			22	
		1-Mar-07	1-Mar-07					17	
	1683	24-Sep-95	28-Sep-95						15
		12-Oct-95	14-Nov-96						16
	3030	6-Jul-01	12-Jul-01						15
		6-Nov-01	13-Mar-02						16
		27-Mar-02	8-Apr-02	0.98918105	0.37631273	0.008815	14	11	
		12-Apr-02	28-Jun-02	1.0000	0.0000			22	
		24-Jul-02	4-Aug-02	0.99554071	0.16303143	0.003775	10	11	
		15-Aug-02	15-Aug-02	1.0000	0.0412	0.019	2	22	
		4-Sep-02	5-Sep-02	0.98893932	0.37756382	0.003229	4	11	
		13-Sep-02	18-Dec-04	1.0028	-0.0788	0.0075	122	12	
		11-Feb-05	1-Mar-05					17	
		10-Mar-05	10-Mar-05	1	0			22	
		22-Mar-05	2-Apr-05	1	0.007	0.0034	3	11	
		29-Jul-05	18-Aug-05	1.001	-0.0205	0.0054	6	11	
		11-Sep-05	24-Sep-05	1.002	-0.0565	0.0027	19	11	
		14-Oct-05	28-Oct-05	0.9971	0.1174	0.009	13	11	
	2-Nov-05	8-Nov-05	0.9758	0.9235	0.023	13	11		
	8-Nov-05	14-Nov-06	0.9959	0.1555	0.0065	102	12		

Modelo	Cond SN	Fecha inicio	Fecha fin	pendiente	offset	ERROR	N	Marca
SBE19	3030	22-Nov-06	18-Dic-06	0.9993	0.0568	0.0094	11	12
		27-Dic-06	27-Dic-06	1	0.0272			14
		13-En-07	26-Feb-07	0.9918	0.2889	0.0046	32	12
		27-Mar-07	8-Abr-07	0.9783	0.7613	0.0037	5	11
		14-May-07	18-May-07	1	0.0335			14
		2-Jul-07	2-Jul-07	1	0.0228			14
		6-Jul-07	11-Jul-07	0.9844	0.5500	0.0004	3	11
		23-Nov-07	24-En-08	1.0140	-0.4660	0.0055	10	11
SBE911	1381	14-Sep-96	27-Sep-96	0.9839	0.5710	0.0092	7	11
		13-Nov-96	20-Nov-96	1.0000	0.02182745			14
		2-Mar-98	12-Mar-98	1.0000	0.03326573			14
		9-Abr-98	21-Abr-98	1.0000	0.03410452			14
		29-Sep-98	15-Oct-98	1.0000	0.03630691			14
		19-Oct-99	19-May-00	0.9934	0.2778	0.0143	18	12
		13-Jun-00	9-Oct-00	1.0052	-0.0286	0.002	8	12
SBE911	1381	10-Oct-00	10-Oct-00	1.0000	0.11904847			11
		10-Oct-00	10-Oct-00	1.0000	0.11757			14
		10-Oct-00	10-Oct-00	1.0000	0.1167			14
		10-Oct-00	10-Oct-00	1.0000	0.11525			14
		11-Oct-00	11-Oct-00	1.0000	0.10555			14
		11-Oct-00	11-Oct-00	1.0000	0.10437			14
		11-Oct-00	11-Oct-00	1.0000	0.10221			14
		12-Oct-00	12-Oct-00	1.0000	0.09115			14
		12-Oct-00	12-Oct-00	1.0000	0.09017			14
		12-Oct-00	12-Oct-00	1.0000	0.0891			14



Tabla 3 continuación

Modelo	Cond SN	Fecha inicio	Fecha fin	pendiente	offset	ERROR	N	Marca
		13-Oct-00	13-Oct-00	1.0000	0.07605			14
		13-Oct-00	13-Oct-00	1.0000	0.07493			14
		13-Oct-00	17-Nov-00	0.9929	0.3136	0.0055	14	11
		15-Mar-04	2-Abr-04	0.9977	0.0924	0.0027	18	11
		15-Jun-04	16-Jun-04	1.0000	0.0142957			14
		14-Mar-06	31-Mar-06	0.9906	0.3262	0.0016	16	11
SBE911	1382	17-Nov-00	17-Nov-00					15
		14-Dic-00	19-Dic-00	1.0023	-0.0717	0.001	9	11
		17-En-01	6-Mar-01	1.0055	-0.1760	0.0012	8	11
		10-Mar-01	18-Mar-01	1.0000	0.0115			14
		9-Jul-01	30-Oct-02	0.9999	0.0250	0.0027	39	12
		20-Ago-03	15-Nov-03	1.0001	0.0137	0.004	255	12
		16-Dic-05	20-Dic-05					16
ME		27-Feb-91	6-Mar-91	1.0594	-1.9382	0.0238	35	11
		11-May-91	8-Jun-91	0.9952	0.2015	0.0272	86	12
		21-Aug-91	4-Sep-91	1.0489	-1.6372	0.0162	32	11
		22-Jan-92	19-Apr-91	1.0000	0.0209			14
		23-Oct-92	22-Nov-92	1.0001	0.0278	0.0195	66	12
		23-Nov-92	10-Dic-92	1	0.0313			14
		10-Jan-93	1-Feb-93	1.0000	0.0325			14
		9-Jul-94	13-May-98	1.0018	-0.0144	0.0267	132	12
		22-May-98	27-May-98	1.0000	0.0483			14
		20-Jul-98	15-Nov-98	1.0069	-0.1751	0.0169	27	12
		9-Dec-98	17-Feb-99	1.0000	0.0499			14
		13-Mar-99	31-Mar-99	1.0024	-0.0469	0.0183	16	11

Tabla 3 continuación

Modelo	Cond SN	Fecha inicio	Fecha fin	pendiente	offset	ERROR	N	Marca
ME		4-Sep-99	8-Sep-99	1.0000	0.0573			14
		3-Oct-99	23-Oct-99	0.9633	1.3078	0.0057	7	11
		13-Nov-99	29-Nov-99	1.1421	-4.7306	0.0252	14	12
		3-Dec-99	8-Dec-99	1.0189	-0.6106	0.007	8	11
		9-Oct-00	10-Oct-00	1.0000	0.0400			22

COPIA ELECTRONICA INVALIDA

INSTRUMENTO	Campaña	N	$\Delta S$	D.S.	$\Delta T$	D.S.
ME – SBE1268	OB199903	277	-0.0071	0.0047	0.001	0.0114
	OB200011	770	0.0021	0.0054	- 0.0079	0.0161
ME – SBE1806	OB199905	2092	-0.0022	0.0057	- 0.0013	0.0149
SBE1268– SBE1806	OB200307	30 (**)	-0.0016	0.0055	0.005	0.0018
	OB200509	74 (**)	-0.0099	0.0143	- 0.0343	0.042
	CC200511	56(**)	-0.0126	0.0138	0.0002	0.0011
	CC200609	96 (**)	-0.037	0.0405	- 0.0431	0.074
SBE911CSN1382 –SBE1268	Ob200204	914	-0.008	0.0302	0.005	0.0071
SBE911CSN1381 –SBE1268	EH200403	119 (*)	-0.0067	0.018	0.0066	0.0063
SBE911CSN1381 –SBE1806	CC200014	170 (**)	-0.0025	0.0325	- 0.0034	0.0161
SBE911CSN1382 –SBE1806	OB200203	635 (**)	0.0012	0.0066	- 0.0076	0.0055
SBE1268 - 3030	EH200107	16 (**)	0.0157	0.0246	- 0.0025	0.0127
	CC200209	79 (**)	0.0016	0.0036	0.0070	0.0051
SBE1806 - 3030	CC200206	52 (**)	-0.0077	0.0045	0.0079	0.0041
	CC200211	32 (**)	-0.0014	0.0083	0.0067	0.0059
	OB200503	42 (**)	-0.0098	0.0044	0.0053	0.0041
	EH200506	505	-0.0007	0.0032	0.0006	0.0112

Tabla 4: Inter-calibración de instrumentos apareados. (\*\*) Indica que la profundidad de comparación  $z < 50\text{m}$  y, (\*)  $z < 200\text{ m}$ .

## ANEXO I: CORRECCIONES DE SALINIDAD POR INSTRUMENTO

Para cada uno de los instrumentos se presenta un grafico representando la evolución en el tiempo de los errores de salinidad ( $\Delta S = S_{BOT} - S_{CTD}$ ) a partir del cual se realiza una definición de periodos para la calibración y, para cada uno de ellos, se presenta:

- Diferencia de salinidad vs presión.
- Diferencia de salinidad vs salinidad del CTD.
- Ajuste lineal obtenido, ecuación y error de la estimación.
- Residuos del ajuste.

### SBE19 SN1268

El instrumento fue calibrado en fábrica el 08/01/1993 y la primera estación fue realizada el 04/04/1993.

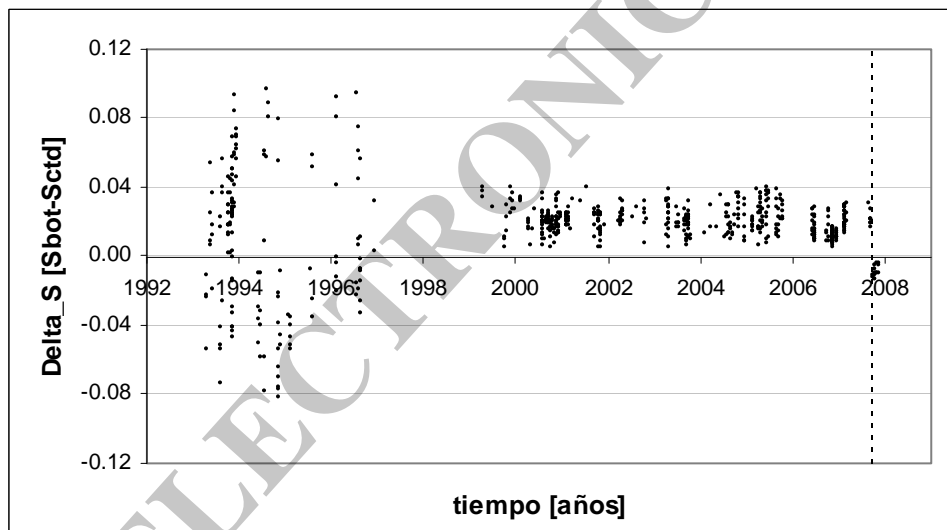


Figura 1: Distribución del error de salinidad ( $\Delta S$ ) del SBE19 SN1268 entre los años 1993 y 2007, la línea punteada señala lavado con triton diluido.

Periodo 1- 4/04/1993 a 10/12/1996

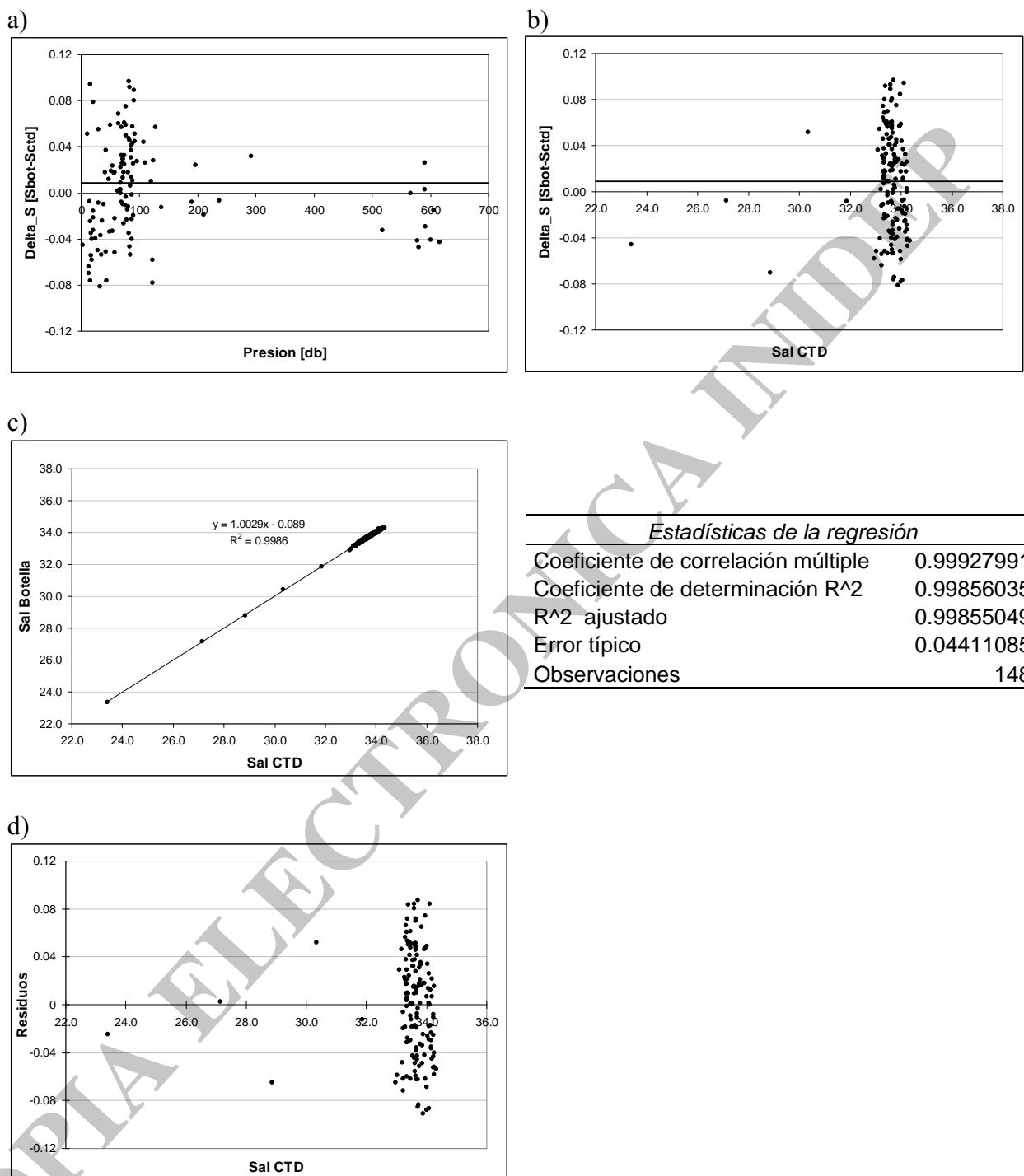
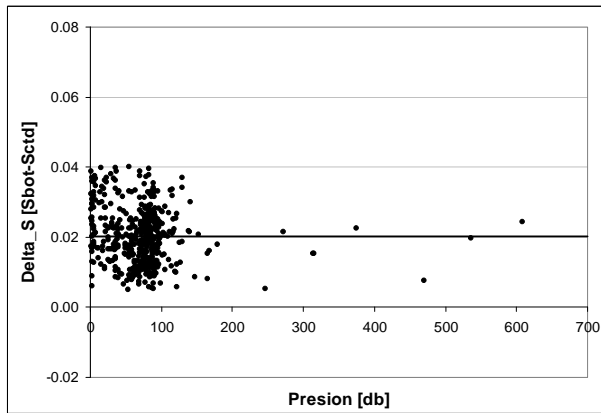


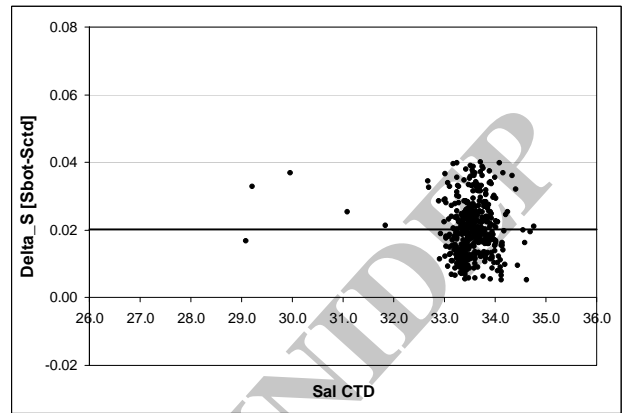
Figura 2: Calibración de salinidad del SBE19 SN1268 para el periodo del 4/04/1993 a 10/12/1996: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 2 – Del 23/05/1999 a 17/12/2006

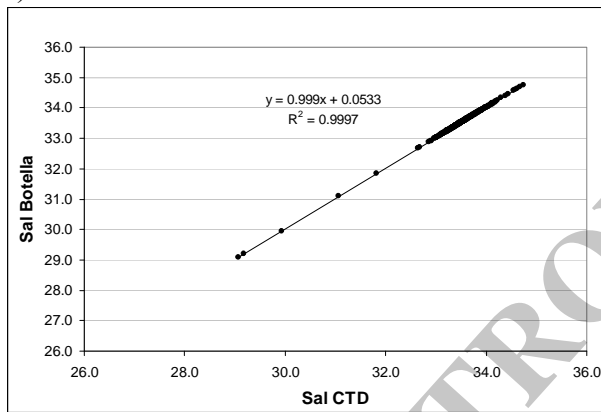
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99985942
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99971886
R <sup>2</sup> ajustado	0.99971822
Error típico	0.00797463
Observaciones	447

d)

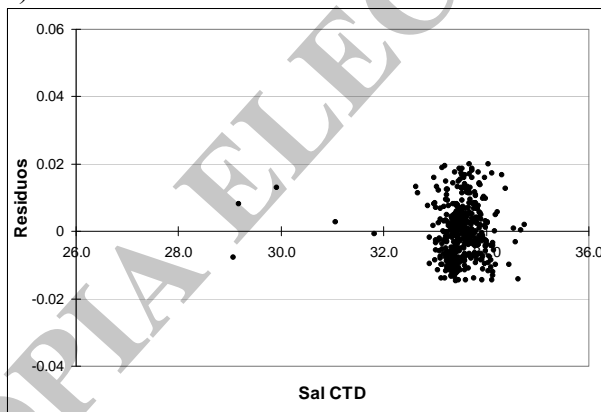


Figura 3: Calibración de salinidad del SBE19 SN1268 para el periodo del 23/05/1999 a 17/12/2006: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 3 – Del 15/01/2007 al 06/09/2007

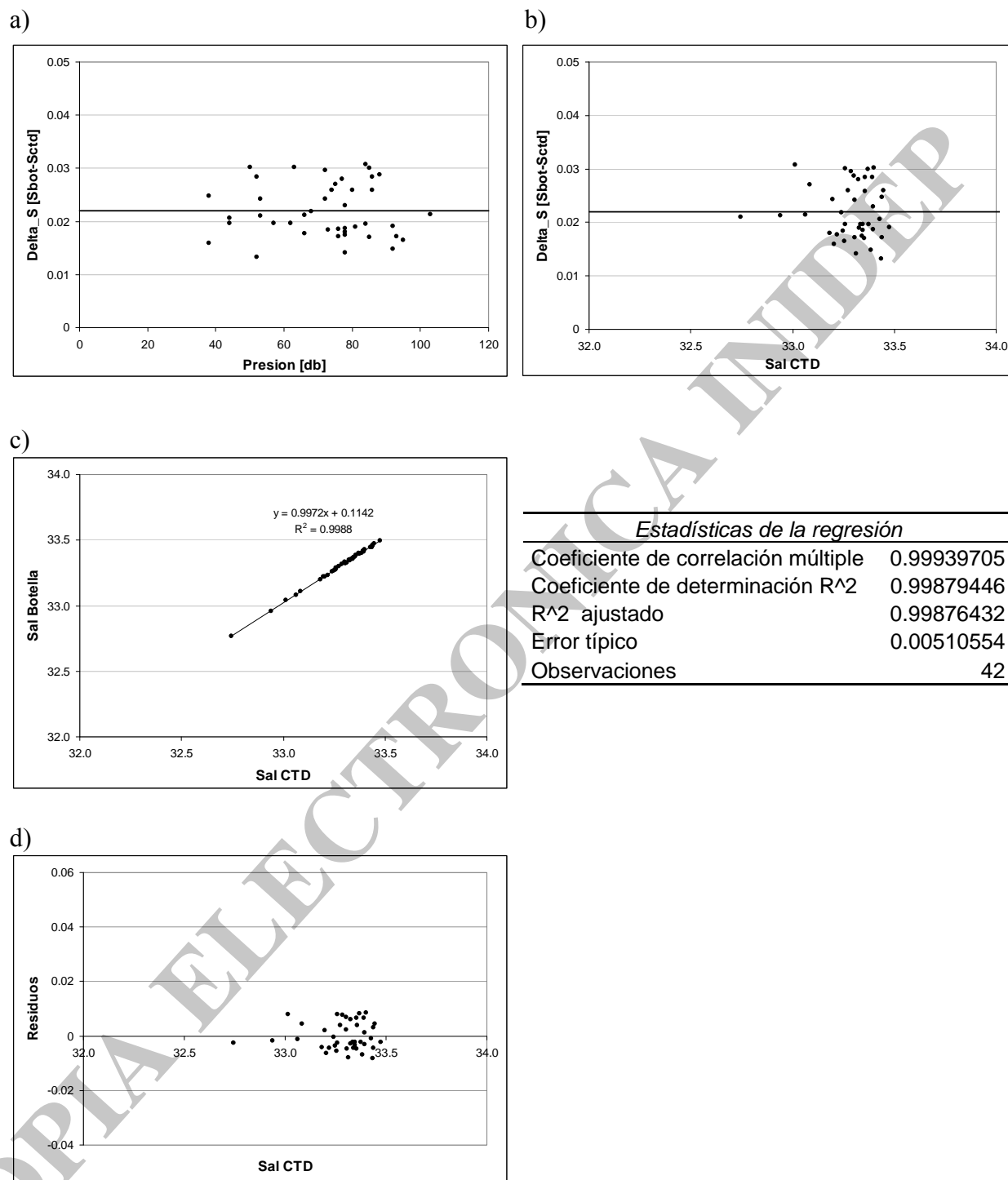
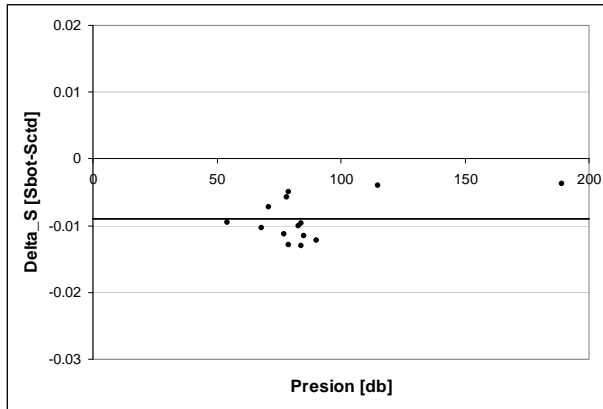


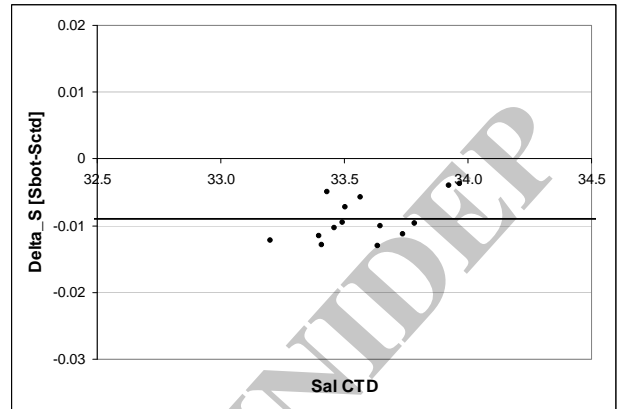
Figura 4: Calibración de salinidad del SBE19 SN1268 para el periodo del 15/01/2007 a 06/09/2007: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 4 – Del 22/09/2007 al 11/11/2007**

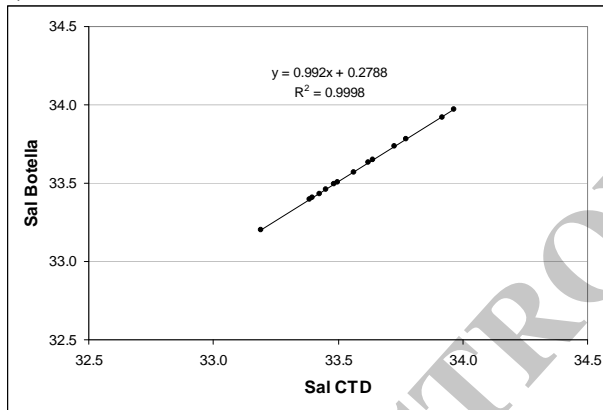
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99991517
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99983036
R <sup>2</sup> ajustado	0.99981622
Error típico	0.00292853
Observaciones	14

d)

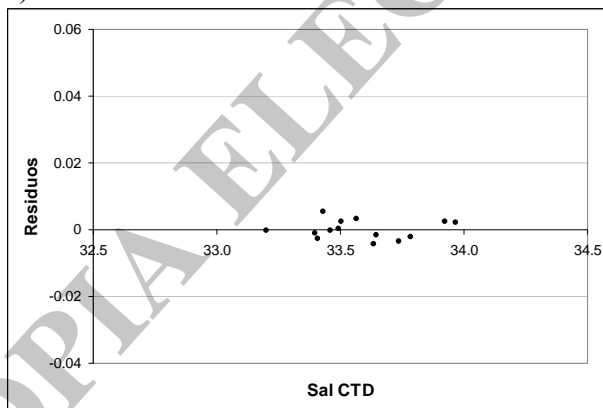


Figura 5: Calibración de salinidad del SBE19 SN1268 para el periodo del 22/09/2007 a 11/11/2007: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.



