

**CAPTAGUA
INGENIERIA**

**EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS
DE TARAPARA S.A.**

Arica

**Construcción Sondaje
6-A Costero Urbano**

Captagua N° 3197

Santiago, Octubre de 1996



**EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS
DE TARAPACA S.A.**

Arica

**Construcción Sondaje
6-A Costero Urbano**

Captagua N° 3197

Santiago, Octubre de 1996

CONTRATO ESSAT S.A. CPD N° 009/96

CONSTRUCCION SONDAJE 6a COSTERO - URBANO

INFORME FINAL DE CONSTRUCCION

POZO CAPTAGUA N° 3197

1.- GENERALIDADES

El presente informe se refiere a la construcción de un pozo profundo denominado SONDAJE 6a, ubicado en la Ciudad de Arica, I Región.

2.- INSTALACION DE FAENAS

La instalación de faenas se efectuó el día 26 de Agosto de 1996, trasladando la máquina perforadora a rotopercusión, marca Barber , modelo 1226, número interno 24, con todas sus herramientas de trabajo y equipos auxiliares.

3.- PERFORACION

La perforación a rotopercusión se inició el día 26 de Agosto de 1996, con un diámetro de 18", alcanzando la profundidad de 120 mts. el día 05 de Septiembre de 1996.

4.- PERFIL ESTRATIGRAFICO:

Durante la perforación se tomaron muestras de terreno metro a metro, las que fueron analizadas visual y granulométricamente entre 0 y 120 mts. Los resultados de los análisis se presentan en la planilla adjunta "Análisis Granulométricos, Porcentajes Retenidos

Acumulados" y se han graficado en función del tamaño de partícula, equivalente a la abertura de tamiz con que se hicieron los análisis.

La descripción de las muestras de terreno, se detalla a continuación:

DESDE	HASTA	DESCRIPCION DEL TERRENO ATRAVESADO
00.00	47.00	Bolones en gran cantidad, ripio, arena, poca arcilla.
47.00	60.00	Bolones, gran cantidad de ripio y gravas, arena, poca arcilla.
60.00	72.00	Grava, arena gruesa a fina, poca arcilla.
72.00	96.00	Bolones, grava y arena, sin arcilla.
96.00	107.00	Grava, arena y arcilla.
107.00	120.00	Ceniza volcánica.

Pequeñas filtraciones de agua se detectaron alrededor de los 40 metros y una vez terminada la perforación el nivel estático se encontraba en 34 m. El sistema de perforación empleado nos permite observar la presencia de zonas con importante aporte de agua. En este pozo se encuentran ubicadas entre los metros 47.00 a 60.00, 77.00 a 85.00 y a partir de los 85 metros comenzó a disminuir el flujo, entre 106.00 120.00 m. no se detecta presencia de napa.

5.- PROPOSICION DEL SISTEMA CAPTANTE:

En base a los antecedentes recogidos, la I.T.O. instruyó habilitar el sondaje de la siguiente manera:

5.1.- Cañería de acero, de diámetro 12", en los siguientes tramos:

De 00.00 a 50.00 mts.
 De 53.00 a 58.00 mts.
 De 67.00 a 71.00 mts.
 De 74.00 a 76.00 mts.
 De 82.00 a 92.00 mts.
 De 95.00 a 97.00 mts.
 De 103.00 a 110.00 mts.

5.2. Criba de acero inoxidable Slot 40, de diámetro 12", en los siguientes tramos:

De 50.00 a 53.00 mts.
De 58.00 a 67.00 mts.
De 71.00 a 74.00 mts.
De 76.00 a 82.00 mts.
De 92.00 a 95.00 mts.
De 97.00 a 103.00 mts.

La Habilitación contempla la colocación de 30 mts. de cribas de acero inoxidable Slot 40 D=12" y 80 mts. de cañería de acero de D=12".

El perforación desde 110.00 a 120.00 mts. fue rellena con bolones de acuerdo a instrucciones de la I.T.O..

6.- FILTRO DE GRAVA:

El filtro propuesto consistió en gravilla seleccionada, con una granulometría entre 3 y 8 mm. El material de filtro se colocó entre -110.00 y -6.00 mts., en el espacio anular comprendido entre la perforación y la entubación definitiva.

La parte fina de la banda granulométrica tiene por objeto controlar el arrastre de arenas finas, el resto de la banda pretende lograr un acomodo de las partículas con el objeto de lograr una permeabilidad lo más alta posible.

La colocación del filtro se efectuó en forma simultánea con la extracción de las cañerías de maniobra, cuidando especialmente en esta operación de no contaminar el filtro colocado, con material proveniente de la perforación.

7.- DESARROLLO

:

Una vez concluido el pozo en su etapa de perforación y habilitación es necesario retirar el resto de material suelto de la perforación, estabilizar la formación acuífera en lo que respecta a las arenas y tratar de obtener el mayor gasto específico posible. A estas operaciones se les conoce con el nombre de desarrollo.

Una de las misiones principales del desarrollo en materiales granulares no consolidados, es eliminar los materiales finos de las proximidades del sondaje facilitando así la circulación del agua hacia éste.