**SBE19 SN 1806**

El instrumento tiene calibración de fábrica del 10/11/1995 y la primera estación se realizó el 26/11/1996.

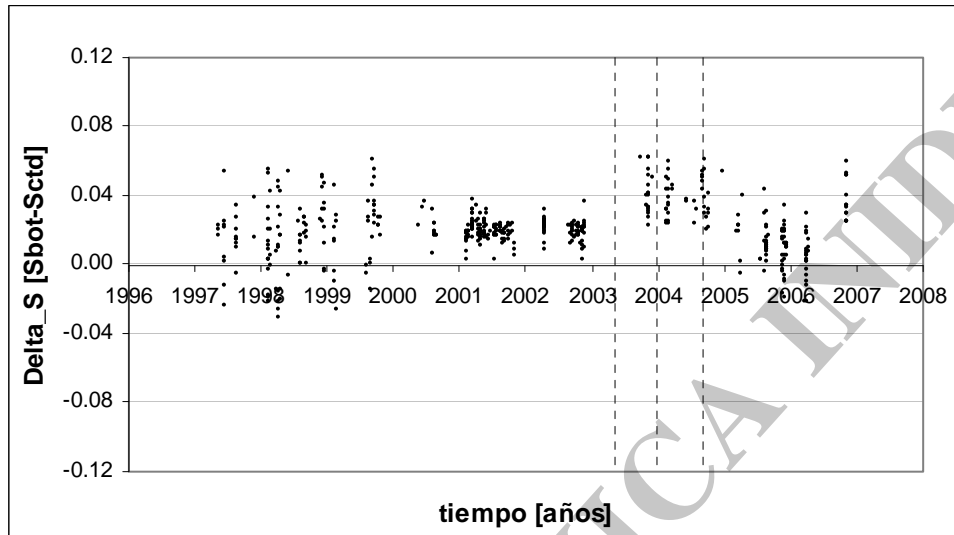
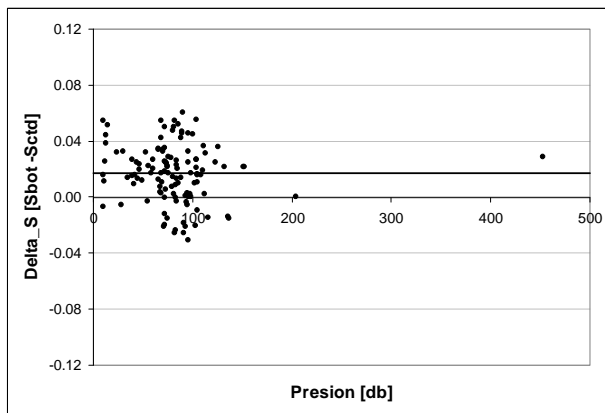


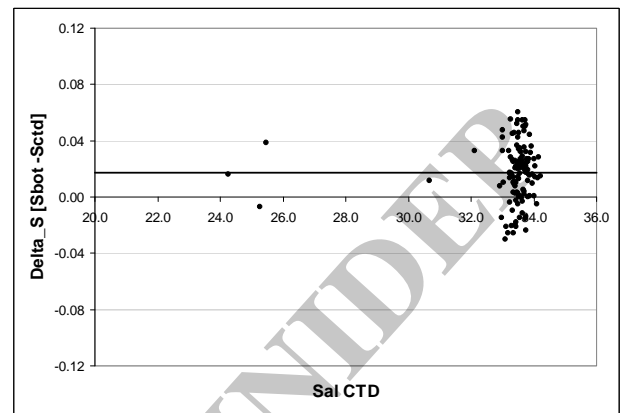
Figura 6: Distribución del error de salinidad del SBE19 SN1806 entre los años 1996 y 2006, las líneas punteadas señalan lavados con triton diluido.

Periodo 1 - Del 20/04/1997 al 15/09/1999

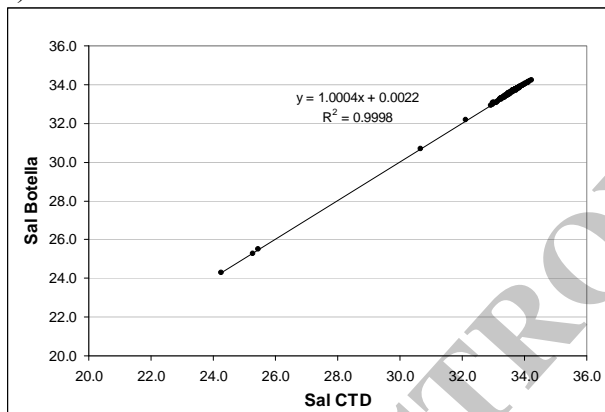
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99989164
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99978329
R <sup>2</sup> ajustado	0.99978143
Error típico	0.02073206
Observaciones	119

d)

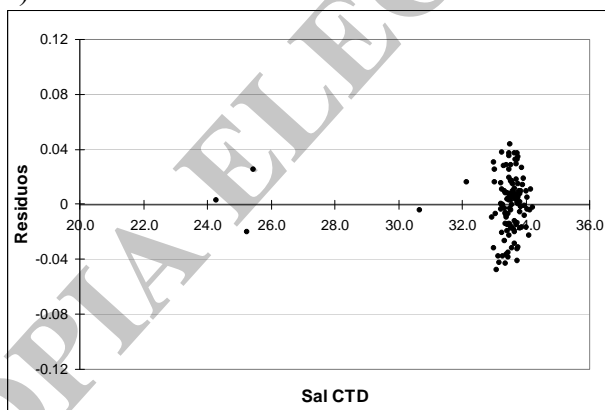


Figura 7: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 20/04/1997 al 15/09/1999: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 2 – Del 04/10/1999 al 15/11/2002

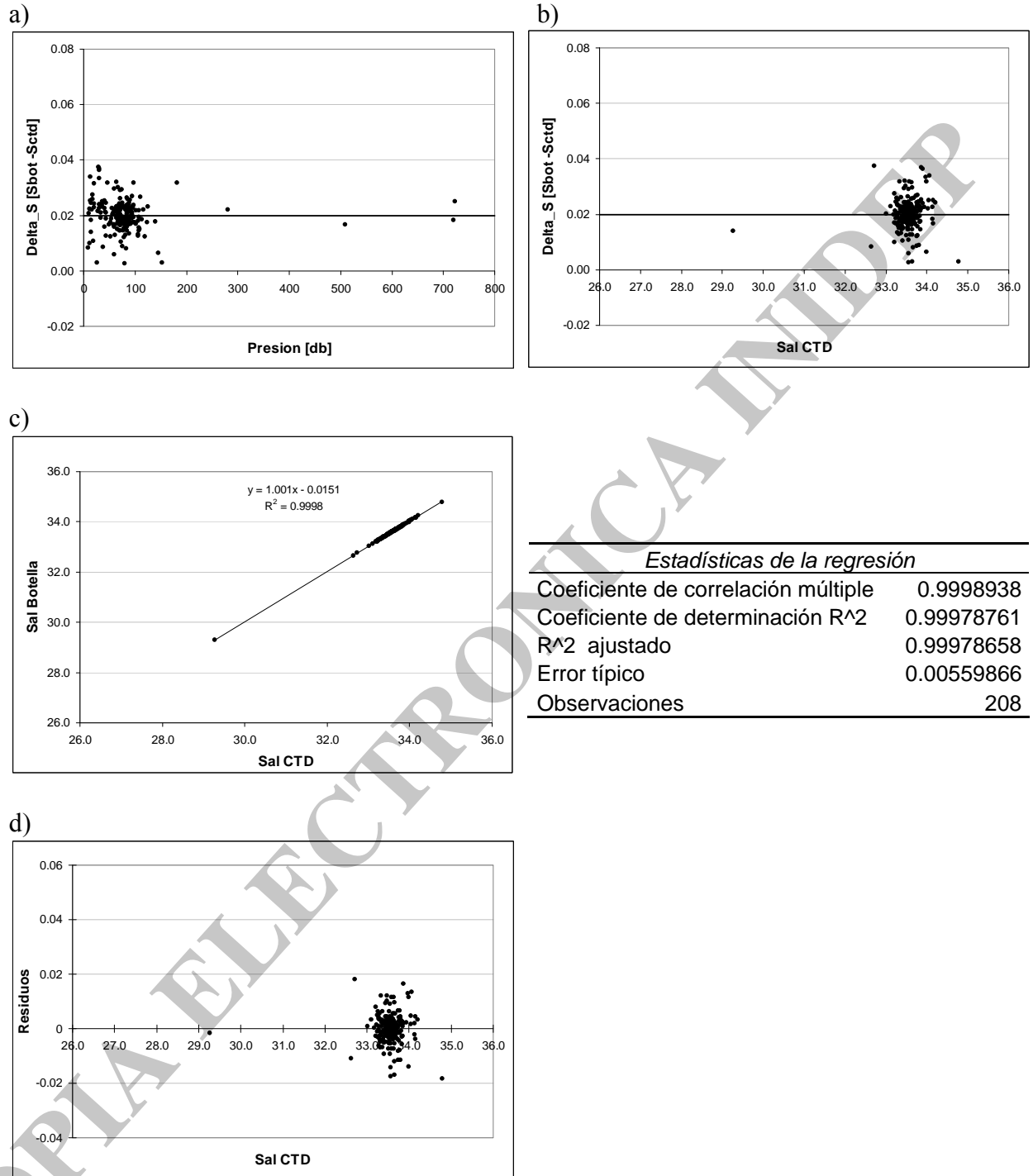
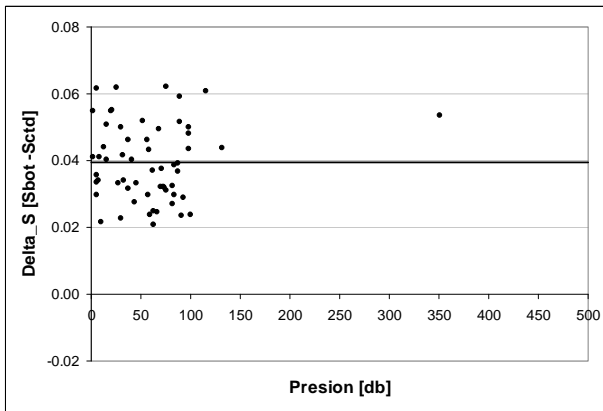


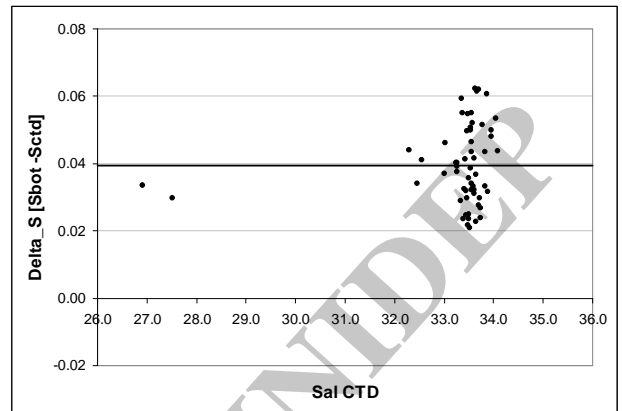
Figura 8: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 04/10/1999 al 15/11/2002: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 3 – Del 17/09/2003 al 01/10/2004

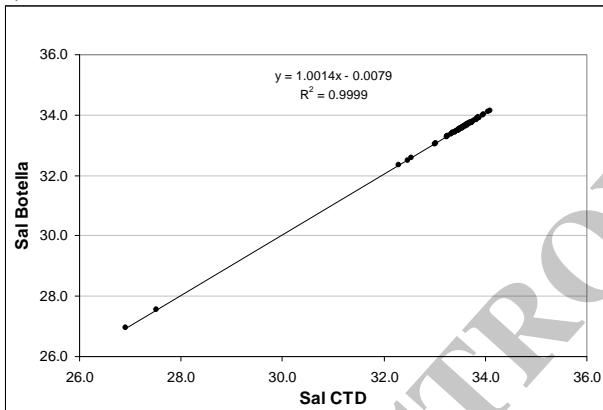
a)



b)



c)



Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99995506
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99991012
R <sup>2</sup> ajustado	0.99990851
Error típico	0.01153073
Observaciones	58

d)

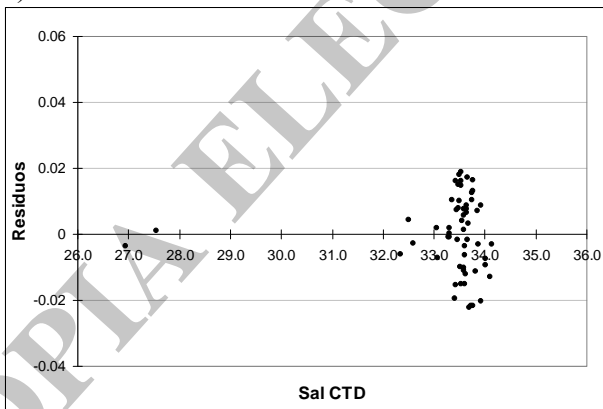


Figura 9: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 17/09/2003 al 01/10/2004: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 4 – Del 18/02 al 01/03/2005

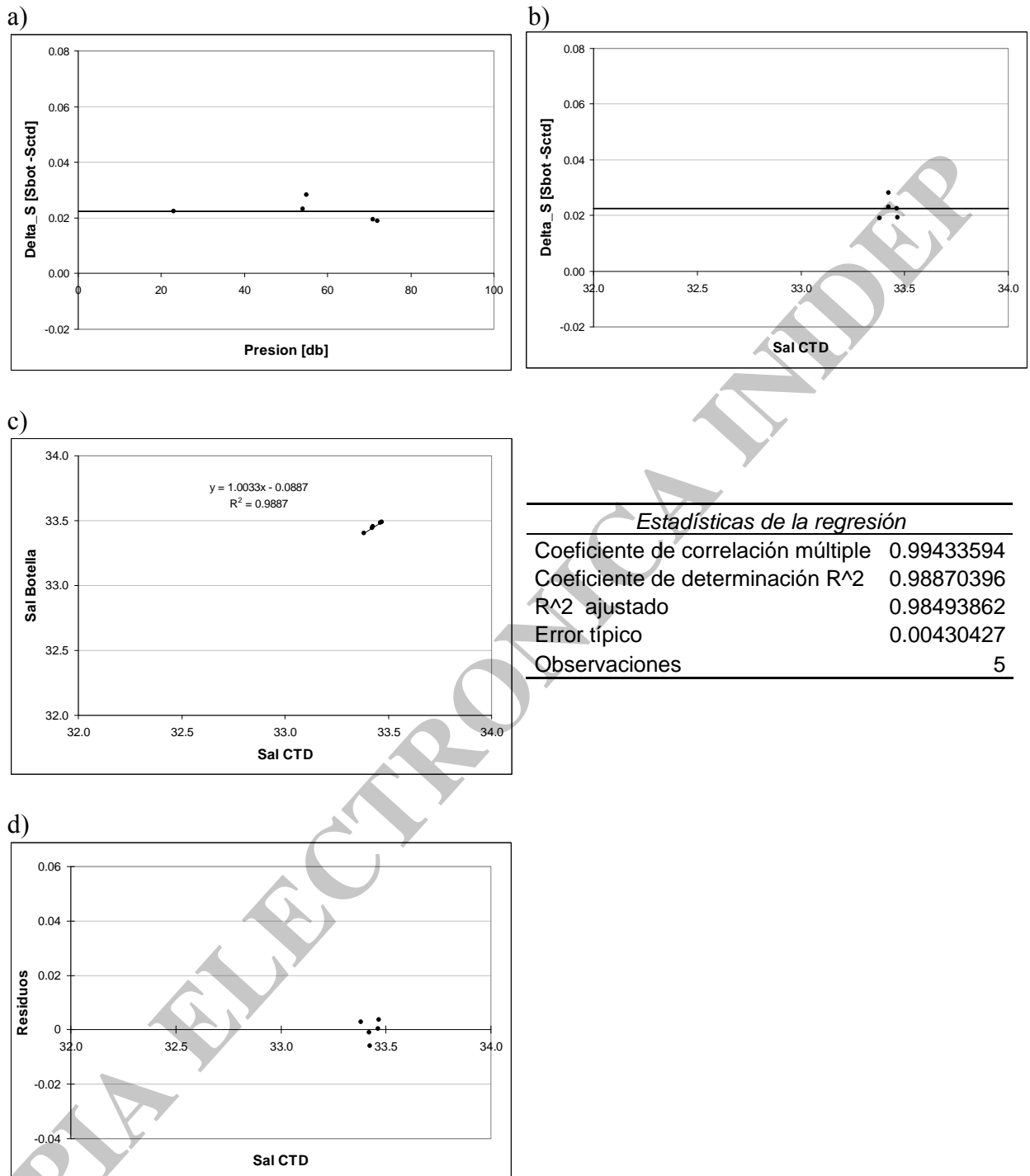


Figura 10: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 18/02 al 01/03/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 5 – Del 29/07 al 18/08/2005

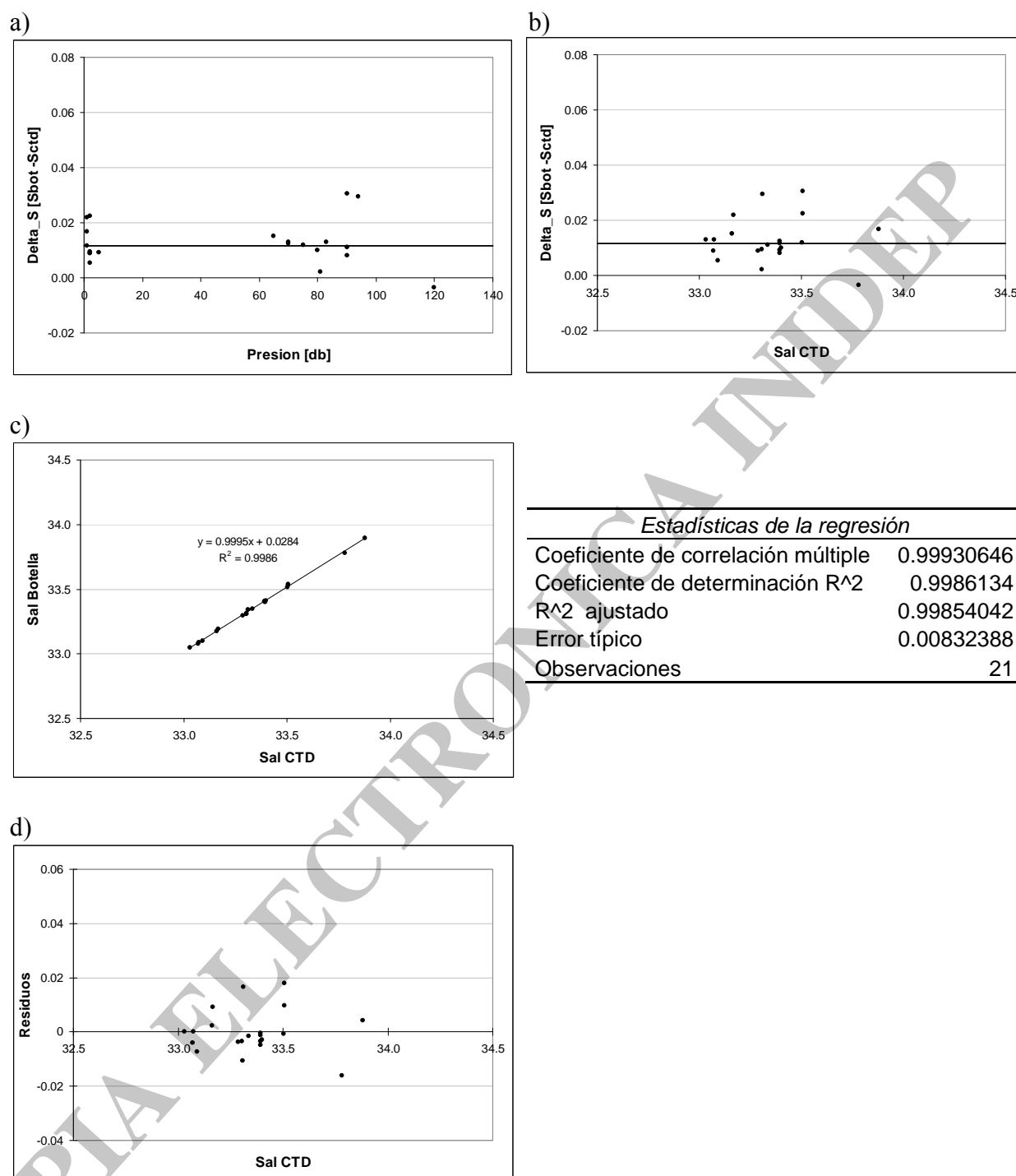


Figura 11: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 29/07 al 18/08/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 6 – Del 13 al 28/11/2005

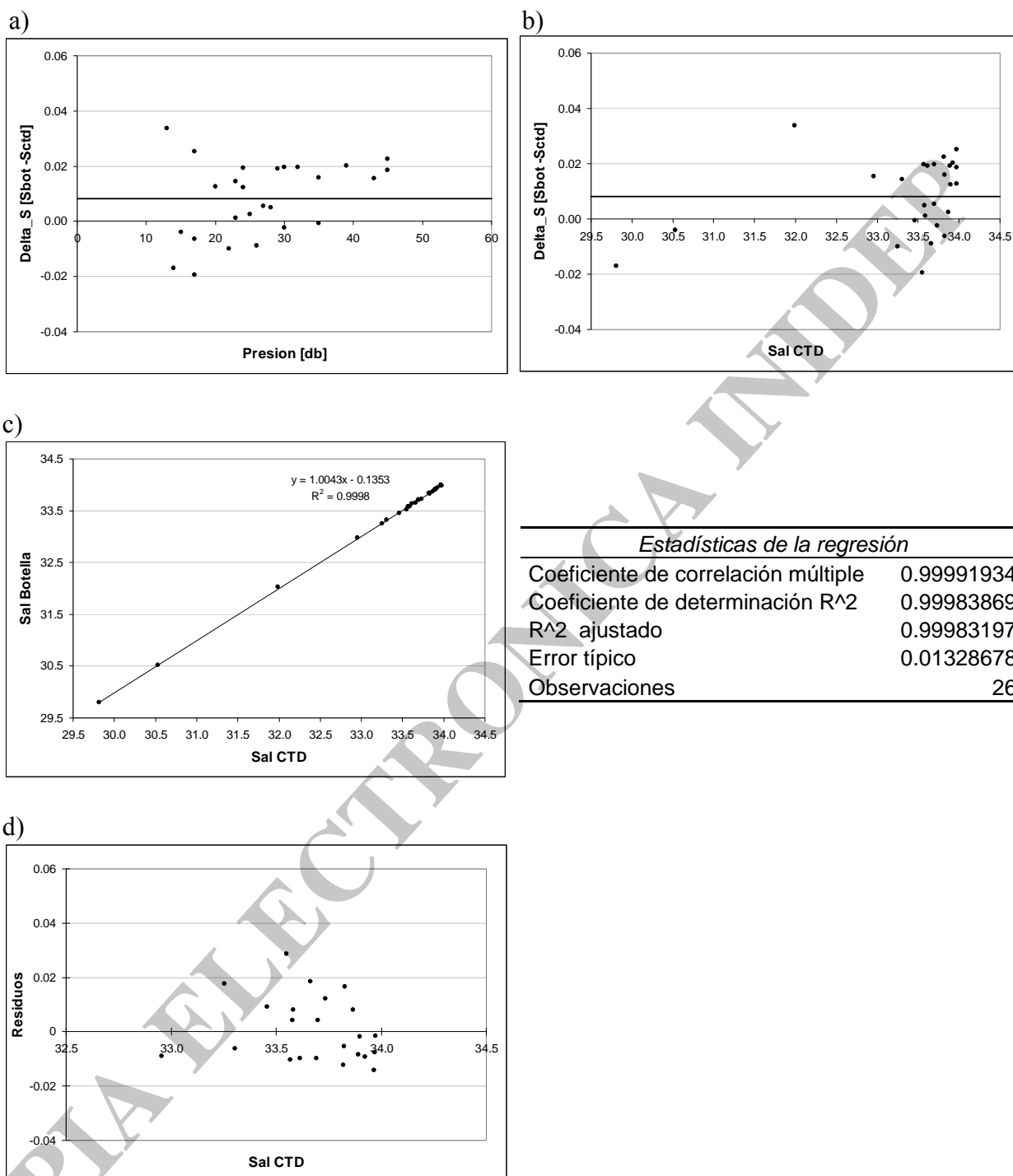


Figura 12: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 13 al 28/11/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 7 – Del 7 al 10/12/2005

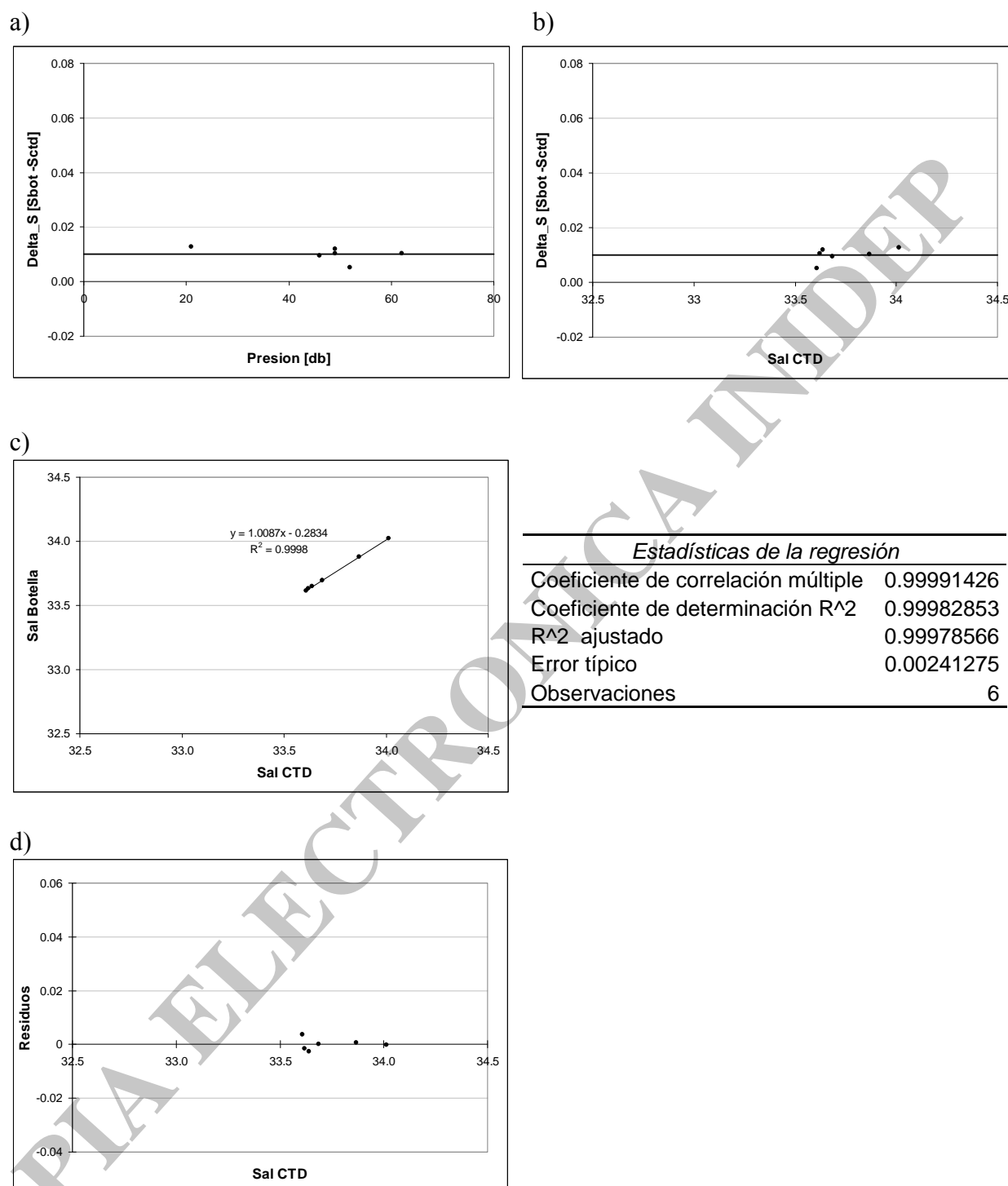


Figura 13: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 7 al 10/12/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.



Periodo 8 – Del 28/02 al 15/03/2006

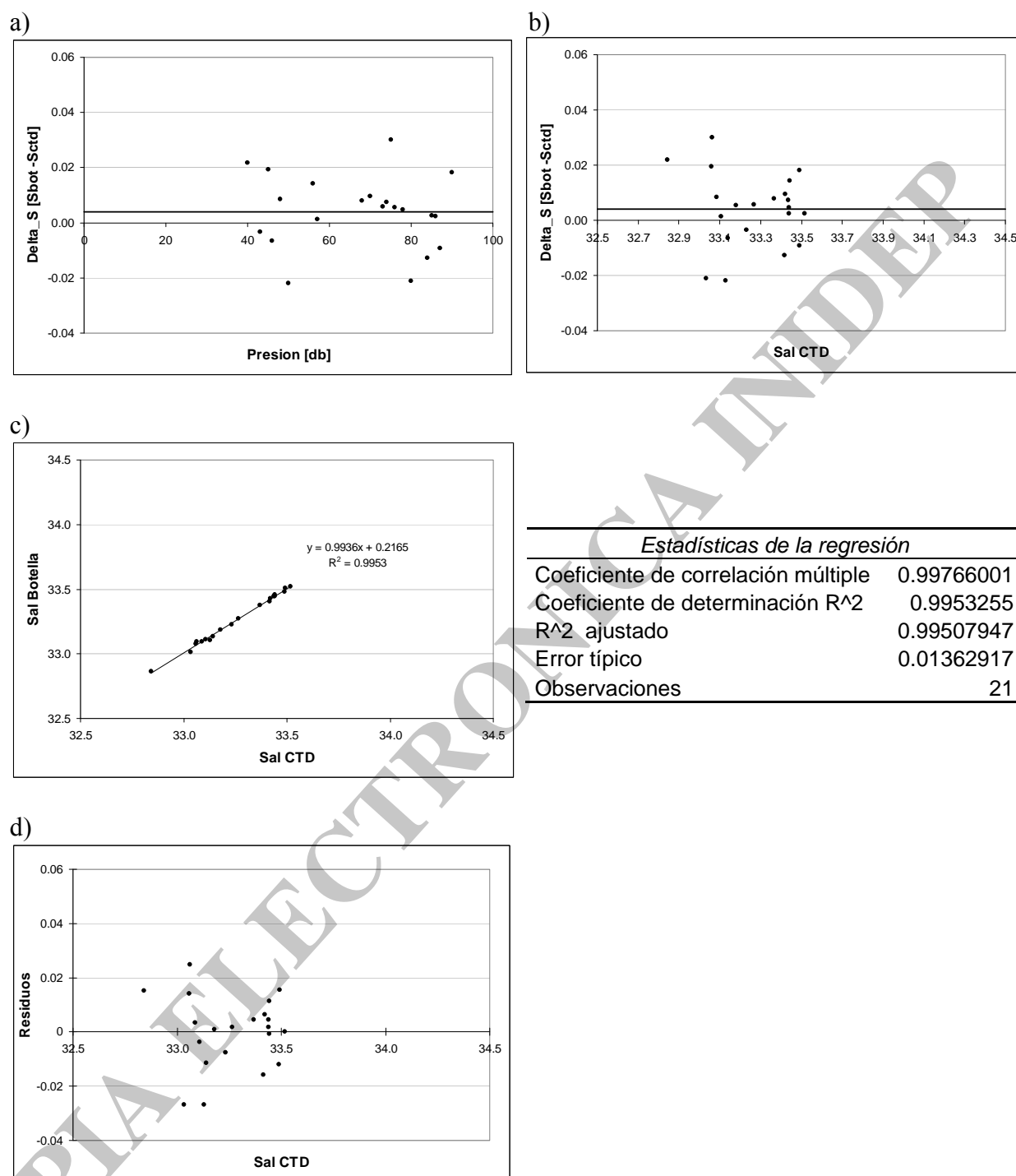
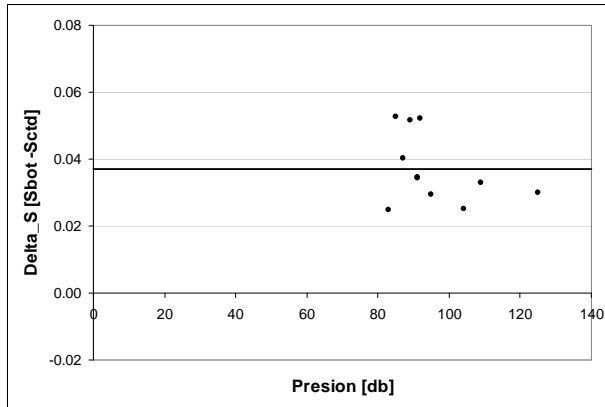


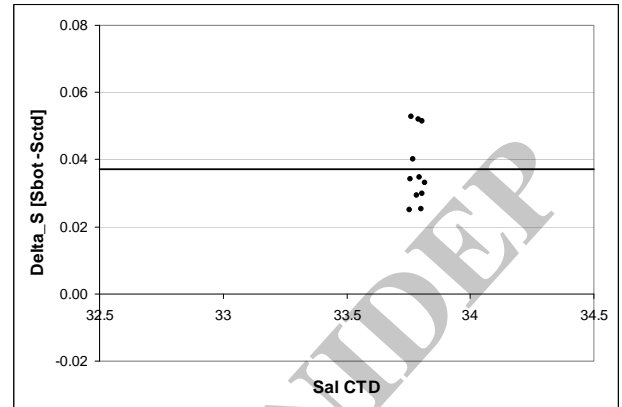
Figura 14: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 28/02 al 15/03/2006: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 9- Del 30/10 al 05/11/2006

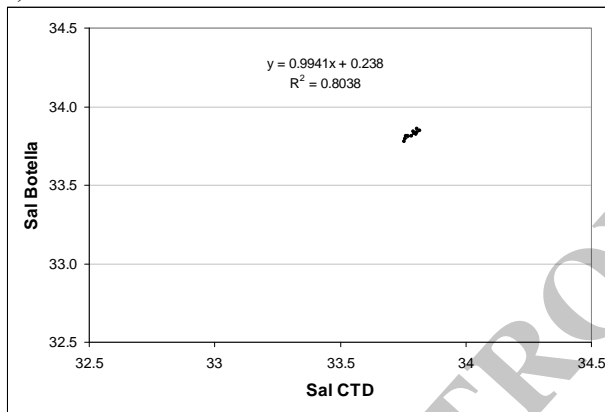
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.89655957
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.80381907
R <sup>2</sup> ajustado	0.78202119
Error típico	0.01004612
Observaciones	11

d)

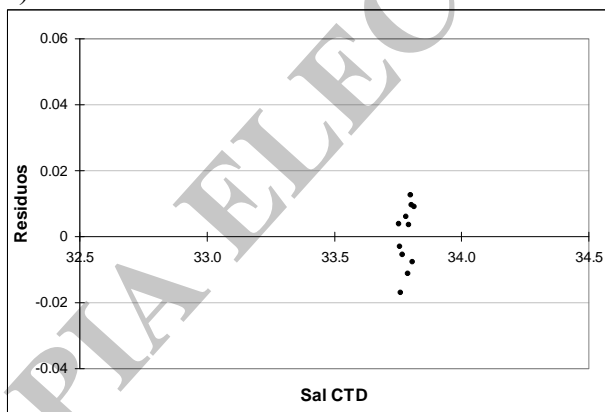


Figura 15: Calibración de salinidad del SBE19 SN1806 para el periodo del 30/10 al 05/11/2006: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**SBE19 SN3030**

La calibración de fábrica se realizó el 01/11/2000 y se efectuó la primera estación el 6/7/2001.

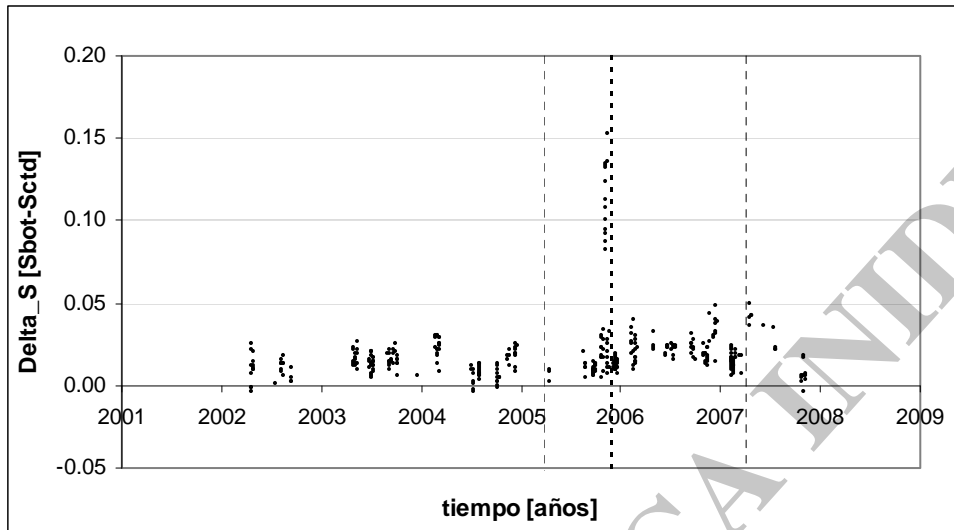
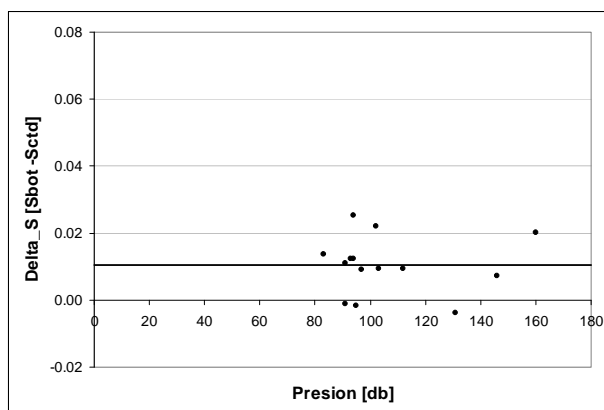


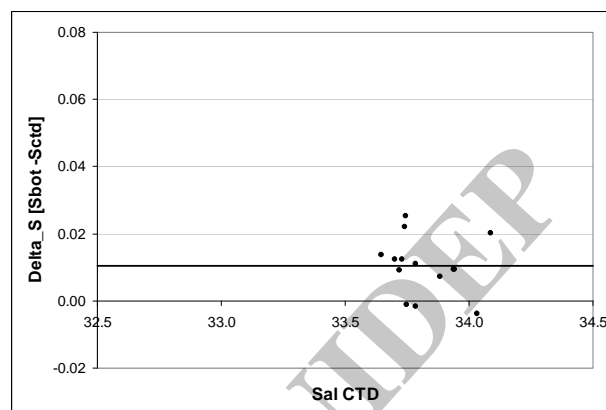
Figura 16: Distribución del error de salinidad ( $\Delta S$ ) del SBE19 SN3030 en el periodo 2002-2007, las líneas punteadas señalan lavados con triton diluido.

**Periodo 1 – Del 27/03/2002 al 8/04/2002**

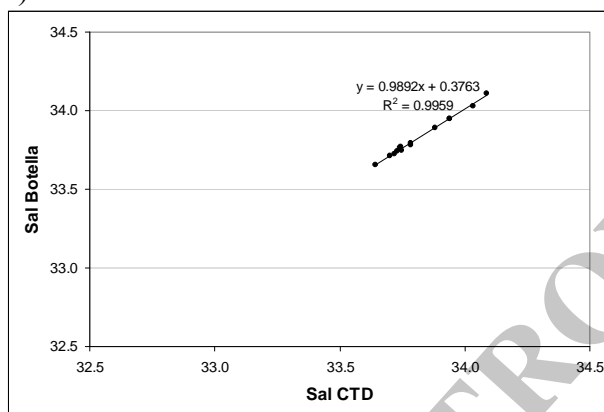
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99796808
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99594028
R <sup>2</sup> ajustado	0.99560197
Error típico	0.00881546
Observaciones	14

d)

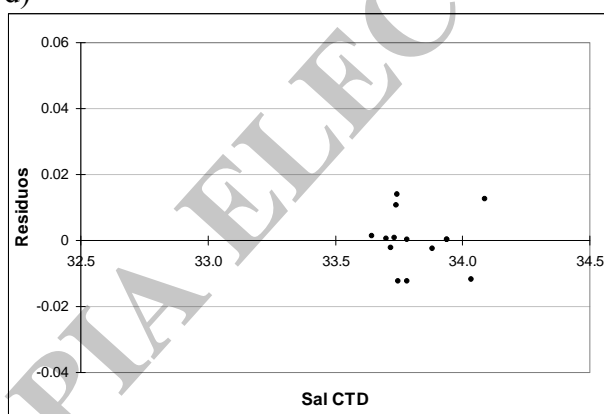


Figura 17: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 27/03/2002 al 8/04/2002: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 2 – Del 24/07/2002 al 4/08/2002**

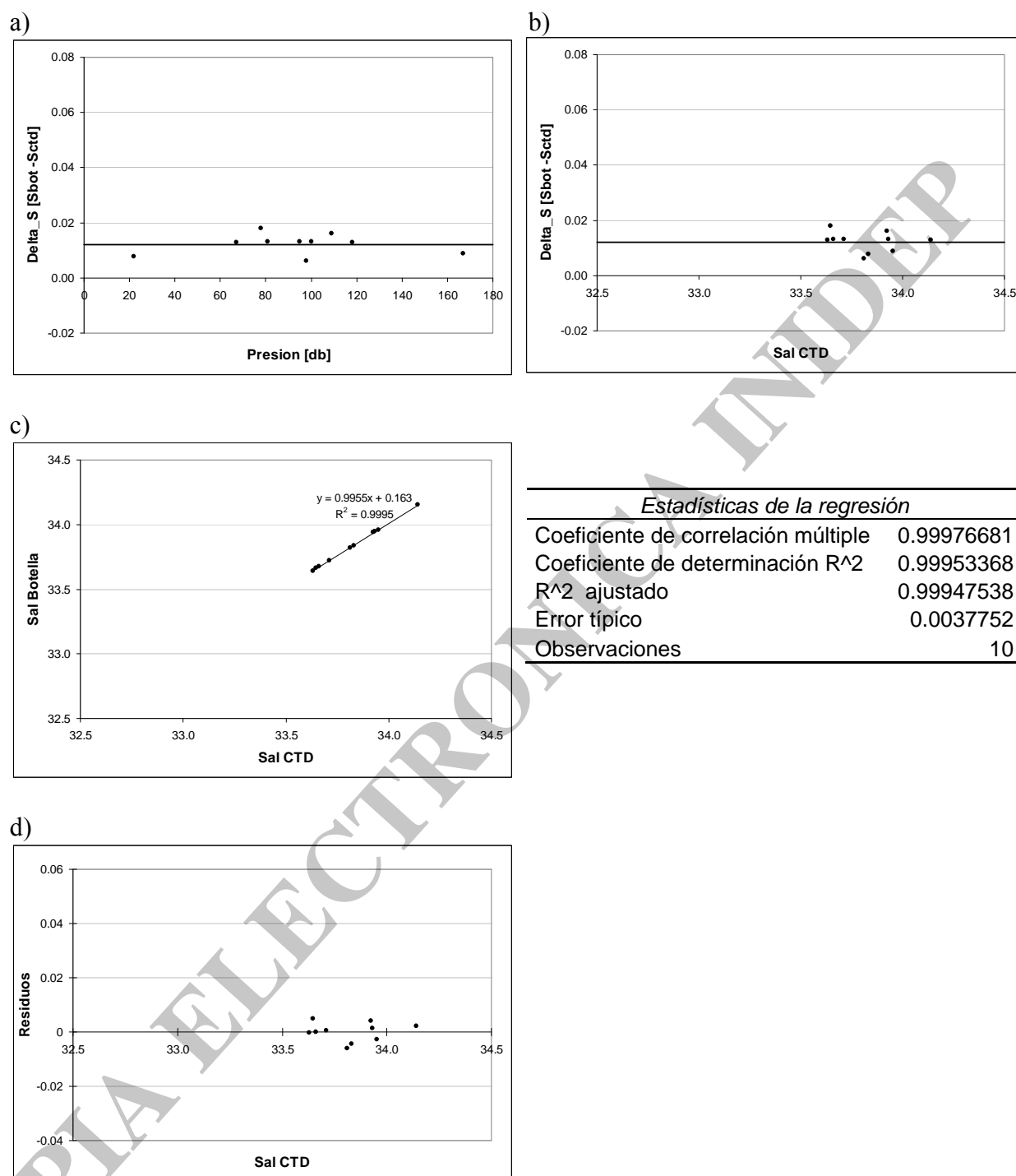
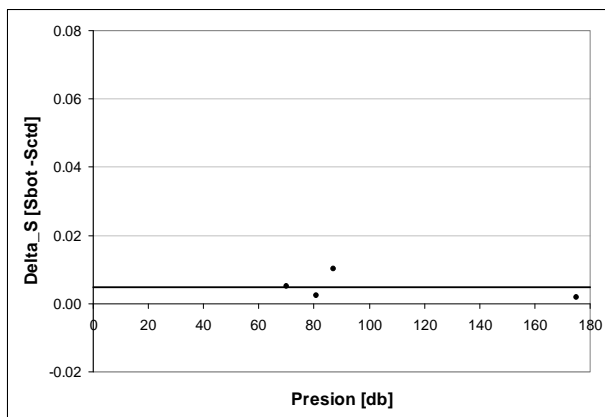


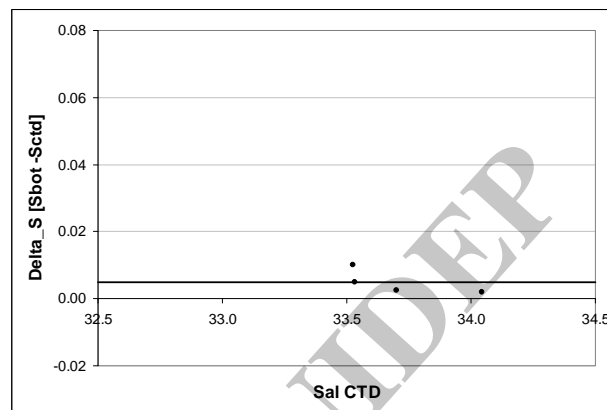
Figura 18: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 24/07/2002 al 4/08/2002: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 3 – Del 4/09/2002 al 5/09/2002

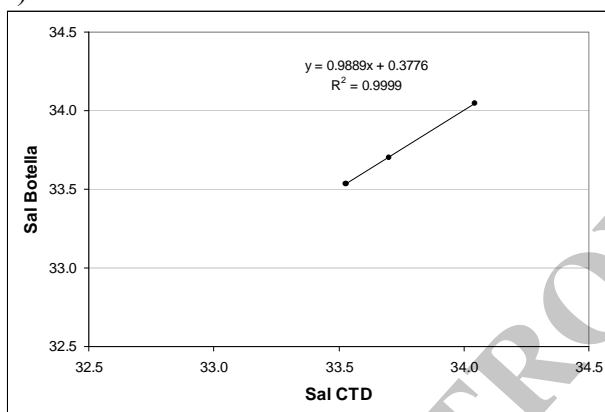
a)



b)



c)



Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99993943
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99987886
R <sup>2</sup> ajustado	0.99981829
Error típico	0.00322884
Observaciones	4

d)

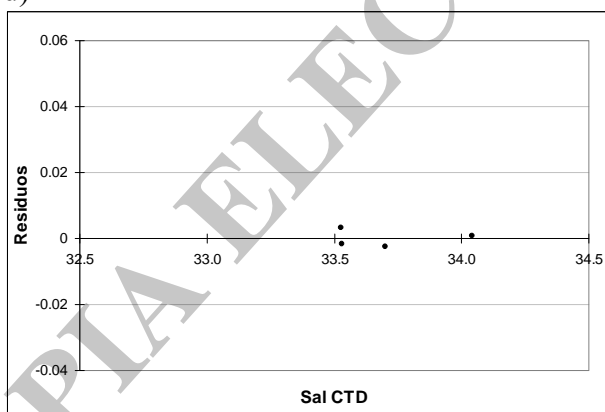
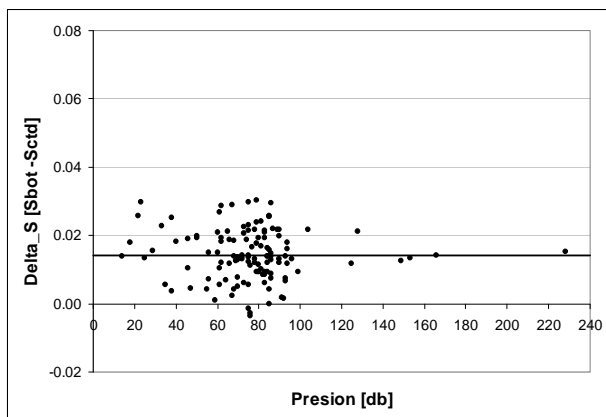