Un método muy eficaz para desarrollar pozos consiste en inyectar aire a presión produciendo un fuerte gradiente hidráulico en las zonas de ranurado que impulsa los materiales finos de la formación hacia la superficie. Al producir un escurrimiento forzado del agua, las partículas de mayor tamaño en el filtro tienden a ubicarse en las inmediaciones de las cribas, graduándose éste, de mayor a menor tamaño.

El desarrollo se efectuó en forma ascendente por zonas de un metro y tramos completos de cribas.

8.- PRUEBAS DE BOMBEO :

8.1.- Prueba de bombeo de Gasto Variable.

Para definir el comportamiento del pozo ante diferentes caudales se efectuó una prueba de bombeo de gasto variable, cuyo objetivo es establecer la correlación de las magnitudes de caudal y depresión, pudiéndose reflejar a través de la construcción de una curva, que permitirá predecir el nivel dinámico para cualquier caudal comprendido entre 0 y el caudal aforado en la prueba.

La curva de la prueba de gasto variable permite además seleccionar un equipo de bombeo permanente en forma óptima, que se ajuste a las características de operación del pozo.

La prueba de gasto variable se efectuó con una bomba de motor sumergido de propiedad de Captagua Ingeniería S.A., accionada mediante conexión a un generador.

Tanto la instalación de la bomba, como las obras de evacuación de las aguas, quedaron concluidas el día 30/09/96, dándose inicio en forma inmediata a la prueba de bombeo de gasto variable.

Durante la prueba de bombeo de gasto variable de 27,5 hrs. de duración se midieron los siguientes niveles:

CAUDAL l/seg	NIVEL (mts)	DEPRESION (mts)	GASTO ESPECIFICO (lt/seg)/m
0	34.06	-	-
6	37.69	3.63	1.653
10	40.10	6.04	1.656
15	44.81	10.75	0.930
20	49.56	15.50	1.290
25	56.87	22.81	1.096
30	69.07	35.01	0.857

8.2 Prueba de Bombeo de Gasto Constante:

El objetivo de las pruebas de bombeo de gasto constante es determinar los parámetros hidráulicos denominados Coeficiente de Transmisibilidad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (S). Ambos parámetros son característicos del acuífero en general, de tal manera que sus resultados pueden ser aplicados a cualquier sondaje de similares características dentro de la misma zona acuífera, considerando a esta última como homogénea.

En términos prácticos, la prueba de gasto constante busca determinar el equilibrio entre producción (descarga) e ingreso de agua al acuífero (recarga). Alcanzando este equilibrio, el sondaje produce la misma cantidad de agua que es capaz de entregar el acuífero, por lo que los niveles dentro del pozo se estabilizan.

Este concepto se resume en el Coeficiente de Transmisibilidad (T), que se define a través de la fórmula de Jacob y se calcula mediante una interpretación del gráfico Nivel-Tiempo:

$$T = \frac{2,3 Q}{4 H s \log t}$$

s = descenso de nivel, en metros

q = caudal, en m³/hr.

log t = intervalo de tiempo, en minutos, para el cual se produce el descenso de nivel "s".

Esta fórmula es válida en el régimen de no equilibrio del pozo, es decir, cuando aún no se ha alcanzado la recarga. Esta zona del gráfico, en papel semilogarítmico, se caracteriza por ser una recta de pendiente negativa.

De acuerdo a lo indicado por la I.T.O. la Prueba de Bombeo de Gasto Constante se realizó con un caudal de 30 lt/seg., equivalente al 100% del máximo caudal aforado durante la prueba de bombeo de gasto variable. Con este caudal no se estabiliza el nivel dinámico, pero tiene tendencia a un equilibrio en torno de 69.34 mts.

Graficando el conjunto de puntos en escala normal y el tiempo en escala logarítmica, encontramos una tendencia que puede asimilarse a una recta de pendiente negativa hasta 600 minutos. Posteriormente se observa un cambio de pendiente, llevando a la horizontalidad.

9.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS :

De la prueba de bombeo de gasto variable se pueden determinar las características del pozo profundo que estamos analizando.

La prueba de gasto variable se inició con un caudal de 6lt/seg., incrementándose sucesivamente a 10 - 15 - 20 - 25 - 30 lt/seg. siendo éste, el caudal máximo del pozo.

De la forma de la curva de la Prueba de Bombeo de Gasto Variable que se adjunta, al igual que la cartera de bombeo completa, se observa claramente la respuesta del acuífero frente a los diferentes caudales. De acuerdo a las muestras físicas del terreno atravesado, más el comportamiento del acuífero ante la aplicación de diferentes caudales permite determinar que se trata de un acuífero libre. Se observa una variación significativa de la pendiente de la curva después de alcanzar los 600 min.

RECESION DE LA NAPA:

Observando la cartera de agotamiento de la Prueba de Gasto Constante y la correspondiente curva de la prueba de bombeo, se deduce que después de 600 minutos de iniciado el bombeo, el nivel dinámico alcanza el equilibrio, estabilizándose en 69.34 mts. Esto equivale a decir que para tiempos superiores a 600 minutos, el nivel dinámico se mantendrá en torno a 69.34 mts. Suponiendo condiciones estables del acuífero, para bombeos continuos con 30 lt/seg., de un año, 3 años o 10 años, el nivel dinámico no debería sufrir variaciones.

Para los efectos de determinar los coeficientes o parámetros, consideramos que se trata de un acuífero libre.

El coeficiente de almacenamiento (S) es el volumen de agua cedido o tomado del almacenamiento del acuífero, por unidad de superficie, cuando se produce un cambio unitario de carga. El coeficiente S es un término adimensional.

El coeficiente de transmisibilidad (T) de un acuífero es la razón a la cual fluye el agua a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario y de altura igual al espesor saturado del mismo, cuando el gradiente hidráulico es igual a 1, es decir 100%.

Los coeficientes de transmisibilidad y de almacenamiento son especialmente importantes puesto que definen las características hidráulicas de la formación acuífera. El coeficiente T indica cuando el agua se mueve a través de la formación y el coeficiente S indica que cantidad de agua puede ser obtenida por bombeo o drenaje.

DETERMINACION DE S Y T:

Para la determinación del coeficiente de transmisibilidad t utilizaremos la información obtenida durante la prueba de gasto constante.

Para calcular en forma gráfica los parámetros del acuífero, escogemos el intervalo 10 a 100 minutos. Trazando la mejor recta, resultan los siguientes puntos extremos:

Para 10 minutos, un nivel dinámico de 52.36 mts.

Para 100 minutos, un nivel dinámico de 63.85 mts.

Aplicando la fórmula de Jacob para el intervalo 10 a 100 minutos, resulta:

$$T = \frac{2,30 \times 108}{4 \times 3,1416 \times (63.85 - 52.36) \times 1} = 1.720 \text{ m}^3/\text{hora/metro}$$

No existiendo pozos de observación sin ser bombeados, no puede calcularse el coeficiente de almacenamiento. No obstante, sabiendo que se trata de un acuífero libre, el coeficiente de almacenamiento S es igual a la porosidad eficaz del acuífero y puede estimarse entre 0,15 para arenas limosas y arcillosas y 0,35 para arenas o gravas limpias. (1)

Por la clasificación visual y granulométrica de las muestras, se puede señalar que se trata de gravas arenosas con una fracción fina de alguna importancia. En consecuencia, el valor del coeficiente de almacenamiento estará más cercano al límite superior.

Por lo tanto, un valor del coeficiente de almacenamiento puede estimarse razonablemente en $s = 0,25$.

El coeficiente de transmisibilidad T normalmente se encuentra comprendido entre 0,50 y poco más de 500 m³/hr/m., de tal manera que el valor calculado para este pozo está más cercano al límite inferior, reflejando que a pesar de los pocos acuíferos captados se obtiene un buen rendimiento del pozo.

CAPTAGUA INGENIERIA S.A.

JAI ME DANIEL BAUERLE
Constructor Civil

ANALISIS GRANULOMETRICOS

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.
Parque Lauca Sondaje 6a

Análisis Granulométricos
Porcentajes Retenidos Acumulados

TAMANO DE PARTICULAS mm	0 a 1 mts	1 a 2 mts	2 a 3 mts	3 a 4 mts	4 a 5 mts
4,000	24,3	66,5	57,3	61,0	65,9
2,000	31,1	74,1	67,6	69,3	70,9
0,710	43,0	81,2	78,4	78,0	80,0
0,400	62,1	85,8	85,7	83,8	86,8
0,290	86,9	93,2	94,1	91,8	93,9
0,140	98,6	99,2	99,2	98,6	99,2
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	5 a 6 mts	6 a 7 mts	7 a 8 mts	8 a 9 mts	9 a 10 mts
4,000	60,9	55,4	77,7	77,9	78,8
2,000	70,8	66,7	86,2	84,0	84,2
0,710	84,2	77,6	91,4	89,6	90,3
0,400	90,8	83,9	93,6	93,5	94,4
0,290	95,8	91,6	96,3	96,4	97,2
0,140	99,4	98,7	99,4	99,3	99,5
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	10 a 11 mts	11 a 12 mts	12 a 13 mts	13 a 14 mts	14 a 15 mts
4,000	76,5	79,1	94,9	76,8	76,5
2,000	84,1	83,2	96,0	84,5	83,6
0,710	91,9	88,0	96,8	90,2	89,5
0,400	96,0	91,4	97,4	93,0	92,3
0,290	99,0	95,2	98,1	96,1	95,4
0,140	99,4	99,2	99,6	99,4	99,3
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	15 a 16 mts	16 a 17 mts	17 a 18 mts	18 a 19 mts	19 a 20 mts
4,000	72,9	80,7	77,7	64,7	55,8
2,000	82,2	86,8	82,4	73,0	68,4
0,710	89,9	90,9	87,6	83,5	81,4
0,400	92,9	93,1	90,6	89,5	87,6
0,290	95,9	96,0	94,8	94,8	93,7
0,140	99,2	99,5	99,4	99,2	99,1
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.*Parque Lauca Sondaje 6a**Análisis Granulométricos
Porcentajes Retenidos Acumulados*