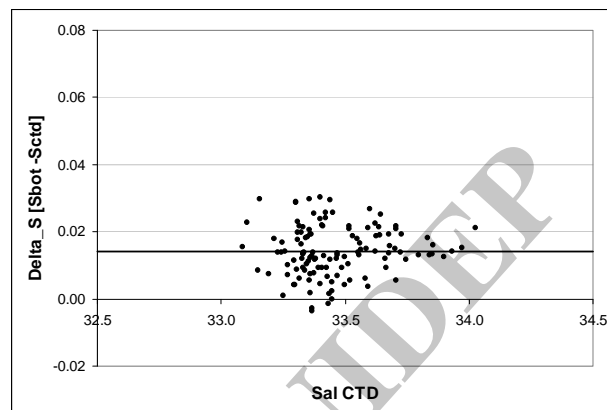
Figura 19: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 4/09/2002 al 5/09/2002: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 4 – Del 13/09/2002 al 18/12/2004**

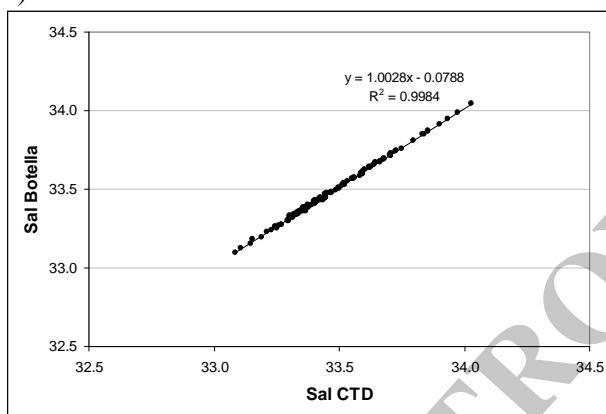
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9992
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.9984
R <sup>2</sup> ajustado	0.9984
Error típico	0.0075
Observaciones	122

d)

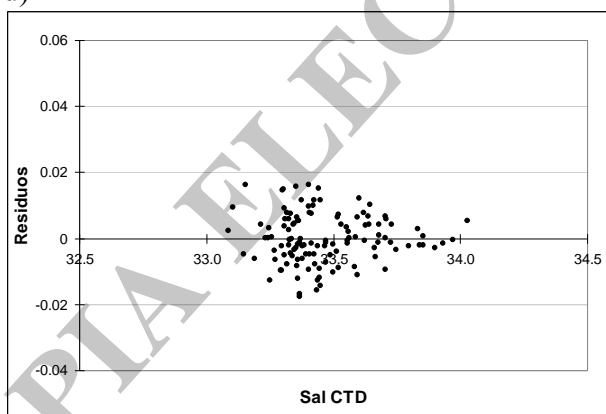


Figura 20: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 13/09/2002 al 18/12/2004: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 5 – Del 29/07 al 18/08/2005

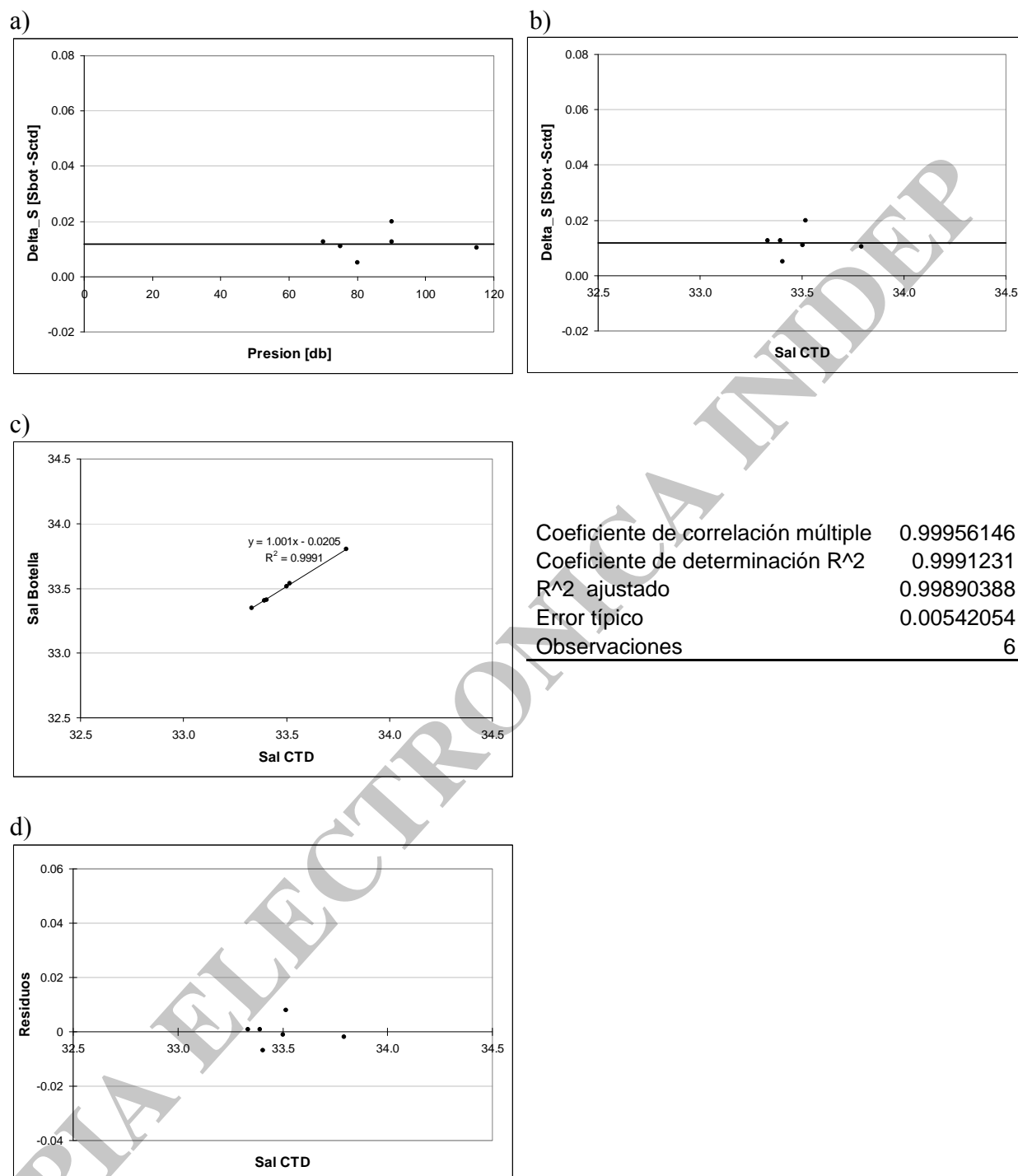
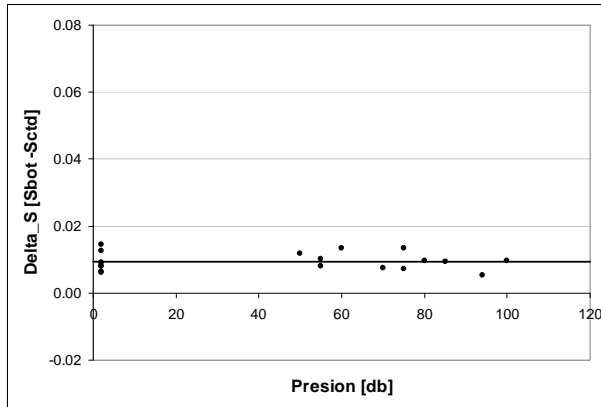


Figura 21: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 29/07 al 18/08/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

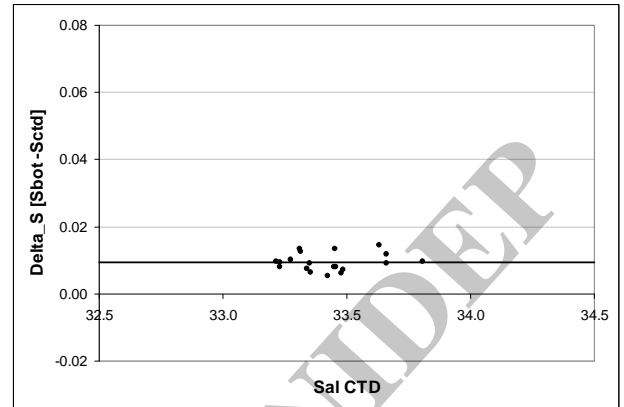


Periodo 6 – Del 11/09 al 24/09/2005

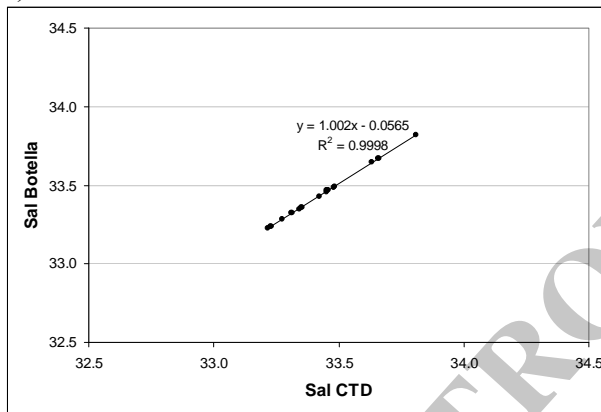
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9998775
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99975501
R <sup>2</sup> ajustado	0.9997406
Error típico	0.00267633
Observaciones	19

d)

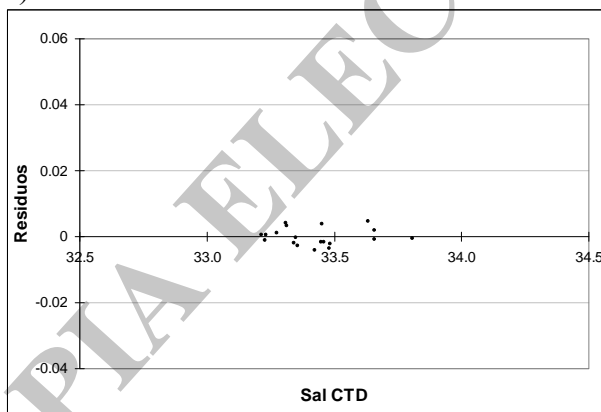


Figura 22: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 11/09 al 24/09/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 7 – Del 14/10 al 28/10/2005

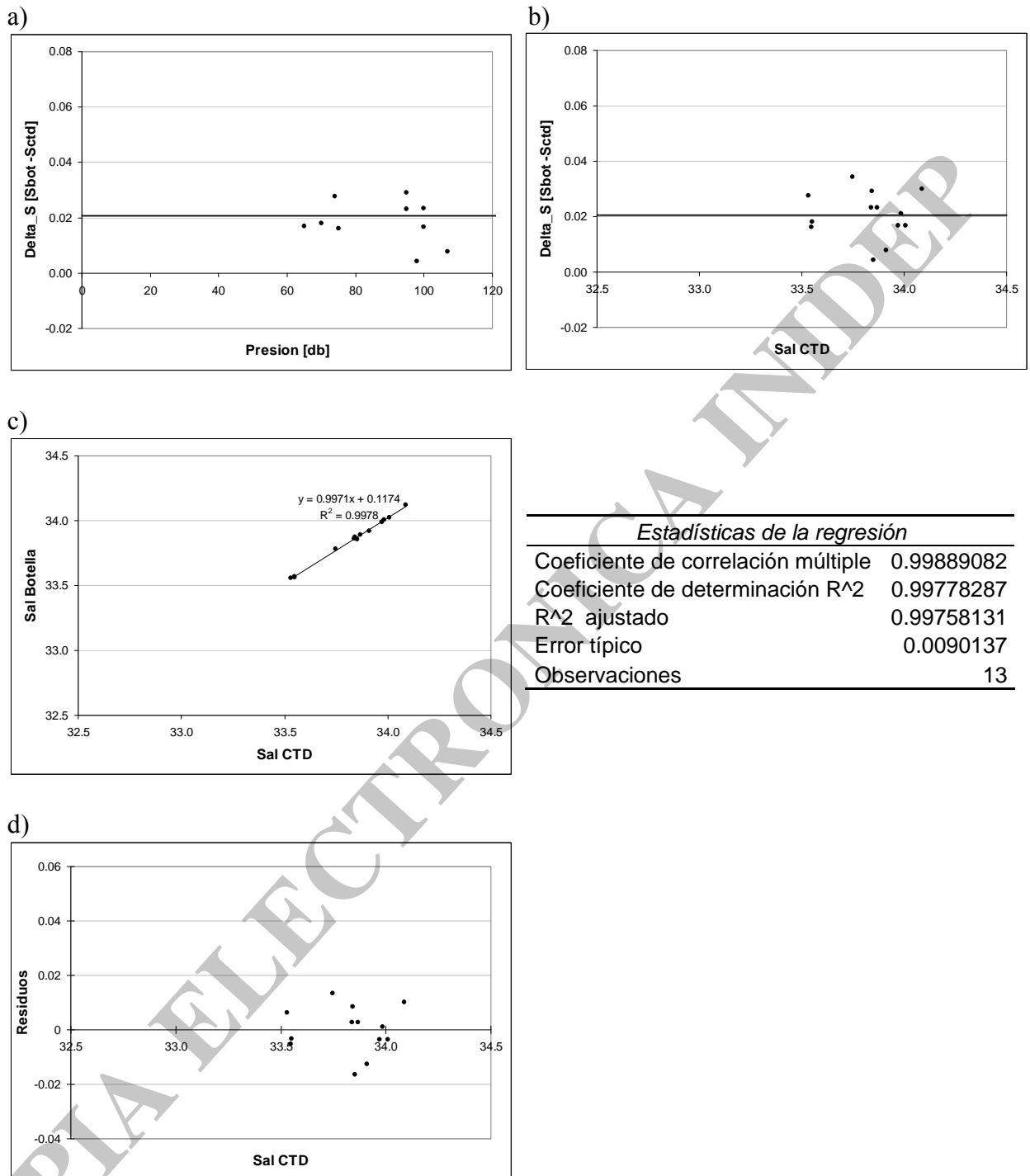


Figura 23: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 14/10 al 28/10/2005: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 8 – Del 02/11/2005 al 08/11/2005 9:00 hs**

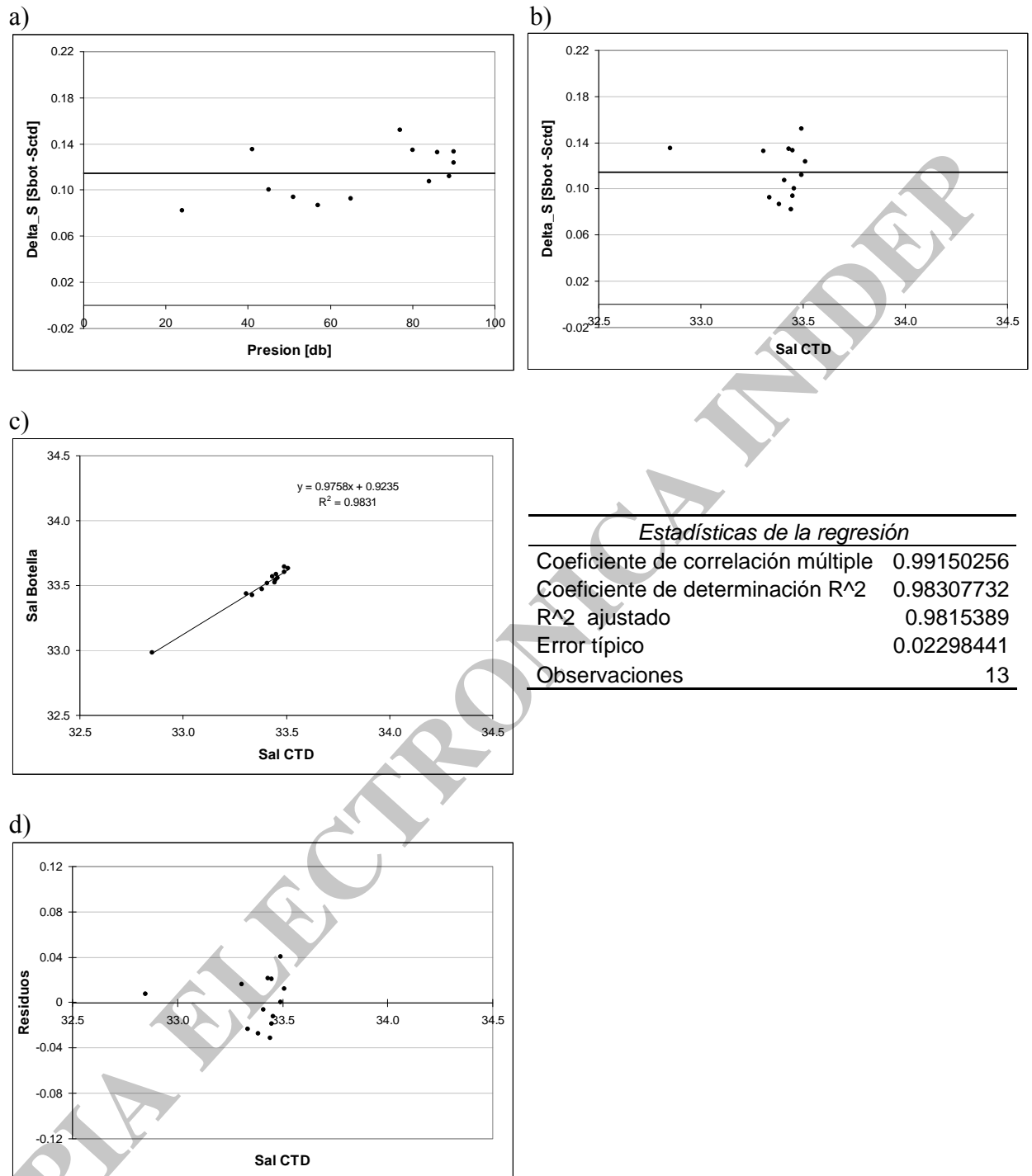


Figura 24: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 02/11/2005 al 08/11/2005 9:00 hs: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 9 – Del 08/11/2005 10:00 hs. al 11/14/2006**

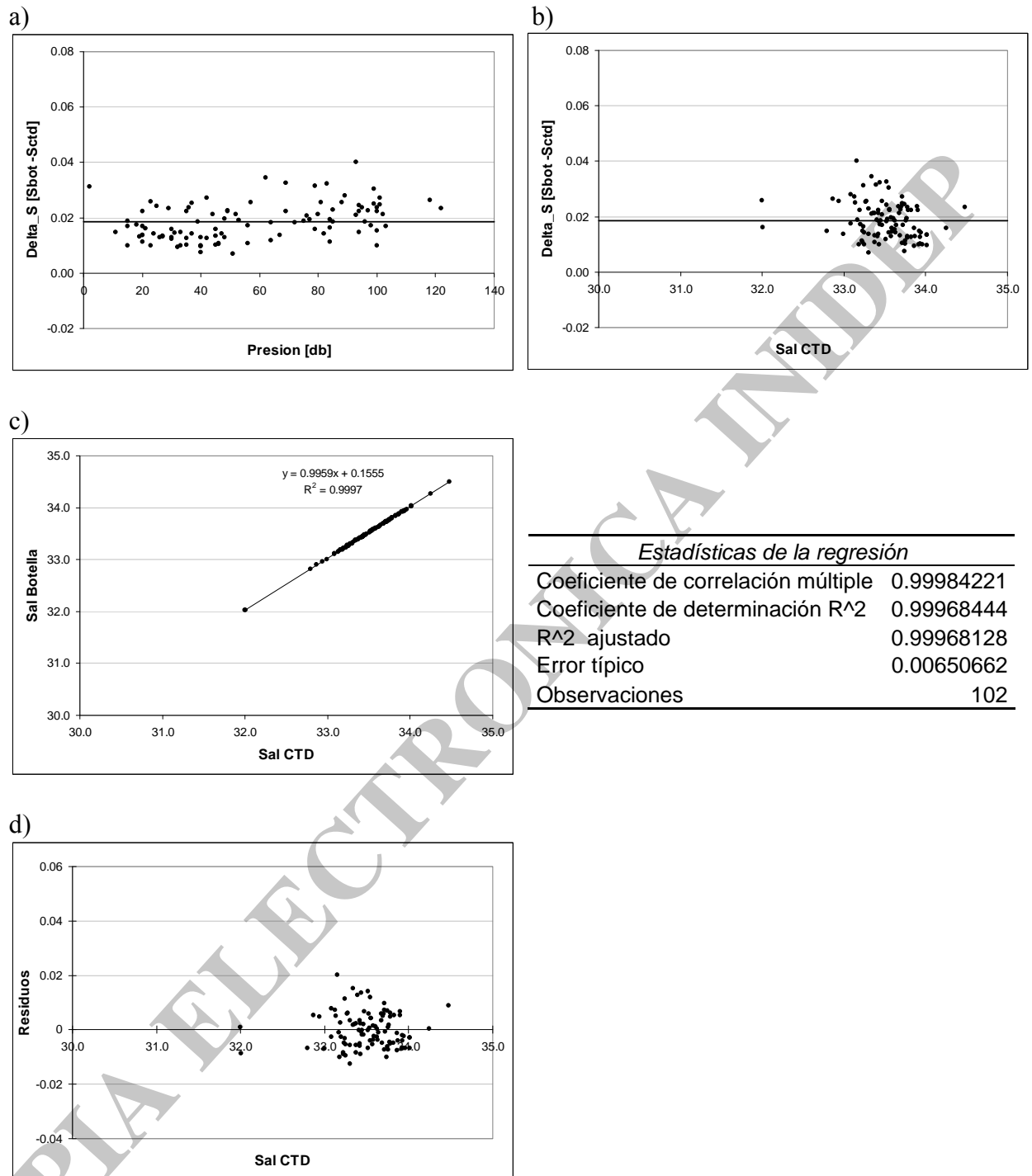


Figura 25: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 08/11/2005 10:00 hs. al 11/14/2006: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 10 – del 22/11/2006 al 18/12/2006

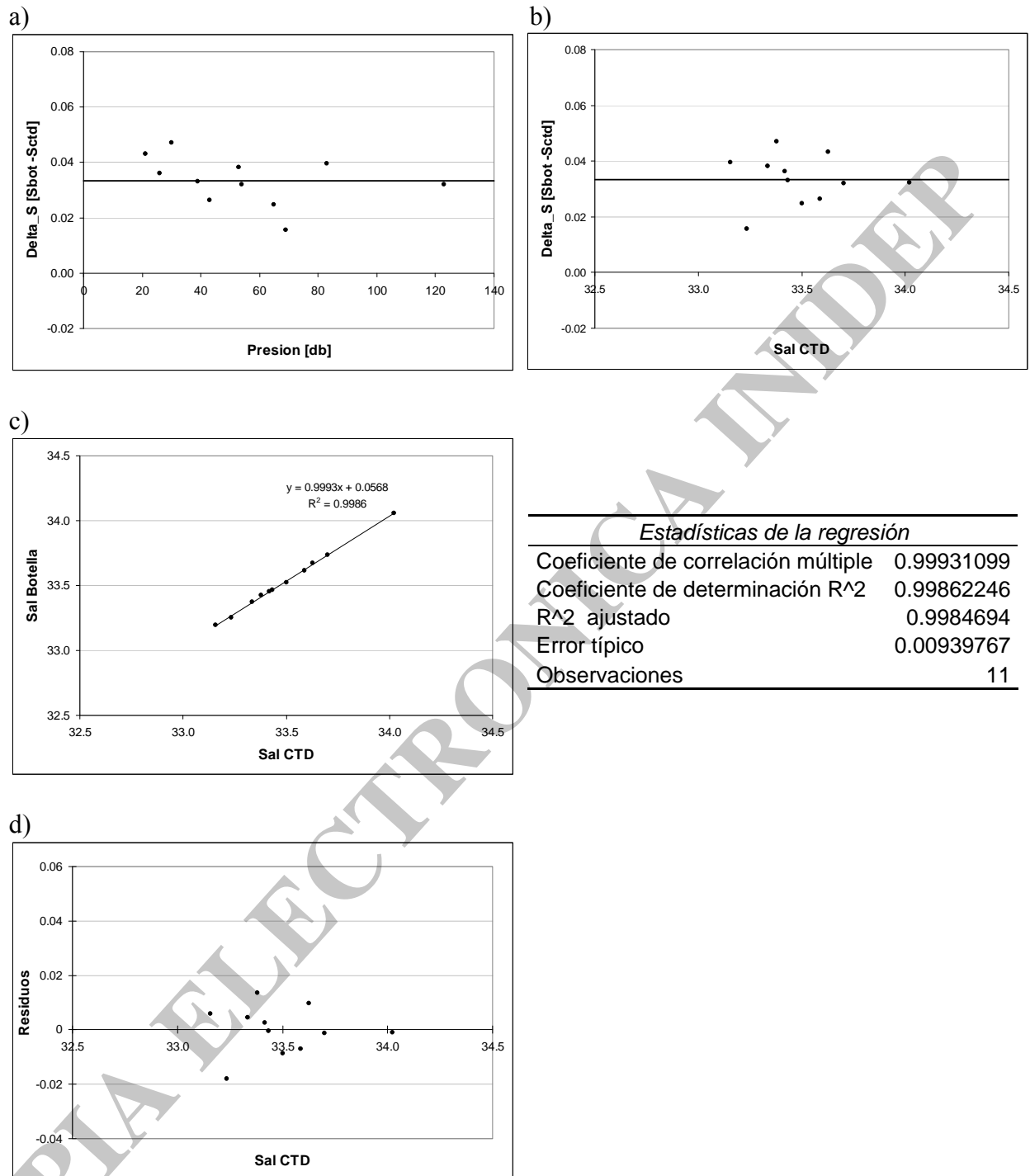
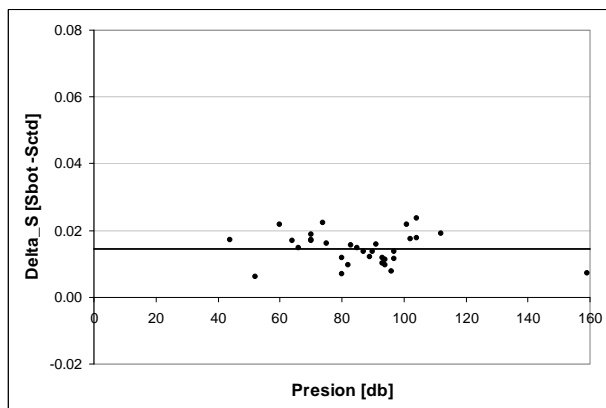


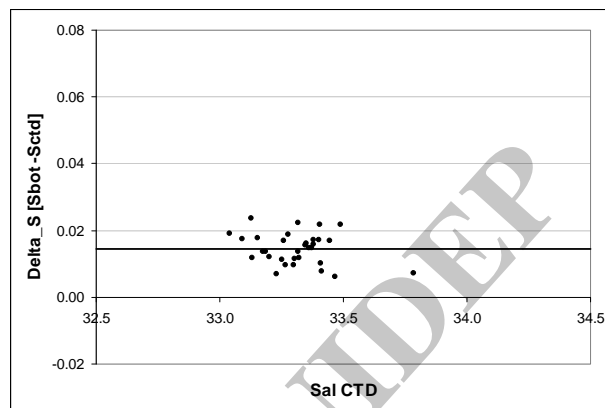
Figura 26: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 22/11/2006 al 18/12/2006: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 11 – del 13/01/2007 al 26/02/2007

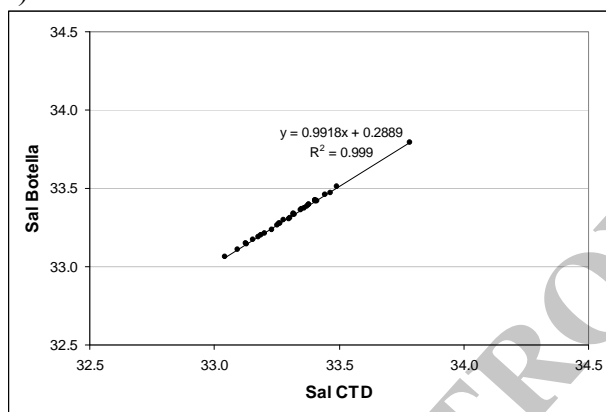
a)



b)



c)



*Estadísticas de la regresión*

Coefficiente de correlación múltiple	0.99948221
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.9989647
R <sup>2</sup> ajustado	0.99893019
Error típico	0.00461149
Observaciones	32

d)

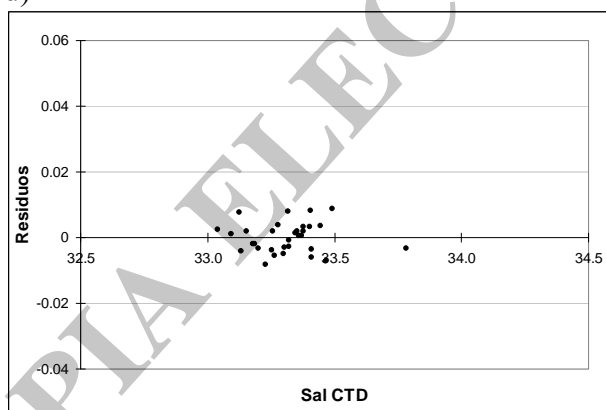
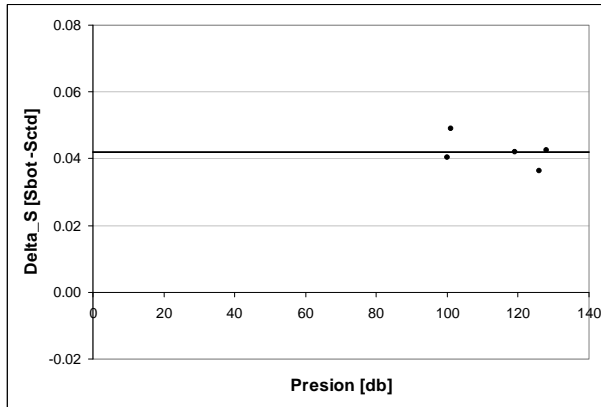


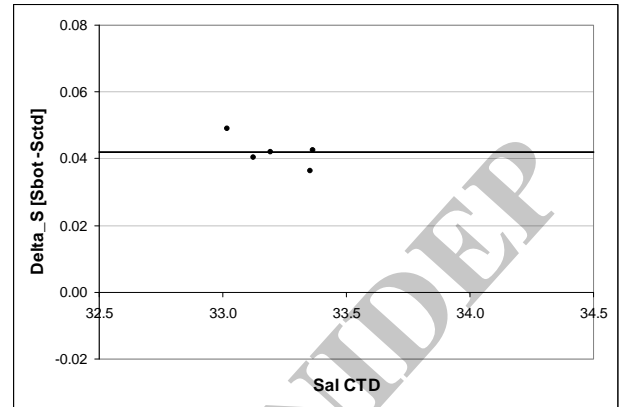
Figura 27: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 13/01/2007 al 26/02/2007: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 12 – del 27/03/2007 al 18/04/2007

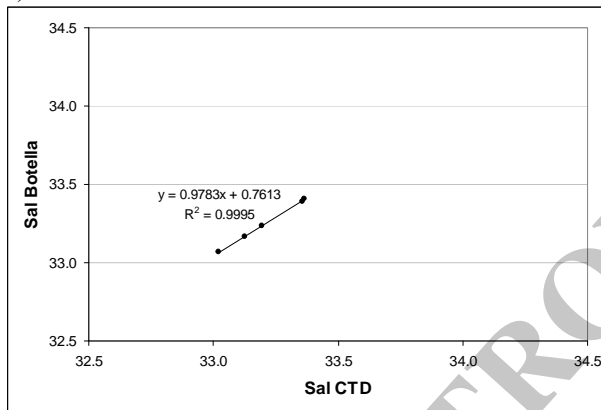
a)



b)



c)



*Estadísticas de la regresión*

Coefficiente de correlación múltiple	0.99975673
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99951352
R <sup>2</sup> ajustado	0.99935136
Error típico	0.00370436
Observaciones	5

d)

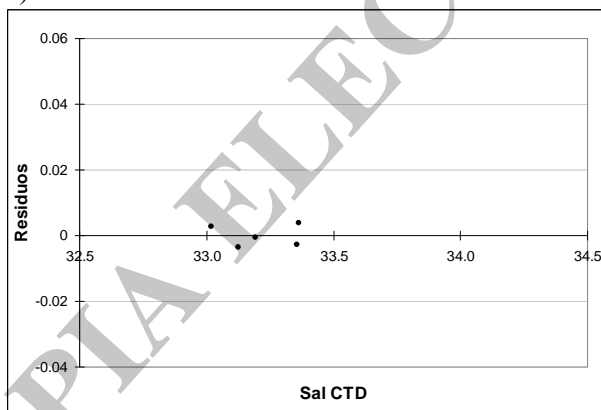
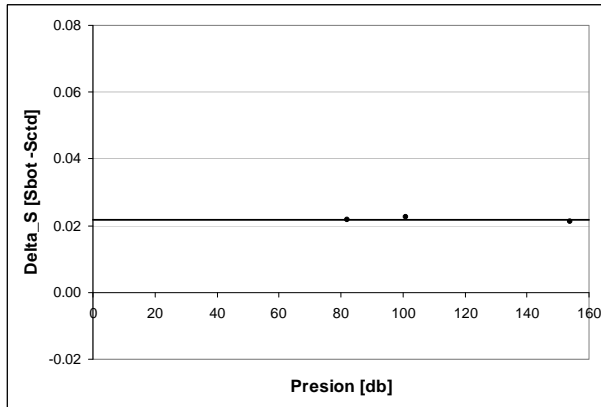


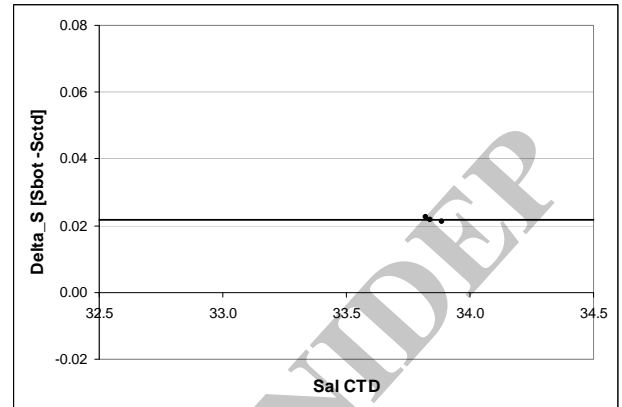
Figura 28: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 27/03/2007 al 08/04/2007: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 13 – del 06/07/2007 al 11/07/2007

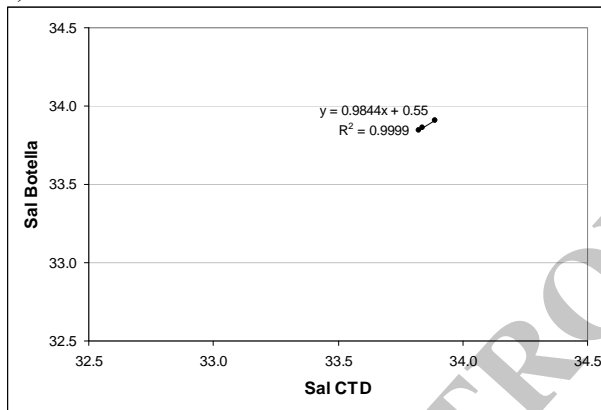
a)



b)



c)



Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0.99997278
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99994556
R <sup>2</sup> ajustado	0.99989113
Error típico	0.0003557
Observaciones	3

d)

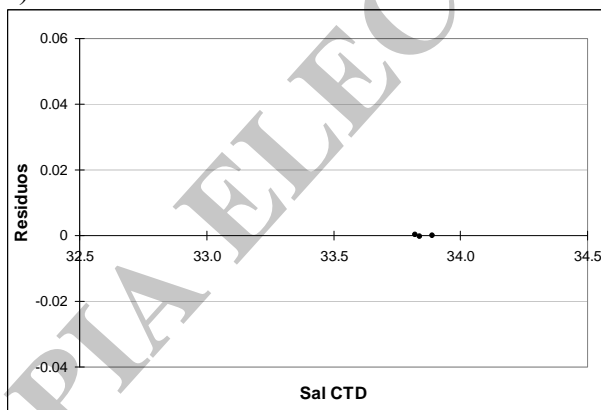
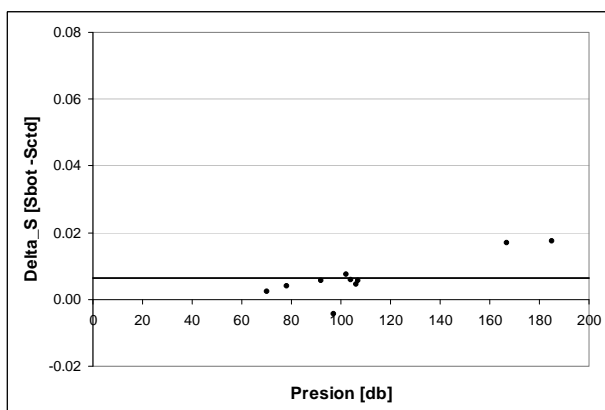


Figura 29: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 06/07/2007 al 11/07/2007: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

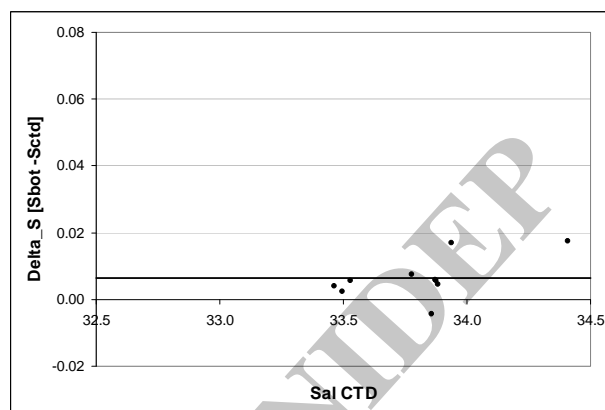


Periodo 14 – del 23/10/2007 al 24/01/2008

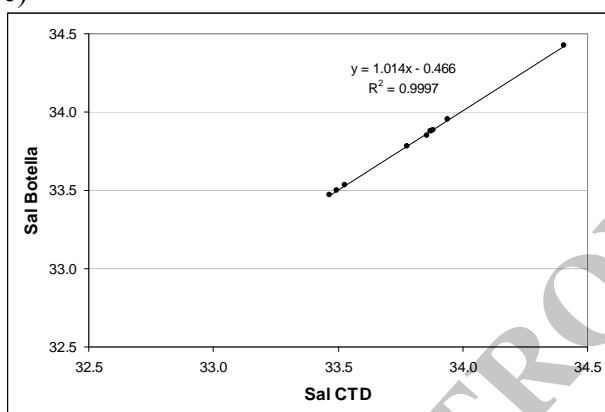
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.999827
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99965403
R <sup>2</sup> ajustado	0.99961079
Error típico	0.00552836
Observaciones	10

d)

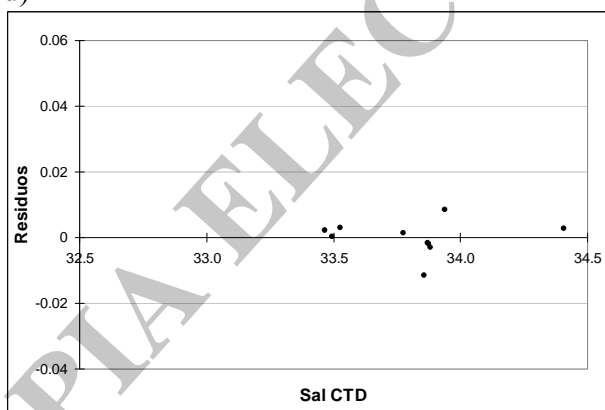


Figura 30: Calibración de salinidad del SBE19 SN3030 para el periodo del 23/10/2007 al 24/01/2008: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

## ME

La calibración aplicada a los datos previos a 1991 están reportadas en Baldoni y Guerrero, 1994<sup>1</sup>.

En el periodo 1991-1995 fueron utilizados salinómetros, Beckman y Tsurumi Sieki, las mediciones posteriores se realizaron con Autosal Guidline.

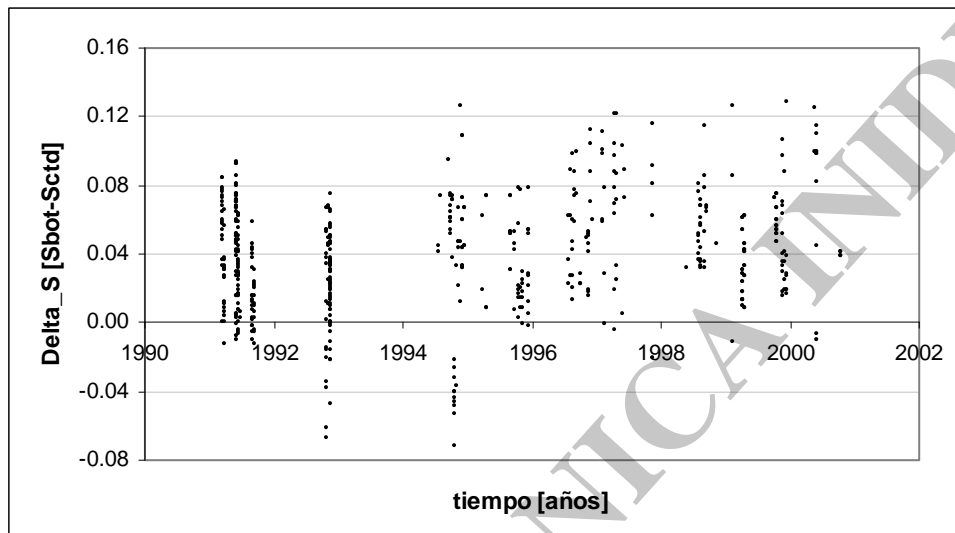


Figura 31: Distribución del error de salinidad ( $\Delta S$ ) del CTD ME en el periodo 1991-2000.

<sup>1</sup> Baldoni, A. y R. Guerrero, 1994. Datos CTD en una sección de la Plataforma y Talud Continental Argentinos entre 38° -39° S, periodo 1987 -1991. INIDEP Informe Tecnico 3, 183pp.

**Periodo 1 – Del 27/02/1991 al 06/03/1991**

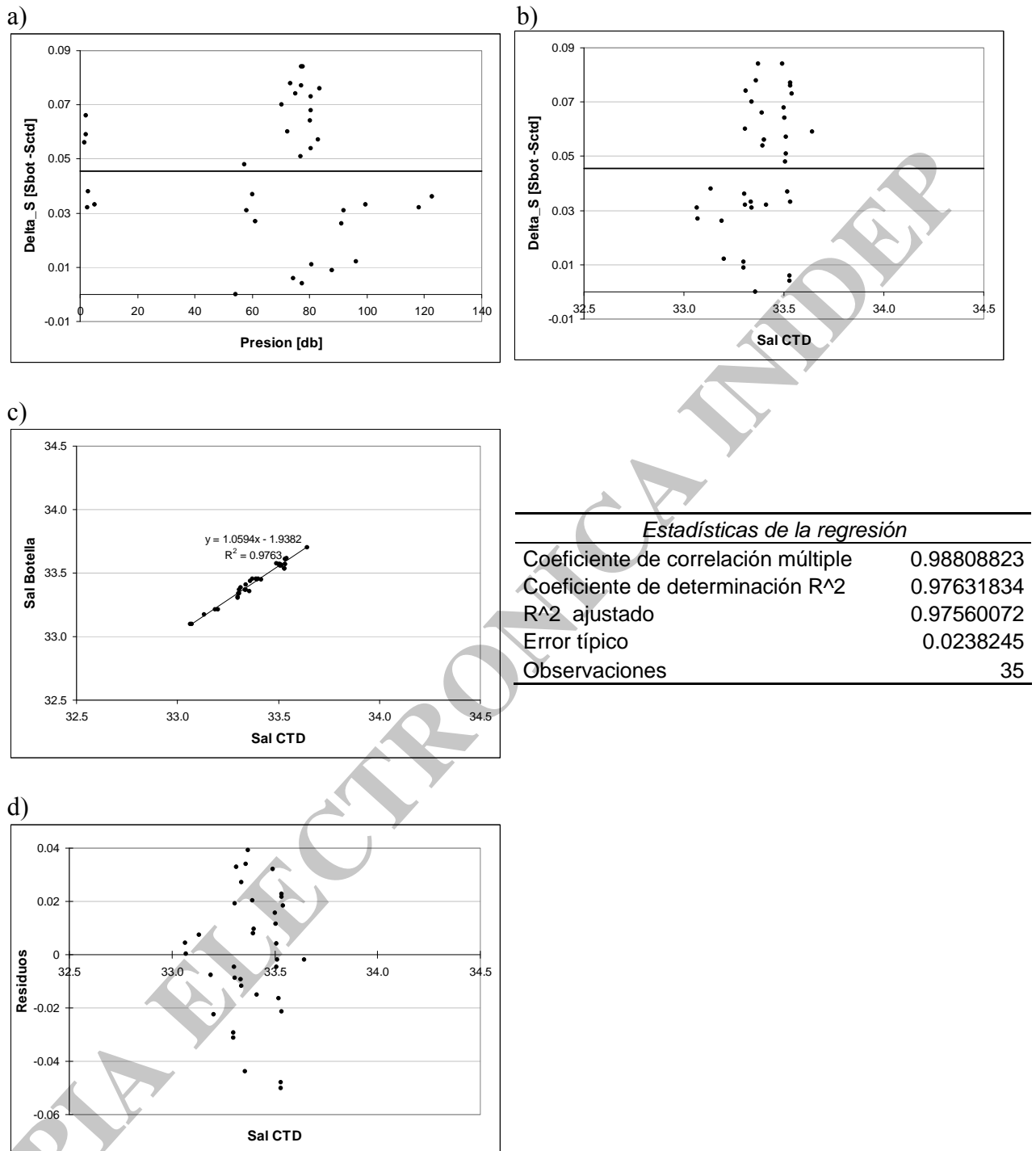


Figura 32: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 27/02/1991 al 06/03/1991: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 2– Del 11/05/1991 al 08/06/1991

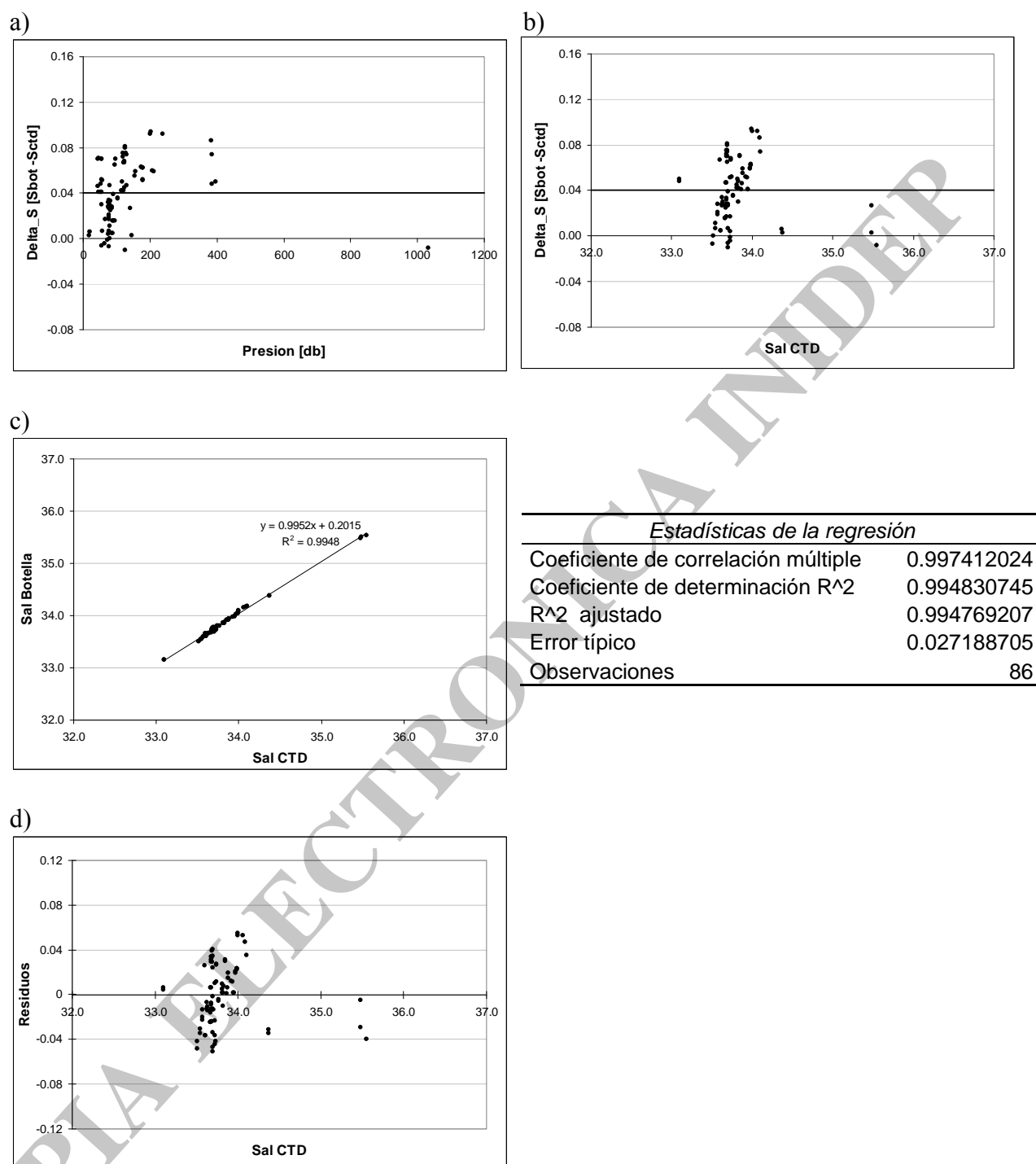
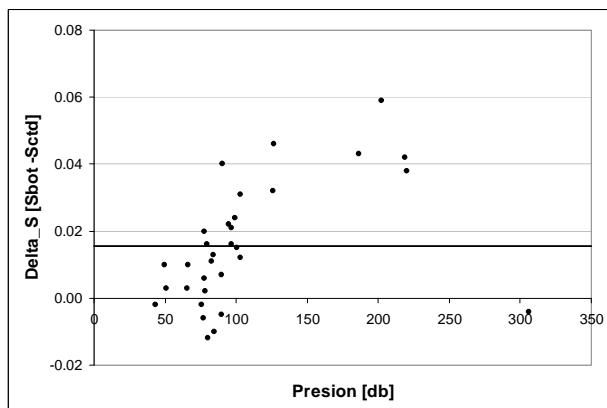