TAMAÑO DE PARTICULAS <i>mm</i>	20 a 21 mts	21 a 22 mts	22 a 23 mts	23 a 24 mts	24 a 25 mts
4,000	89,8	53,1	79,5	70,9	62,5
2,000	92,8	68,6	86,6	81,2	72,4
0,710	95,2	85,4	92,1	88,7	83,4
0,400	96,3	91,2	94,5	92,2	88,9
0,290	97,5	95,7	96,7	96,2	94,4
0,140	99,5	99,4	99,4	99,4	99,0
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMAÑO DE PARTICULAS <i>mm</i>	25 a 26 mts	26 a 27 mts	27 a 28 mts	28 a 29 mts	29 a 30 mts
4,000	74,5	70,5	65,0	67,8	43,7
2,000	80,4	76,7	72,1	76,5	55,6
0,710	87,6	85,9	83,6	88,5	75,3
0,400	91,5	90,6	90,8	93,6	88,7
0,290	95,3	94,8	95,8	96,8	95,6
0,140	99,3	99,2	99,3	99,3	99,3
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMAÑO DE PARTICULAS <i>mm</i>	30 a 31 mts	31 a 32 mts	32 a 33 mts	33 a 34 mts	34 a 35 mts
4,000	73,3	67,7	69,2	72,0	73,2
2,000	79,3	76,4	76,7	79,4	81,7
0,710	87,4	85,4	87,0	87,8	89,3
0,400	91,6	90,2	92,2	92,1	93,3
0,290	95,4	94,9	96,2	96,0	96,6
0,140	99,3	99,4	99,2	99,3	99,4
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMAÑO DE PARTICULAS <i>mm</i>	35 a 36 mts	36 a 37 mts	37 a 38 mts	38 a 39 mts	39 a 40 mts
4,000	84,4	65,8	54,3	69,9	51,9
2,000	87,8	75,6	65,1	76,5	58,3
0,710	91,6	84,6	82,0	85,7	70,4
0,400	94,2	89,9	89,3	91,5	80,3
0,290	96,7	94,7	94,8	92,5	90,7
0,140	99,3	99,1	99,2	99,0	98,7
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.

Parque Lauca Sondaje 6a

Análisis Granulométricos Porcentajes Retenidos Acumulados

TAMANO DE PARTICULAS mm	40 a 41 mts	41 a 42 mts	42 a 43 mts	43 a 44 mts	44 a 45 mts
4,000	62,9	58,6	42,7	54,2	54,3
2,000	67,8	64,8	50,7	60,4	61,7
0,710	75,9	74,2	64,1	71,1	72,3
0,400	83,0	81,3	73,8	79,1	80,3
0,290	92,8	91,1	84,4	88,3	88,8
0,140	99,2	98,7	96,5	97,9	97,8
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	45 a 46 mts	46 a 47 mts	47 a 48 mts	48 a 49 mts	49 a 50 mts
4,000	58,2	41,5	50,5	89,8	95,3
2,000	65,5	47,9	63,4	97,5	97,7
0,710	75,5	61,4	79,8	99,1	98,8
0,400	82,9	73,3	90,5	99,3	99,1
0,290	90,7	85,5	96,4	99,6	99,4
0,140	98,3	97,4	99,3	99,8	99,8
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	50 a 51 mts	51 a 52 mts	52 a 53 mts	53 a 54 mts	54 a 55 mts
4,000	64,1	91,3	58,8	61,3	71,4
2,000	74,6	93,0	71,3	71,9	75,4
0,710	83,9	95,3	85,6	84,0	80,7
0,400	88,5	96,9	93,3	91,8	86,5
0,290	93,5	98,4	97,2	96,4	93,5
0,140	98,8	99,7	99,5	99,3	99,0
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	55 a 56 mts	56 a 57 mts	57 a 58 mts	58 a 59 mts	59 a 60 mts
4,000	64,8	46,5	65,9	84,1	86,4
2,000	71,0	60,7	76,4	89,2	92,2
0,710	78,2	84,5	88,3	93,5	96,5
0,400	83,7	93,9	94,2	96,0	97,9
0,290	90,9	97,8	97,5	97,9	98,8
0,140	98,3	99,6	99,5	99,4	99,6
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.
Parque Lauca Sondaje 6a

Análisis Granulométricos
Porcentajes Retenidos Acumulados

TAMANO DE PARTICULAS mm	60 a 61 mts	61 a 62 mts	62 a 63 mts	63 a 64 mts	64 a 65 mts
4,000	74,5	83,4	73,4	70,7	75,4
2,000	90,1	93,5	90,0	83,4	83,3
0,710	96,7	97,8	96,3	94,0	90,2
0,400	98,1	98,5	97,8	96,9	93,7
0,290	98,9	99,0	98,8	98,4	96,5
0,140	99,7	99,7	99,7	99,6	99,2
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	65 a 66 mts	66 a 67 mts	67 a 68 mts	68 a 69 mts	69 a 70 mts
4,000	70,3	67,4	36,0	54,2	52,4
2,000	77,6	81,2	53,9	72,1	66,6
0,710	86,4	94,5	71,0	89,0	83,9
0,400	91,4	97,1	76,9	94,4	91,4
0,290	95,6	98,5	80,3	97,6	96,3
0,140	99,1	99,6	99,5	99,4	99,4
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	70 a 71 mts	71 a 72 mts	72 a 73 mts	73 a 74 mts	74 a 75 mts
4,000	37,6	61,7	53,3	48,0	63,7
2,000	49,7	76,6	73,1	61,8	72,6
0,710	73,3	91,6	91,9	77,3	84,4
0,400	86,5	95,6	95,9	86,0	88,6
0,290	94,5	97,9	97,8	94,3	92,5
0,140	99,2	99,6	99,4	99,3	98,4
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	75 a 76 mts	76 a 77 mts	77 a 78 mts	78 a 79 mts	79 a 80 mts
4,000	26,9	65,7	76,2	49,8	68,0
2,000	31,6	74,2	83,7	61,7	80,9
0,710	42,5	83,1	89,6	76,5	90,2
0,400	54,4	89,8	93,3	86,3	93,4
0,290	80,2	95,3	96,5	94,1	96,1
0,140	97,5	99,1	99,2	98,8	99,1
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.*Parque Lauca Sondaje 6a***Análisis Granulométricos
Porcentajes Retenidos Acumulados**

TAMAÑO DE PARTICULAS mm	80 a 81 mts	81 a 82 mts	82 a 83 mts	83 a 84 mts	84 a 85 mts
4,000	67,4	73,9	44,3	41,8	26,3
2,000	84,7	85,2	58,2	60,6	37,8
0,710	93,8	96,7	82,2	85,6	76,1
0,400	96,0	98,9	91,1	93,1	89,0
0,290	97,6	99,5	96,2	97,0	95,7
0,140	99,4	99,9	99,3	99,4	99,2
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMAÑO DE PARTICULAS mm	85 a 86 mts	86 a 87 mts	87 a 88 mts	88 a 89 mts	89 a 90 mts
4,000	20,2	14,5	51,5	54,2	25,6
2,000	31,5	20,1	64,2	68,0	31,6
0,710	72,7	62,9	82,9	85,1	59,3
0,400	89,1	86,7	91,0	92,9	86,3
0,290	96,4	95,7	96,2	97,3	96,2
0,140	99,5	99,4	99,4	99,5	99,5
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMAÑO DE PARTICULAS mm	90 a 91 mts	91 a 92 mts	92 a 93 mts	93 a 94 mts	94 a 95 mts
4,000	71,6	20,0	68,8	54,6	68,3
2,000	84,5	40,0	82,6	73,5	81,4
0,710	96,8	74,0	95,0	89,8	95,3
0,400	98,9	86,5	98,0	94,4	98,3
0,290	99,5	93,7	99,1	97,2	99,3
0,140	99,9	99,0	99,8	99,4	99,8
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMAÑO DE PARTICULAS mm	95 a 96 mts	96 a 97 mts	97 a 98 mts	98 a 99 mts	99 a 100 mts
4,000	48,4	31,0	59,5	60,4	80,8
2,000	70,9	41,3	72,5	76,0	87,9
0,710	89,2	62,5	92,3	87,4	95,4
0,400	93,1	84,9	96,5	92,3	97,4
0,290	96,0	98,2	98,2	96,5	98,5
0,140	99,0	100,0	99,5	99,4	99,6
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.