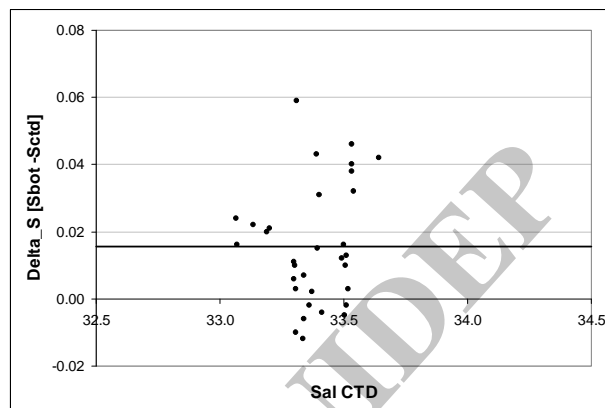
Figura 33: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 11/05/1991 al 08/06/1991: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 3 – Del 21/08/1991 al 04/09/1991**

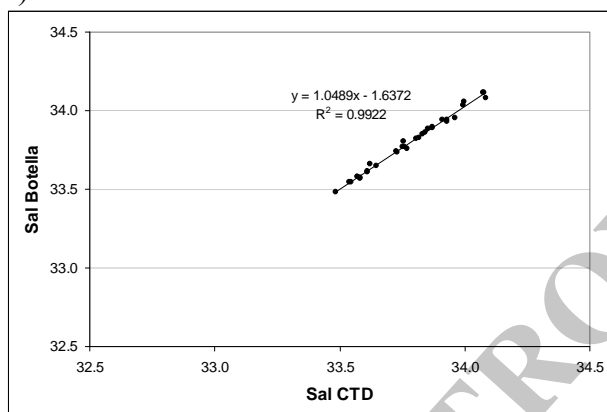
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99610232
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99221984
R <sup>2</sup> ajustado	0.9919605
Error típico	0.01623671
Observaciones	32

d)

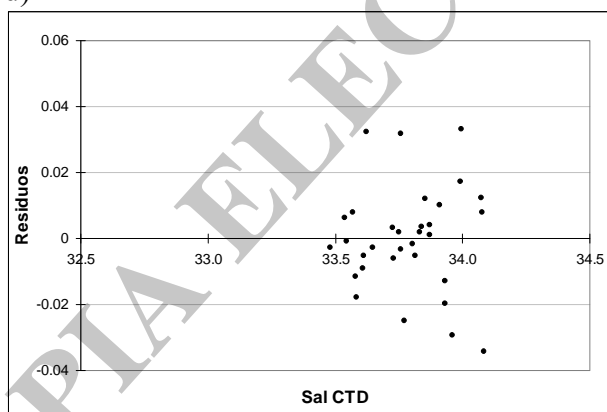


Figura 34: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 21/08/1991 al 04/09/1991: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 4 – Del 23/10/1992 al 22/11/1992

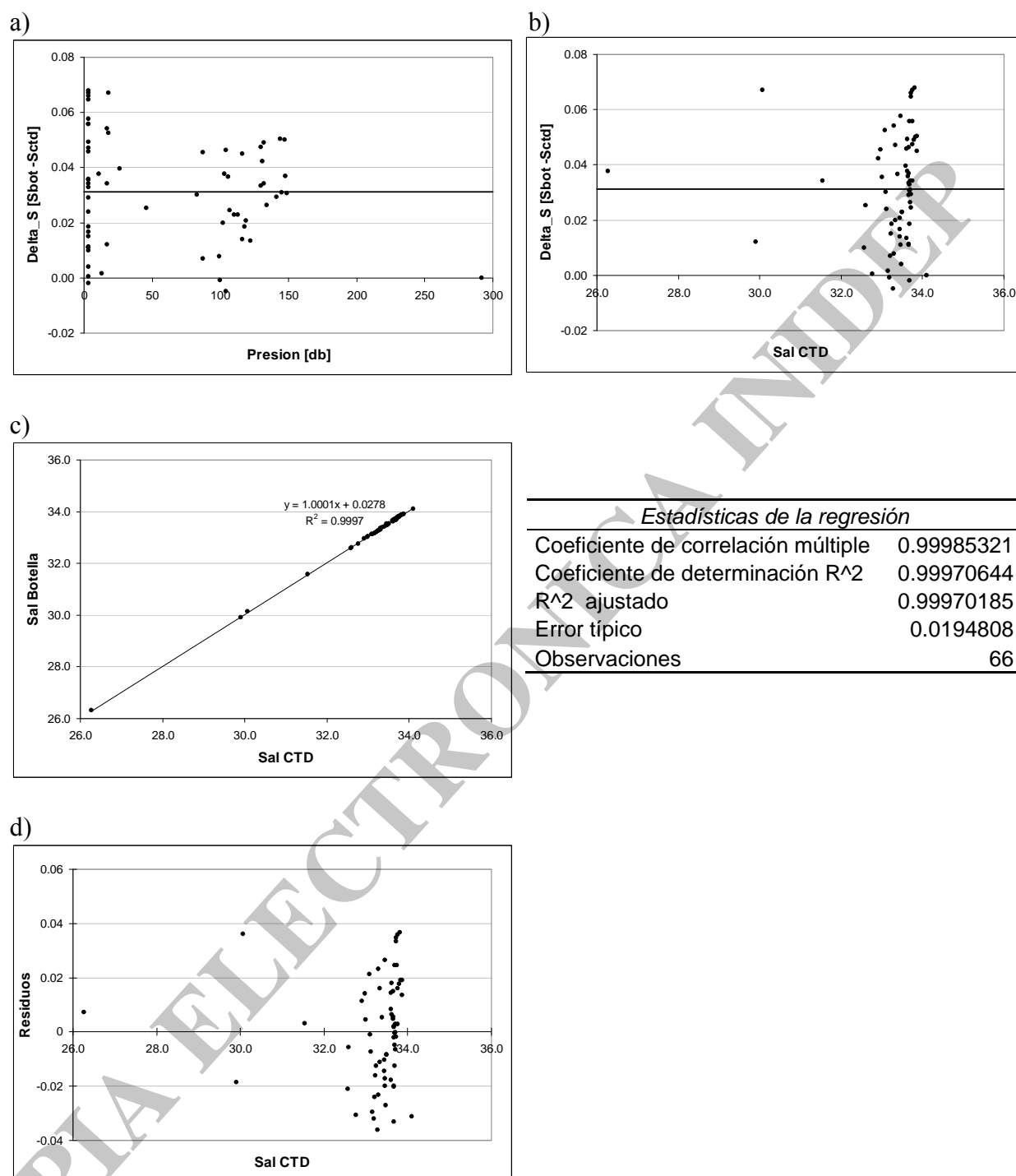


Figura 35: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 23/10/1992 al 22/11/1992: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 5 – Del 09/07/1994 al 13/05/1998

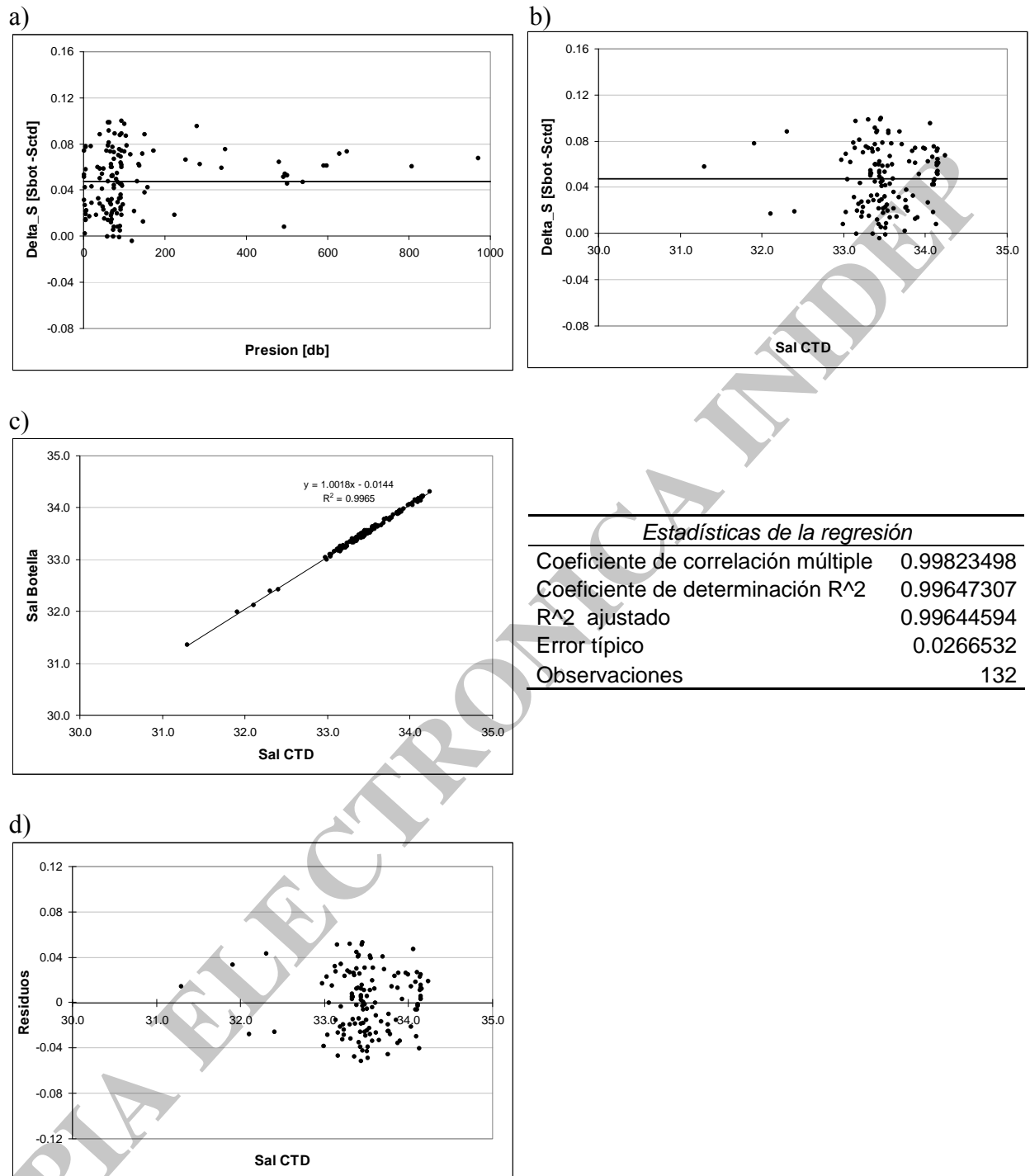


Figura 36: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 09/07/1994 al 13/05/1998: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 6 – Del 20/07/1998 al 15/11/1998

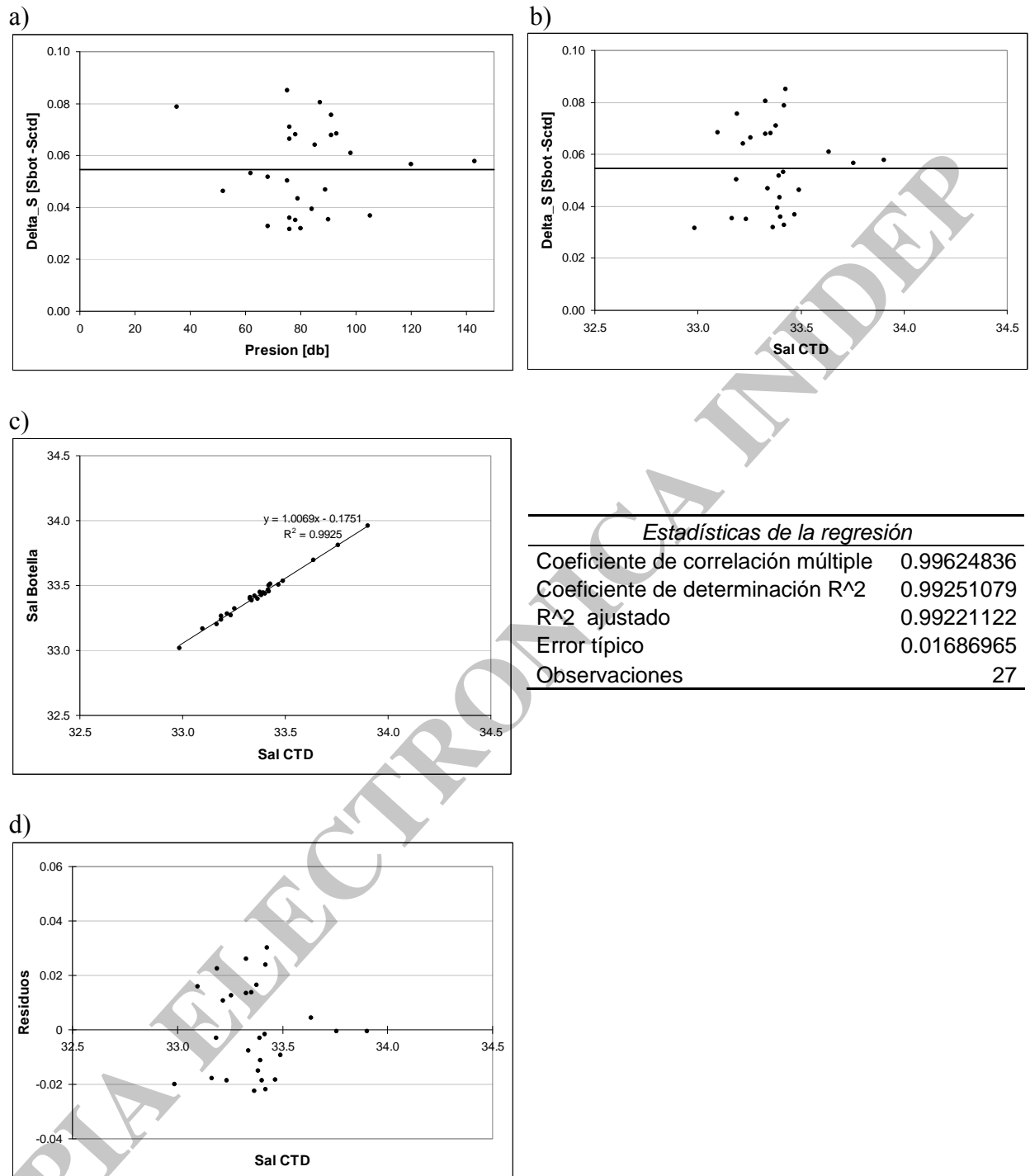


Figura 37: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 20/07/1998 al 15/11/1998: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.



Periodo 7 – Del 13/03/1999 al 31/03/1999

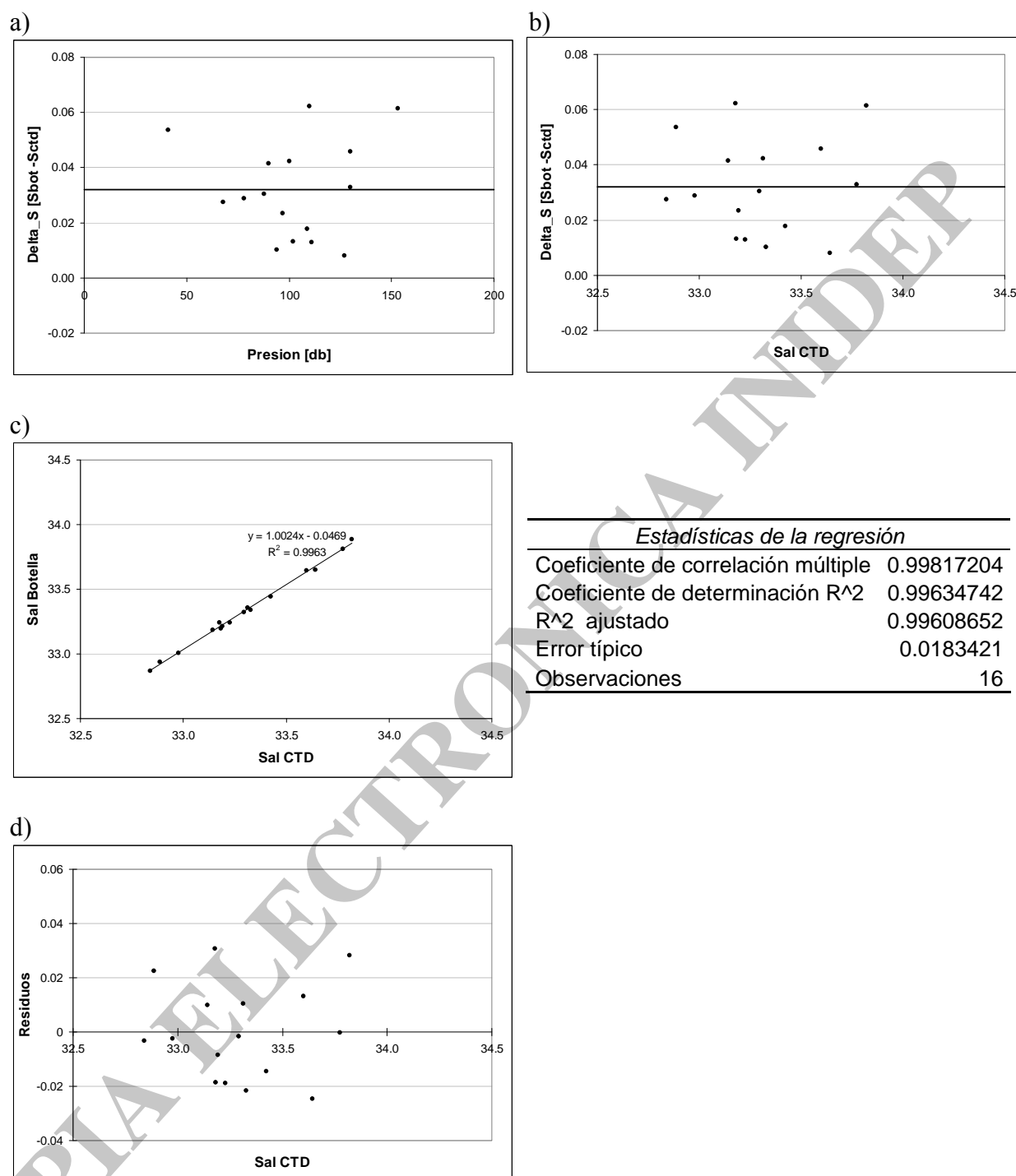


Figura 38: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 13/03/1999 al 31/03/1999: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 8 – Del 03/10/1999 al 23/10/1999

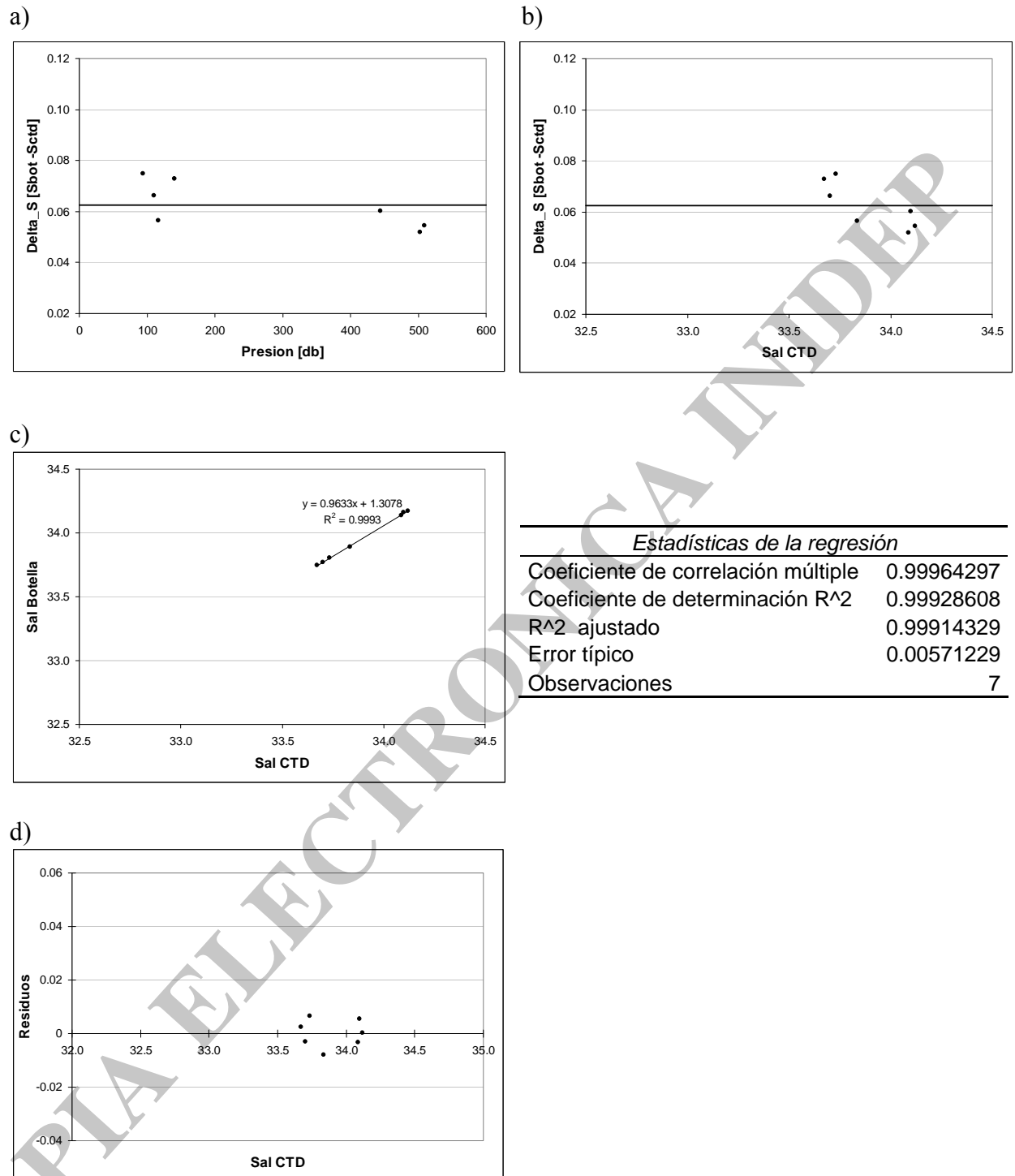


Figura 39: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 03/10/1999 al 23/10/1999: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 9 – Del 13/11/1999 al 29/11/1999**