Parque Lauca Sondaje 6a

Análisis Granulométricos Porcentajes Retenidos Acumulados

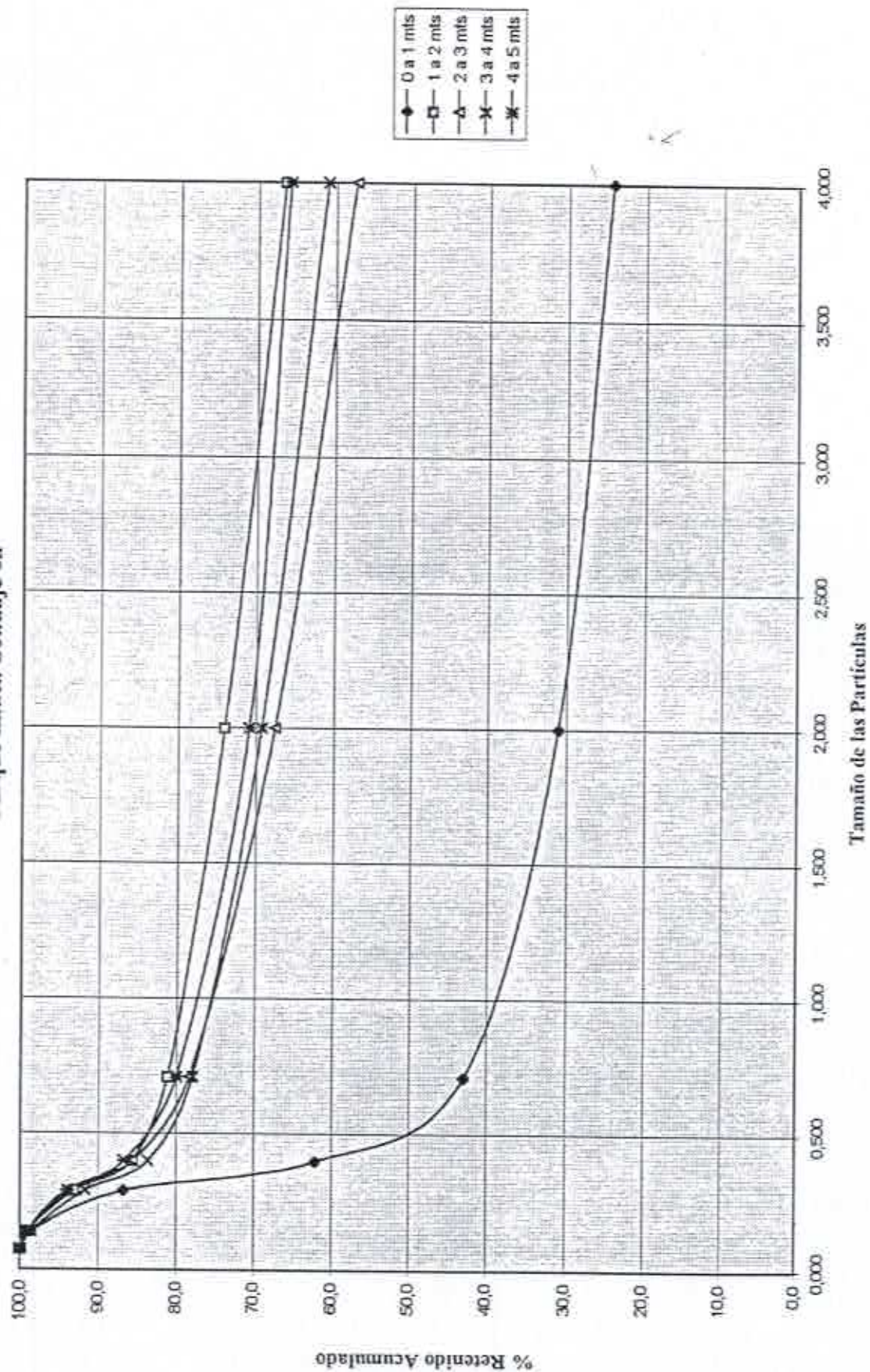
TAMANO DE PARTICULAS mm	100 a 101 mts	101 a 102 mts	102 a 103 mts	103 a 104 mts	104 a 105 mts
4,000	60,3	53,1	56,7	37,9	40,4
2,000	71,0	61,9	74,2	53,2	50,9
0,710	89,2	84,2	88,9	76,8	71,7
0,400	94,9	92,7	94,0	87,4	84,2
0,290	97,9	97,4	97,5	95,0	93,5
0,140	99,6	99,6	99,5	99,2	98,8
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	105 a 106 mts	106 a 107 mts	107 a 108 mts	108 a 109 mts	109 a 110 mts
4,000	62,7	18,4	63,4	50,7	9,0
2,000	68,0	32,9	79,0	60,8	26,0
0,710	78,9	63,7	94,4	77,4	57,5
0,400	88,9	82,6	97,9	87,3	80,5
0,290	95,7	93,8	99,2	94,6	92,3
0,140	99,4	98,8	99,8	99,2	98,6
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