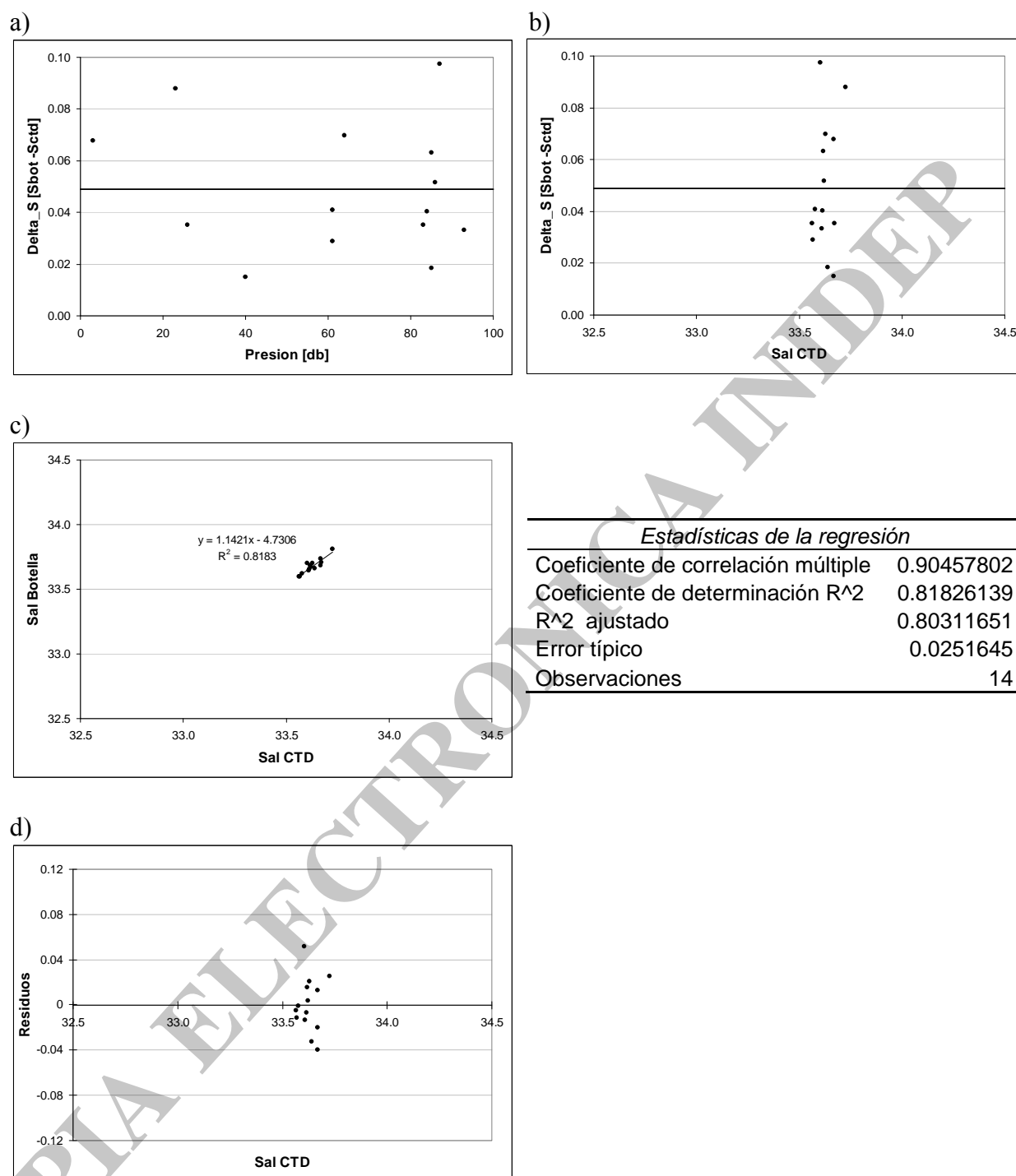
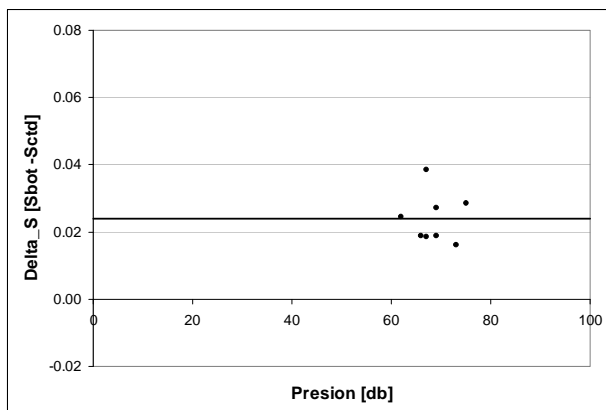


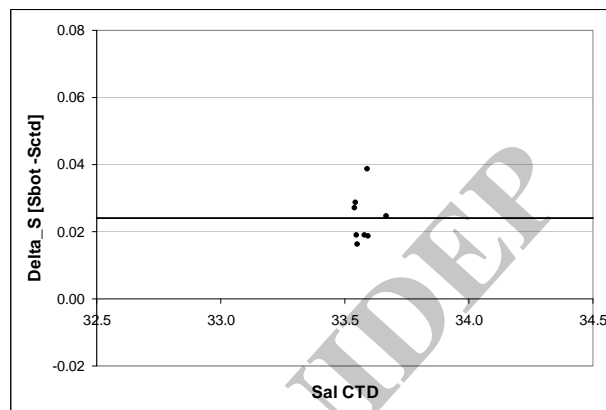
Figura 40: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 13/11/1999 al 29/11/1999: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 10 – Del 03/12/1999 al 08/12/1999**

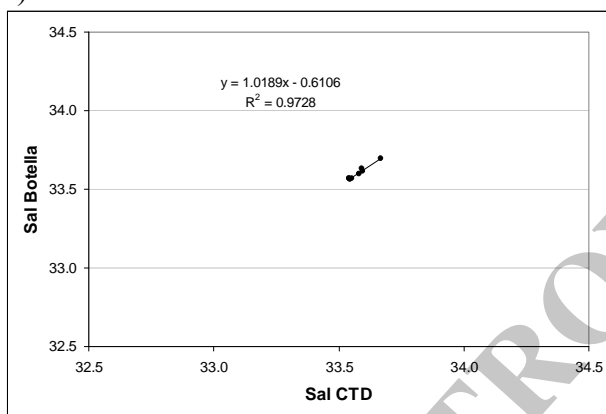
a)



b)



c)



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.98632644
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.97283984
R <sup>2</sup> ajustado	0.96831314
Error típico	0.00798168
Observaciones	8

d)

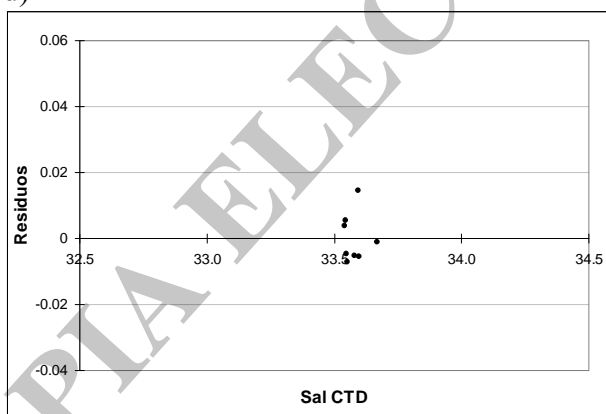
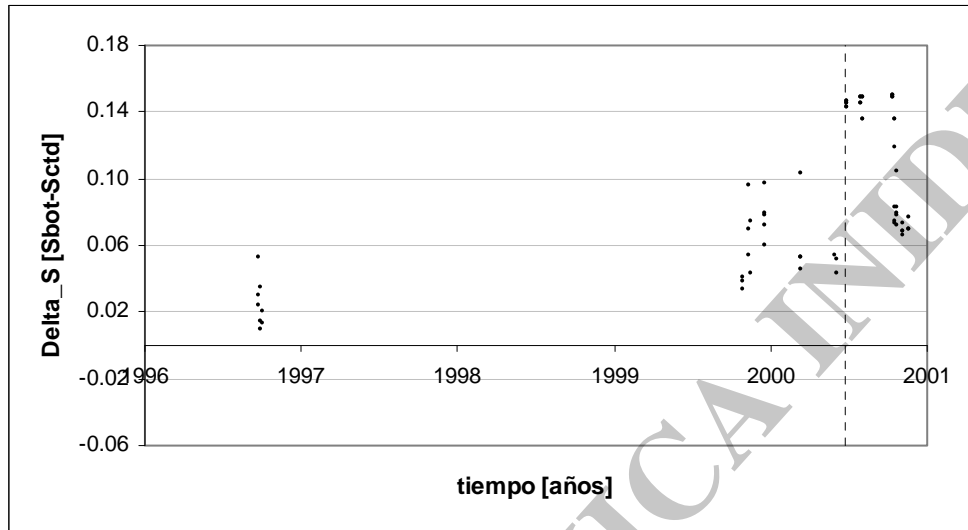


Figura 41: Calibración de salinidad del CTD ME para el periodo del 03/12/1999 al 08/12/1999: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**SBE911- CSN 1381**

La calibración de laboratorio se realizó el 04/11/1994 y se utiliza por primera vez en septiembre de 1996. Fue calibrado en laboratorio nuevamente el 30/01/2001.



Periodo 1 – del 14 al 27/09/1996

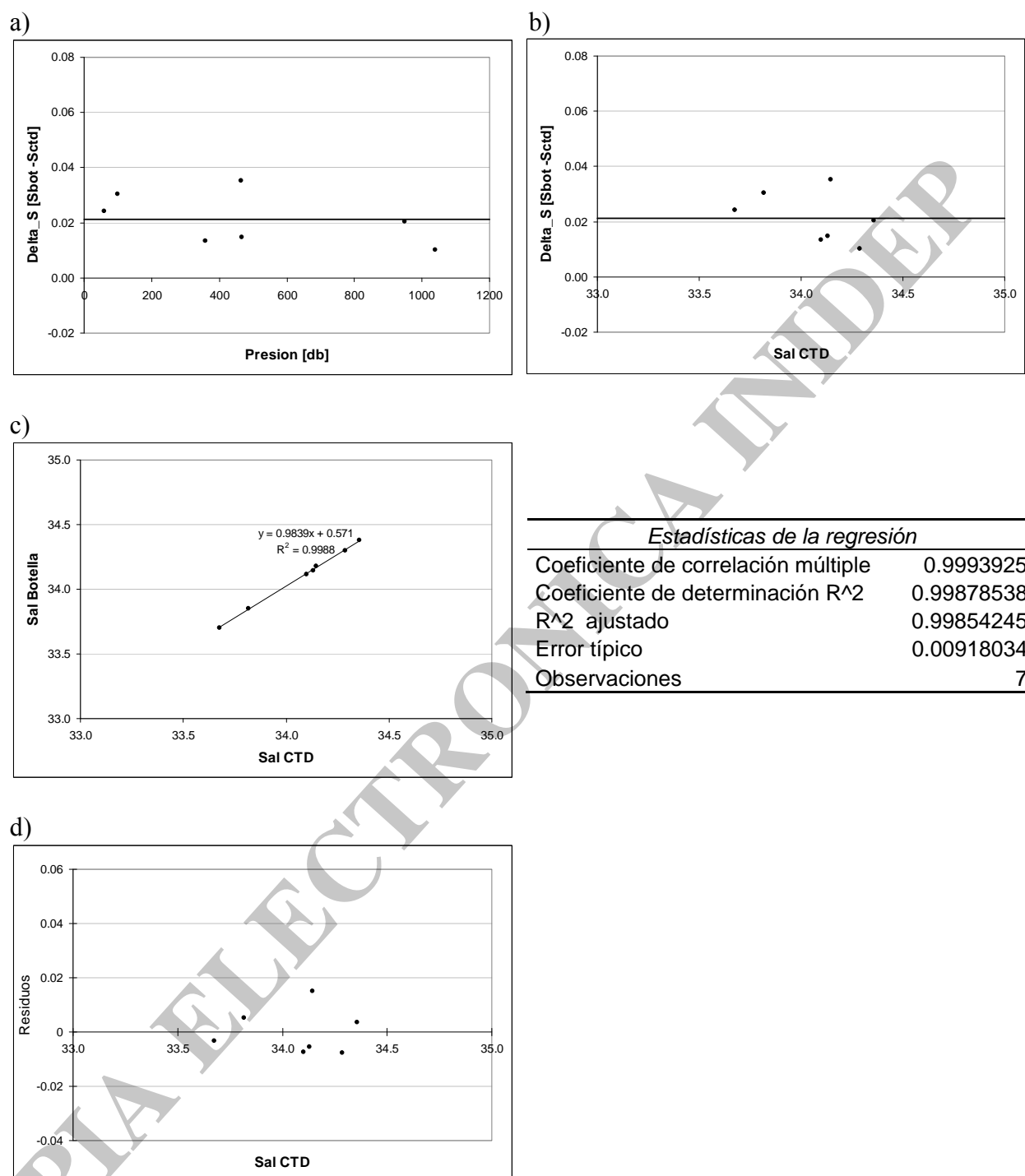


Figura 43: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1381 para el periodo del 14 al 27/09/1996: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**Periodo 2 – Del 19/10/1999 al 19/05/2000**

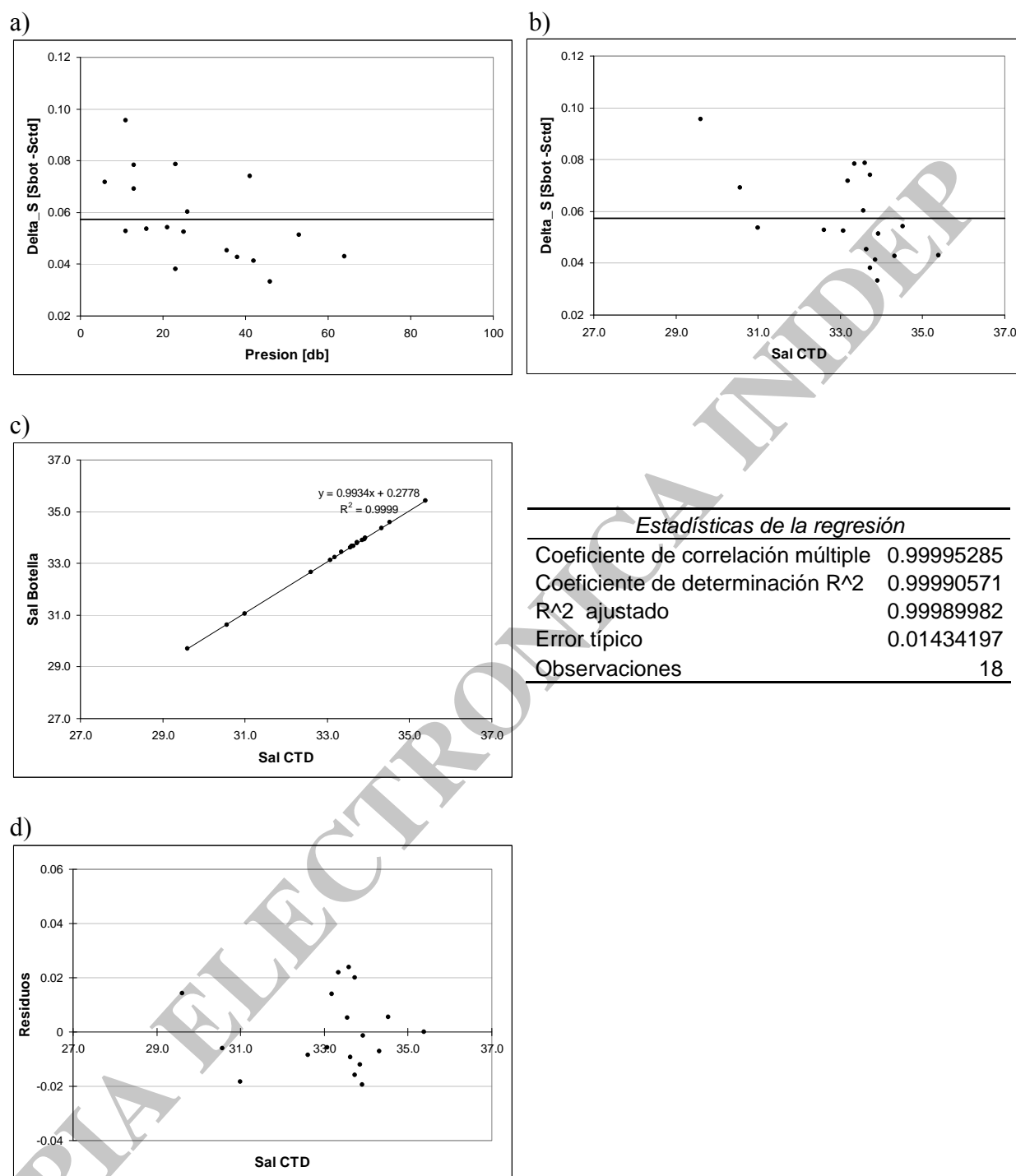


Figura 44: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1381 para el periodo del 19/10/1999 al 19/05/2000: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 3 – Del 13/06 al 9/10/2000

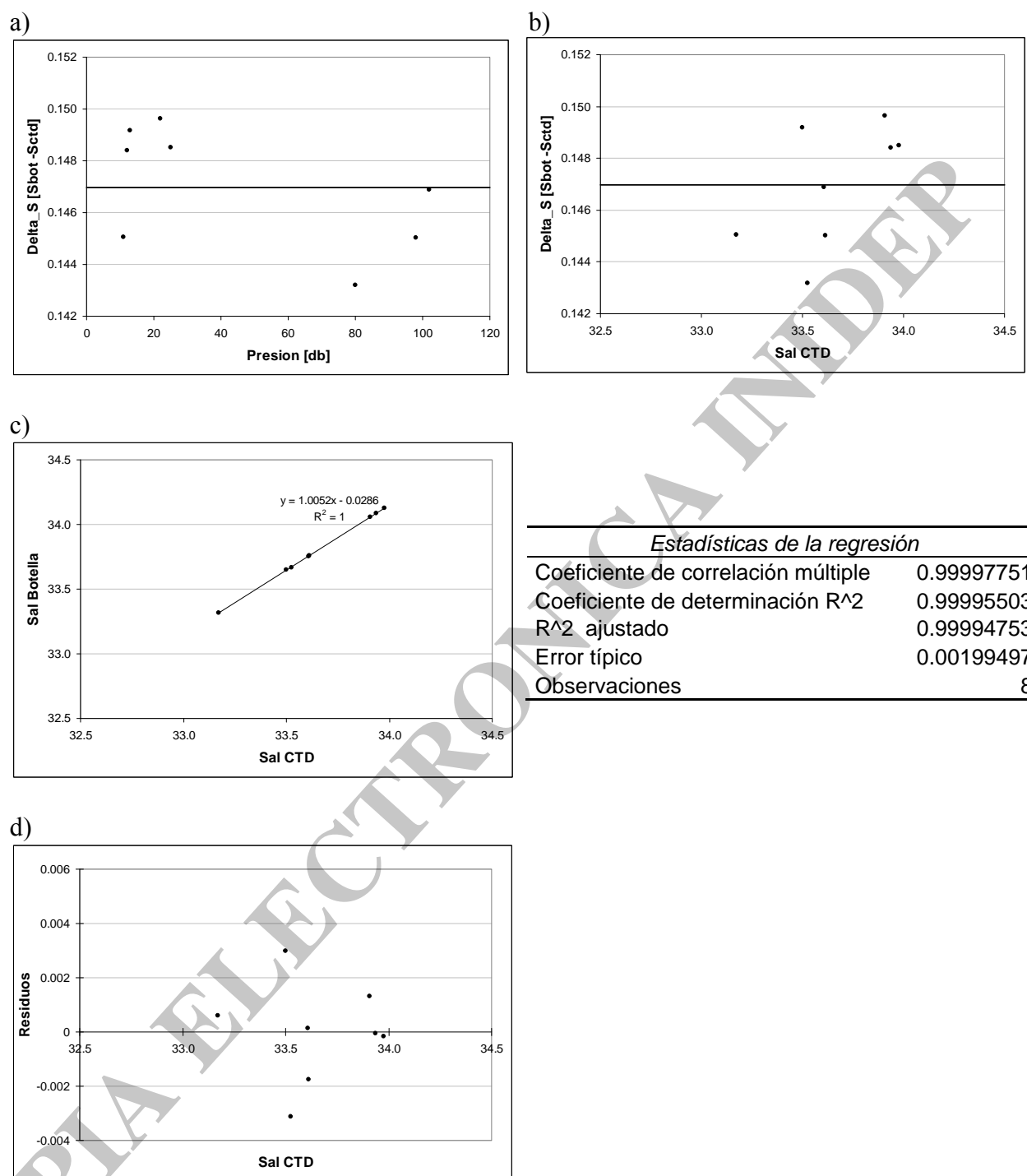


Figura 45: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1381 para el periodo del 13/06 al 9/10/2000: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.



Periodo 4 –Del 13/10/2000 13:00 (st 551) al 17/11/2000

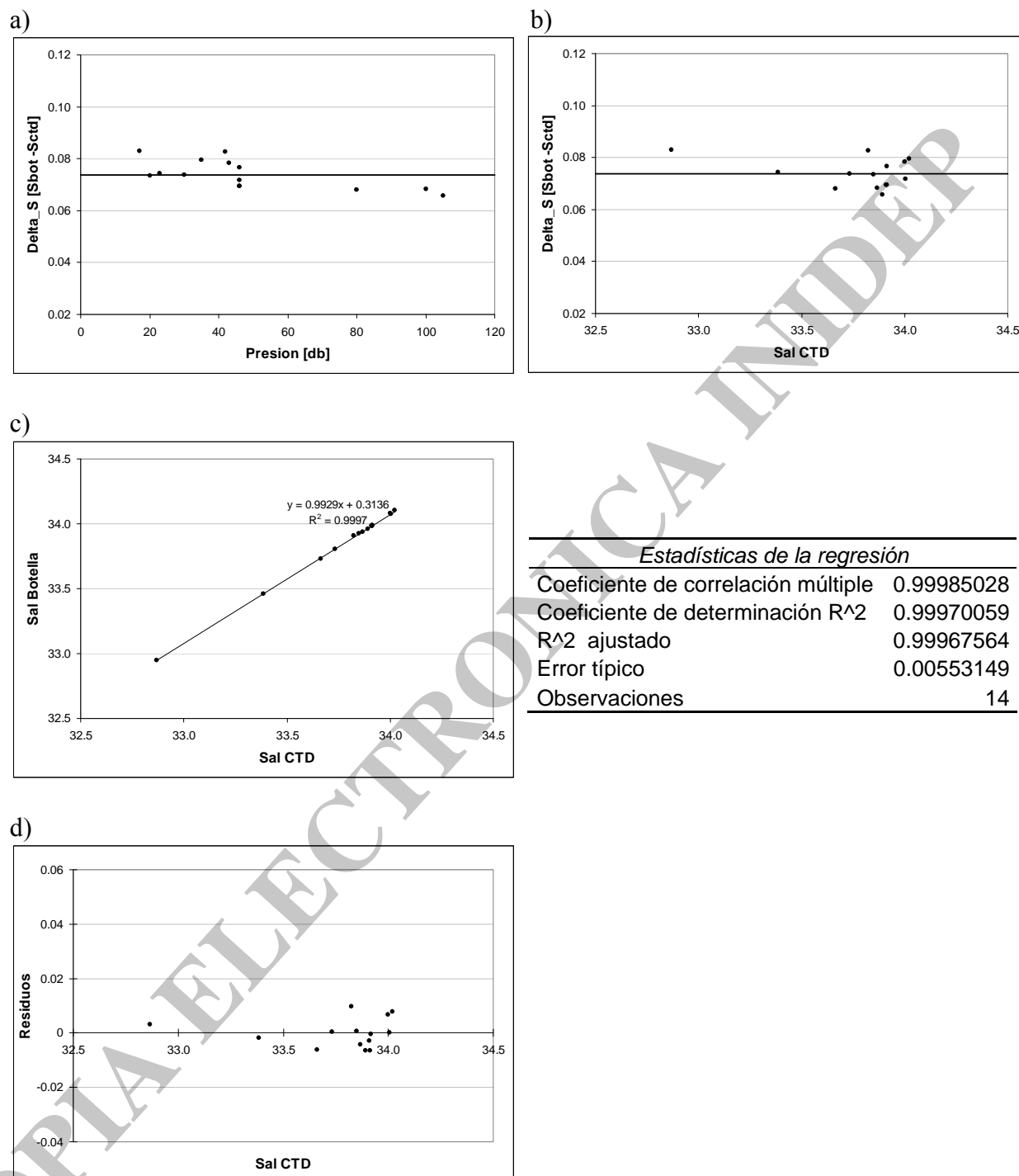


Figura 46: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1381 para el periodo del 13/10/2000 13:00 (st 551) al 17/11/2000: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 5 –Del 15/03 al 02/04/2004

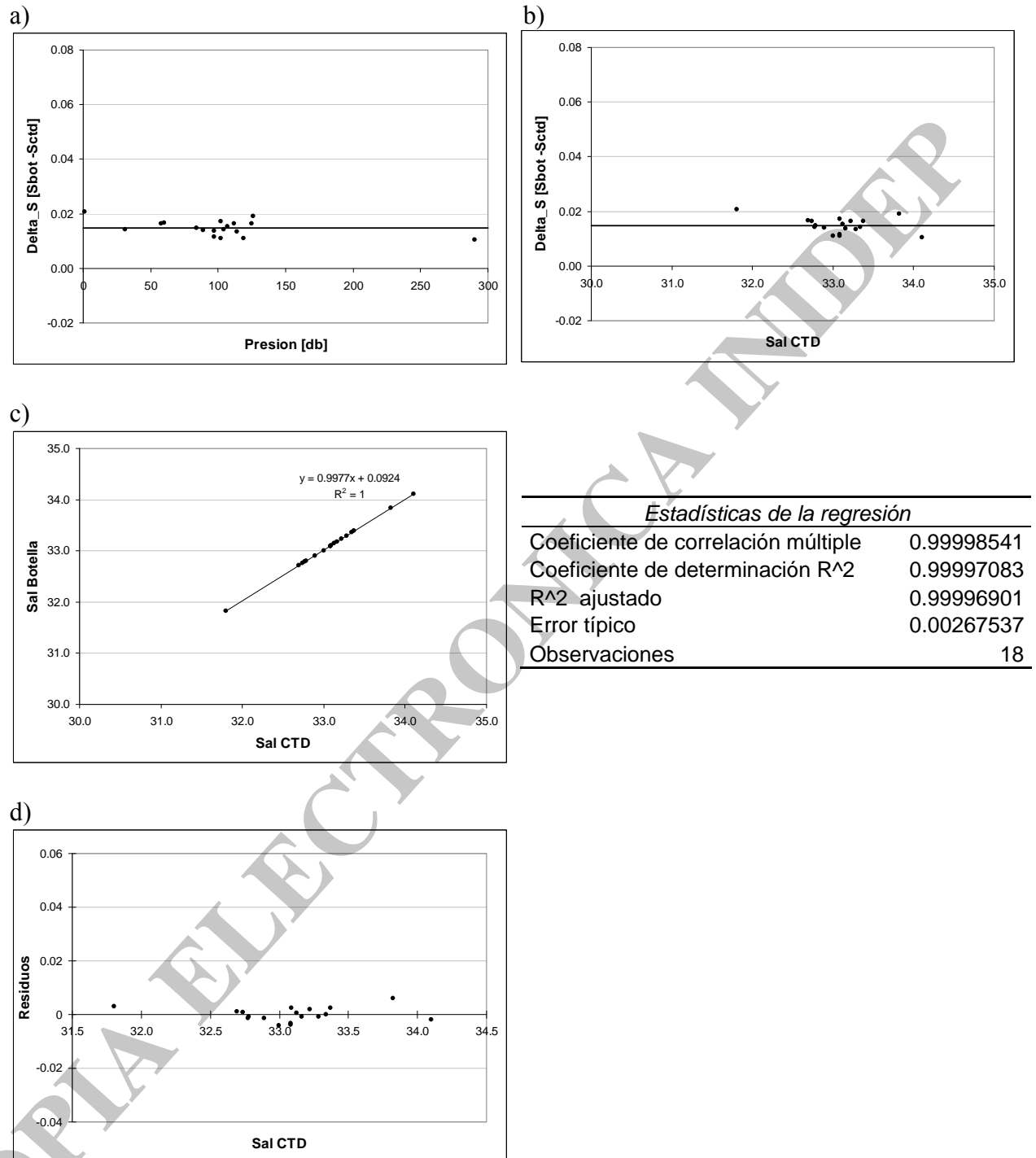


Figura 47: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1381 para el periodo del 15/03 al 02/04/2004: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 6 –Del 14/03 al 31/03/2006

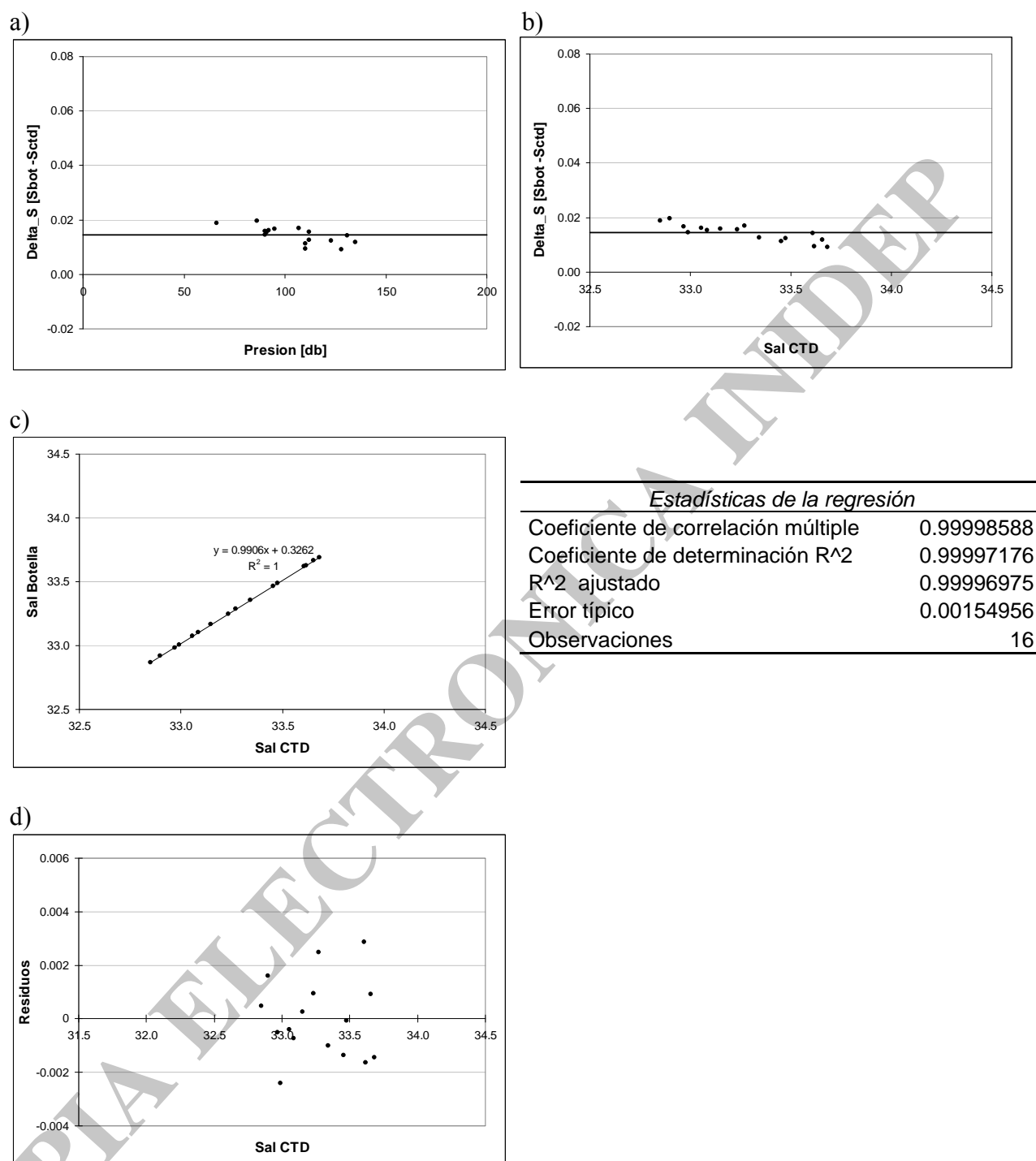


Figura 48: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1381 para el periodo del 14/03 al 31/03/2006: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

**SBE911- CSN 1382**

La calibración de laboratorio se realizó el 04/11/1994 y se utiliza por primera vez el 17/11/2000 como sensores secundarios.

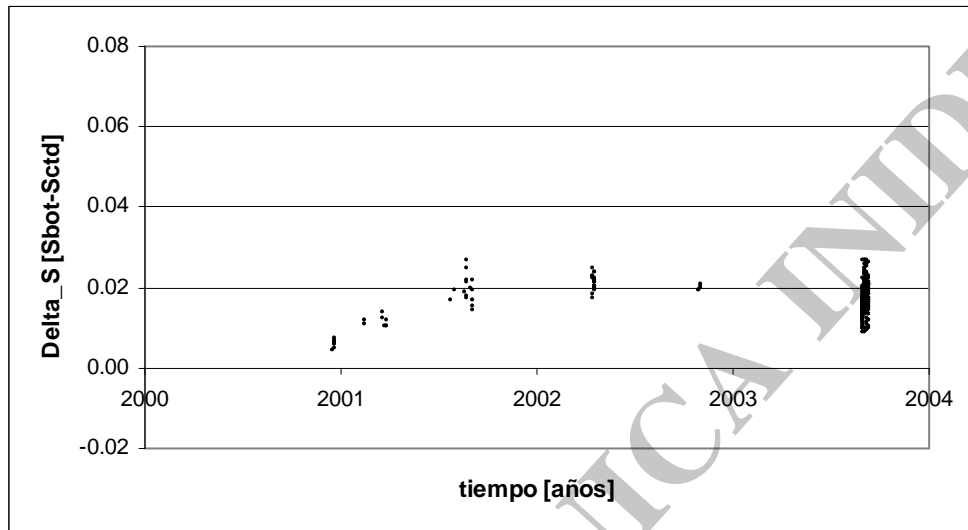


Figura 49: Distribución del error de salinidad ( $\Delta S$ ) del SBE911 CSN1382 en el periodo 2000-2004.

**Periodo 1 – Del 14 al 19/12/2000**

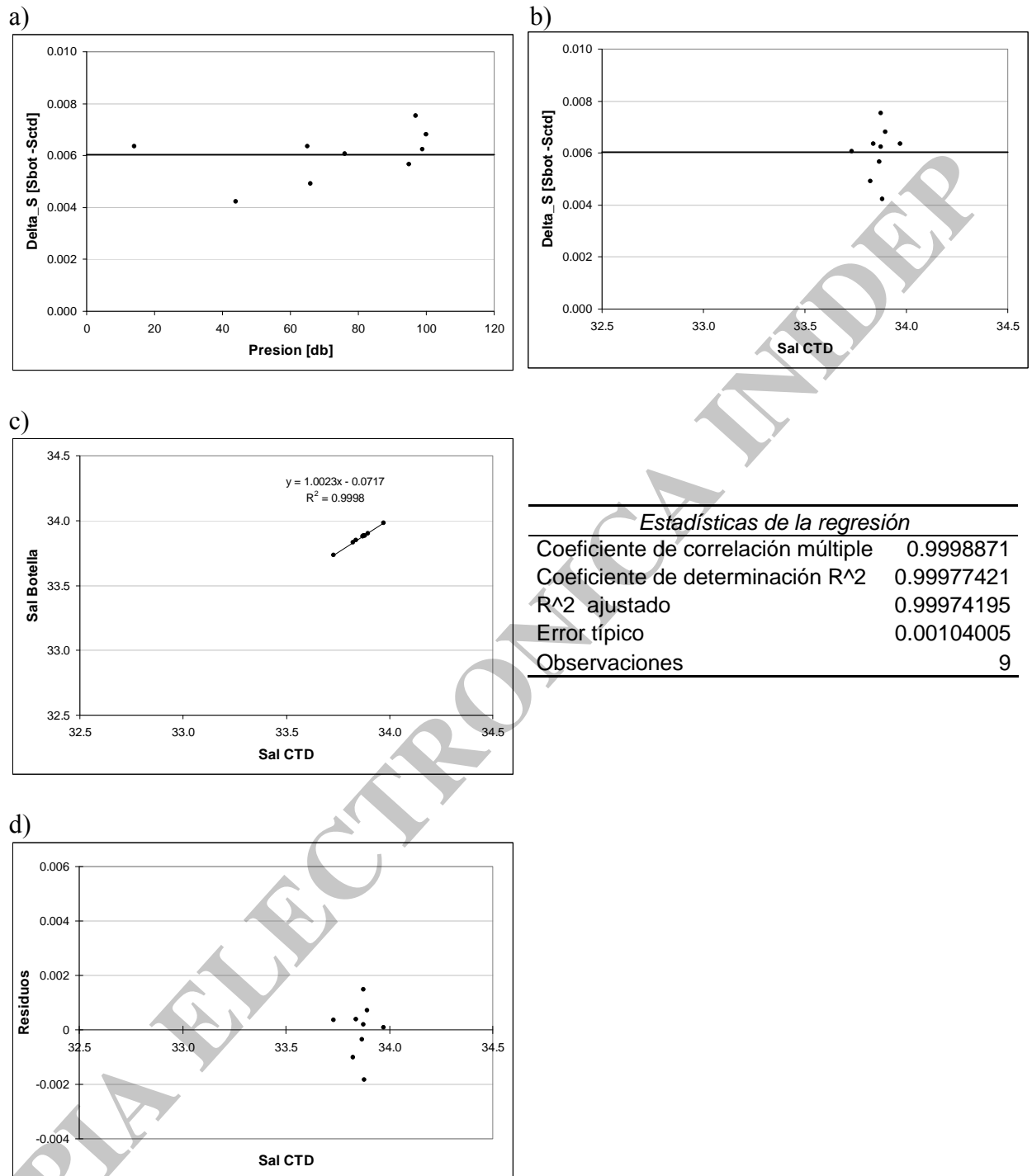


Figura 50: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1382 para el periodo del 14 al 19/12/2000: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 2 – Del 17/01 al 06/03/2001

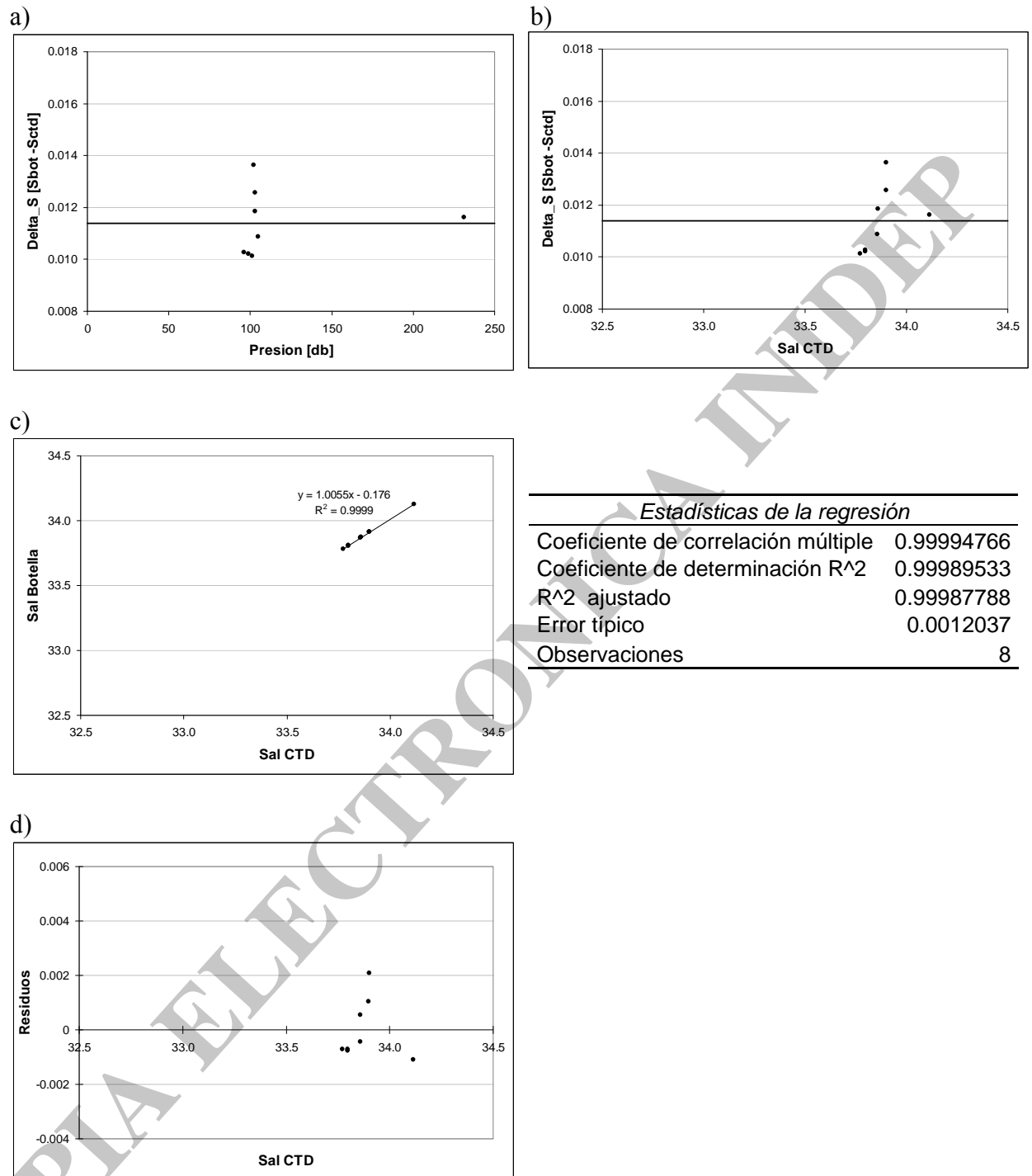


Figura 51: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1382 para el periodo del 17/01 al 06/03/2001: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 3 – Del 09/07/2001 al 30/10/2002

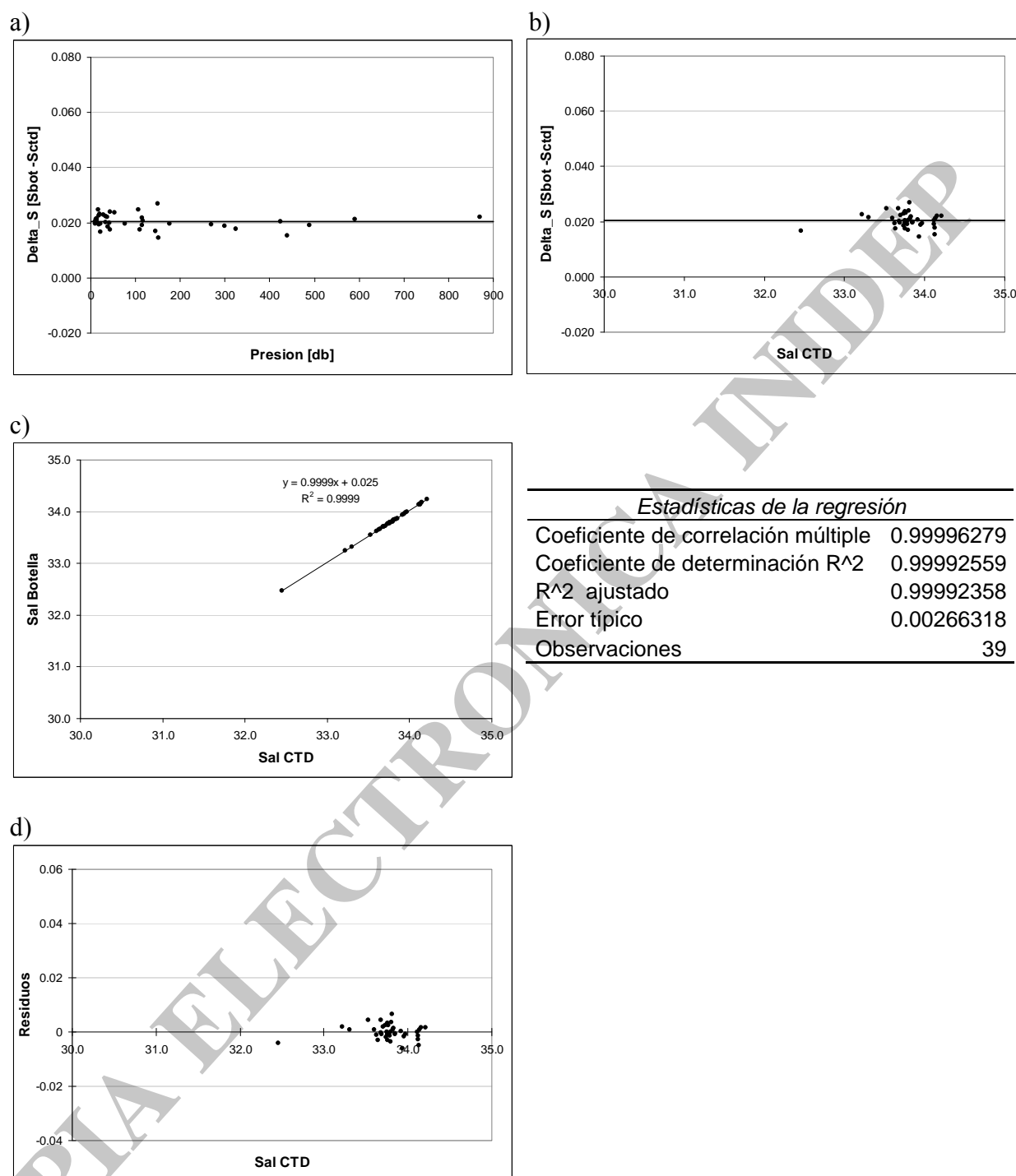


Figura 52: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1382 para el periodo del 09/07/2001 al 30/10/2002: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.

Periodo 4 – Del 20/08 al 15/11/2003

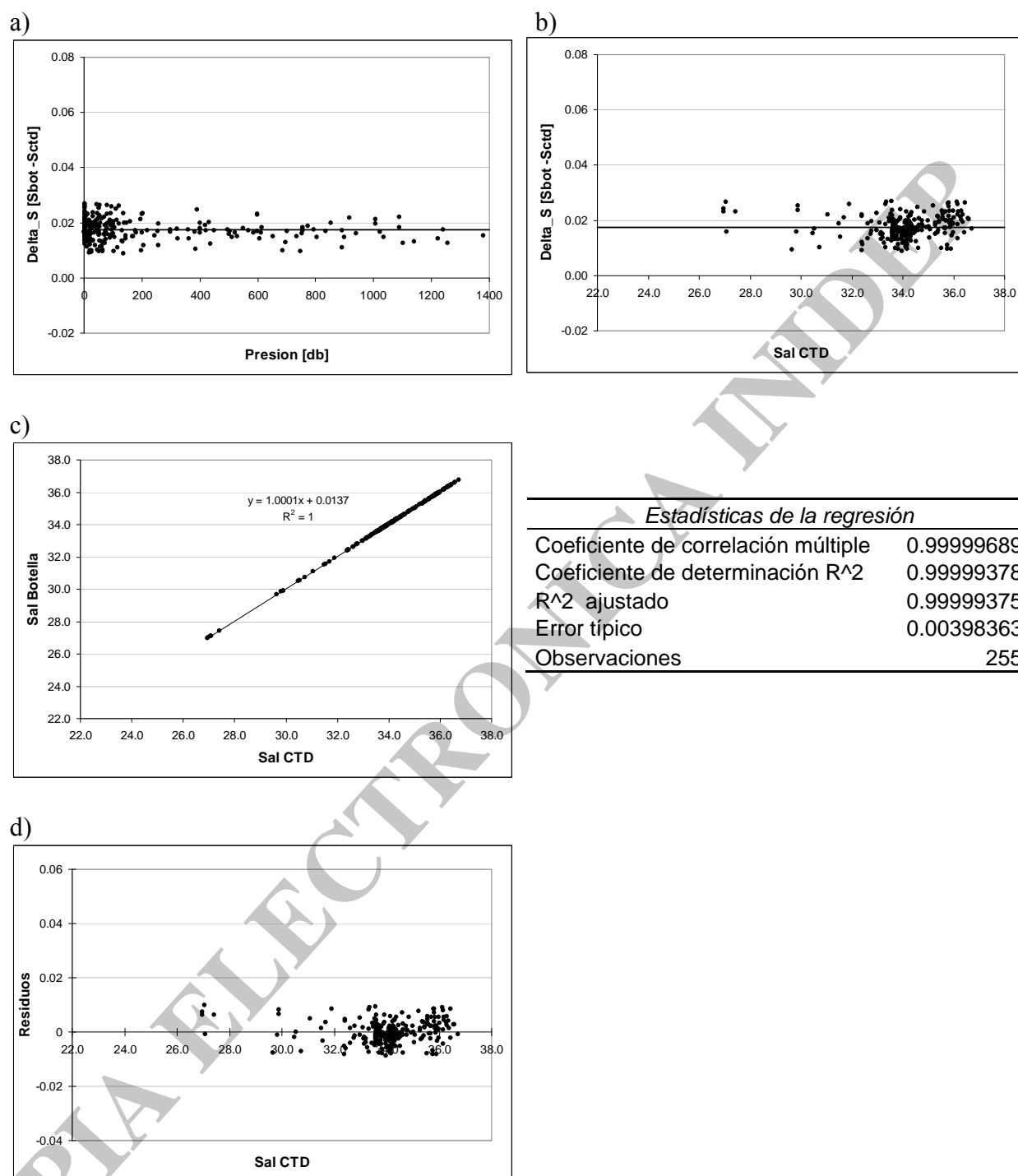


Figura 53: Calibración de salinidad del SBE911- CSN 1382 para el periodo del 20/08 al 15/11/2003: a) Diferencia de salinidad vs presión; b) diferencia de salinidad vs salinidad del CTD; c) ajuste lineal y d) residuos del ajuste.