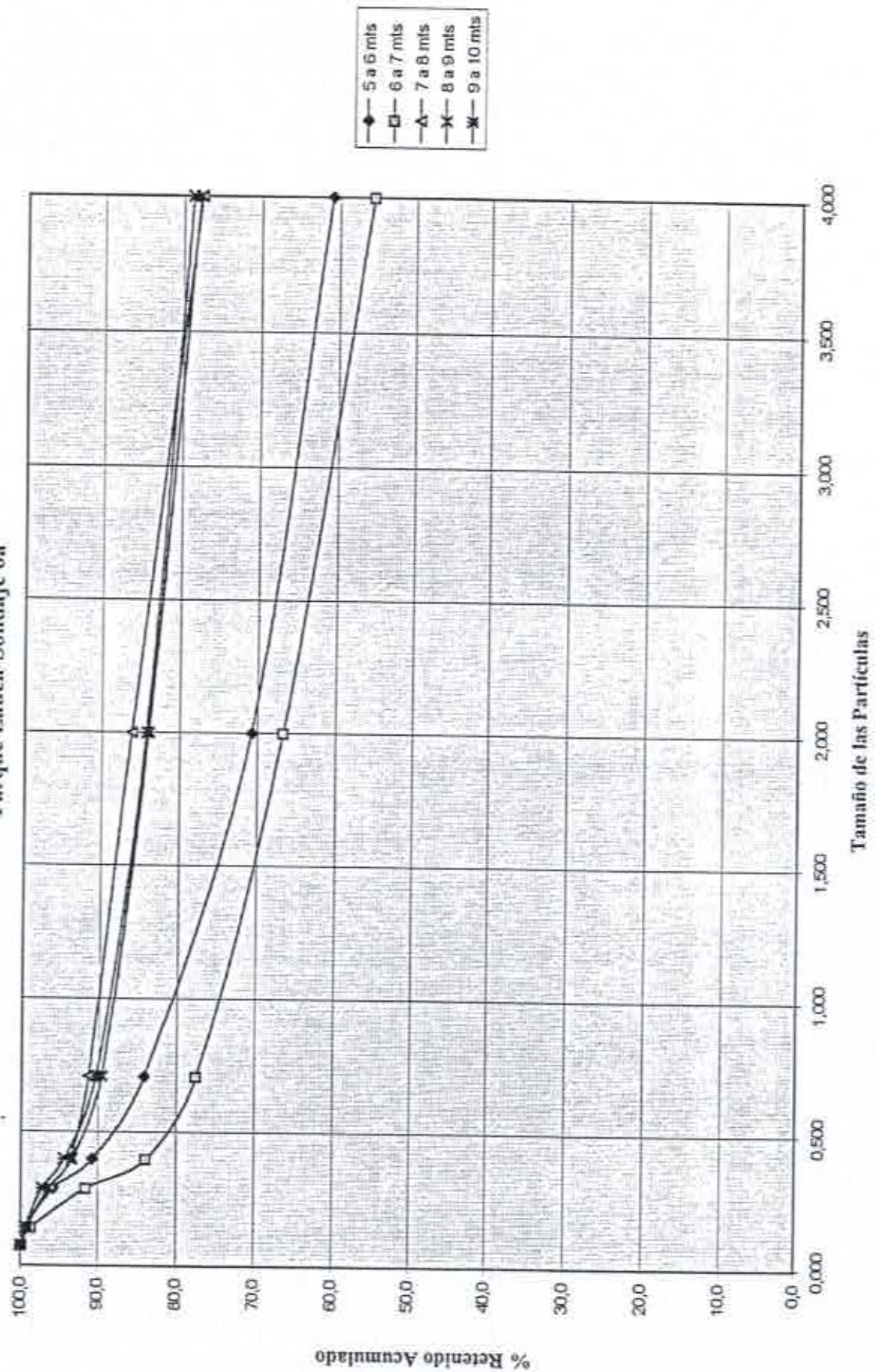
TAMANO DE PARTICULAS mm	110 a 111 mts	111 a 112 mts	112 a 113 mts	113 a 114 mts	114 a 115 mts
4,000	8,7	7,9	39,3	19,6	16,7
2,000	20,1	17,8	60,2	44,2	27,5
0,710	59,8	59,6	82,6	77,8	59,0
0,400	82,7	81,9	90,3	88,3	79,7
0,290	93,0	92,6	95,2	94,6	91,3
0,140	98,6	98,6	99,0	98,9	98,1
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TAMANO DE PARTICULAS mm	115 a 116 mts	116 a 117 mts	117 a 118 mts	118 a 119 mts	119 a 120 mts
4,000	53,8	24,3	19,3	26,1	27,4
2,000	71,7	41,9	39,0	49,7	51,7
0,710	91,3	73,5	69,7	77,9	78,8
0,400	96,5	86,1	83,0	87,6	87,7
0,290	98,5	93,9	91,3	94,2	93,3
0,140	99,6	99,4	98,5	99,0	98,7
0,074	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

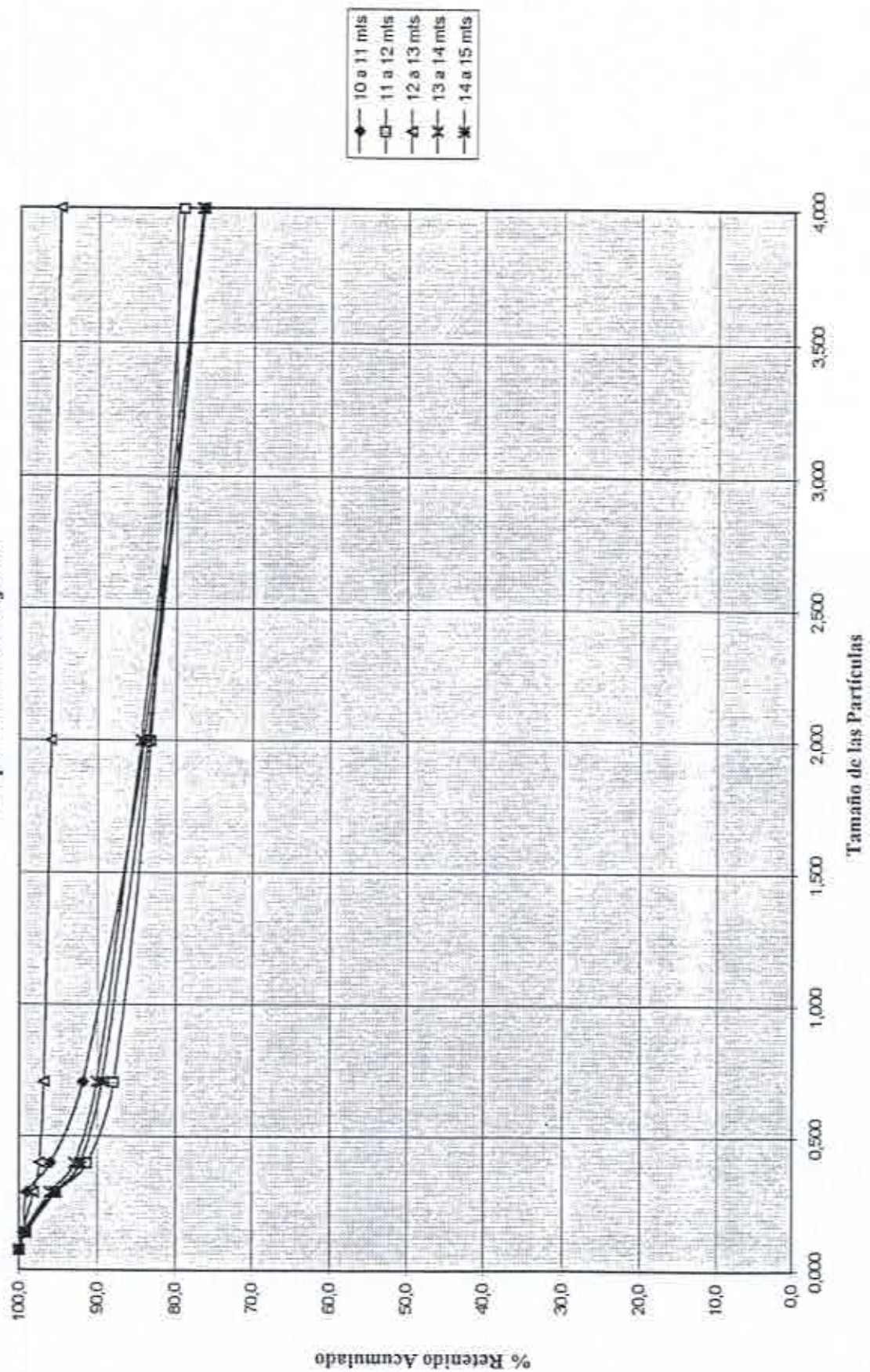
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



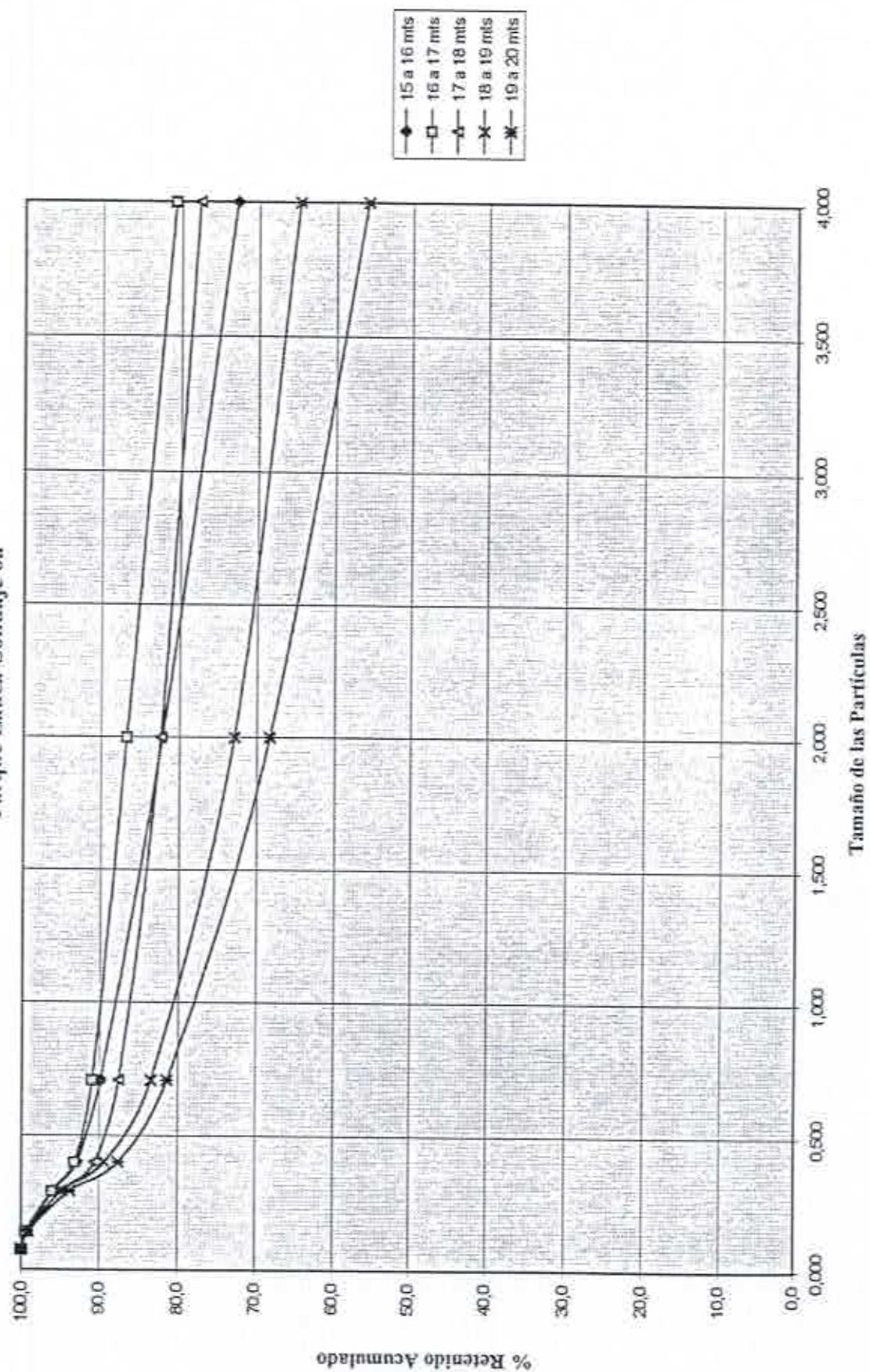
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



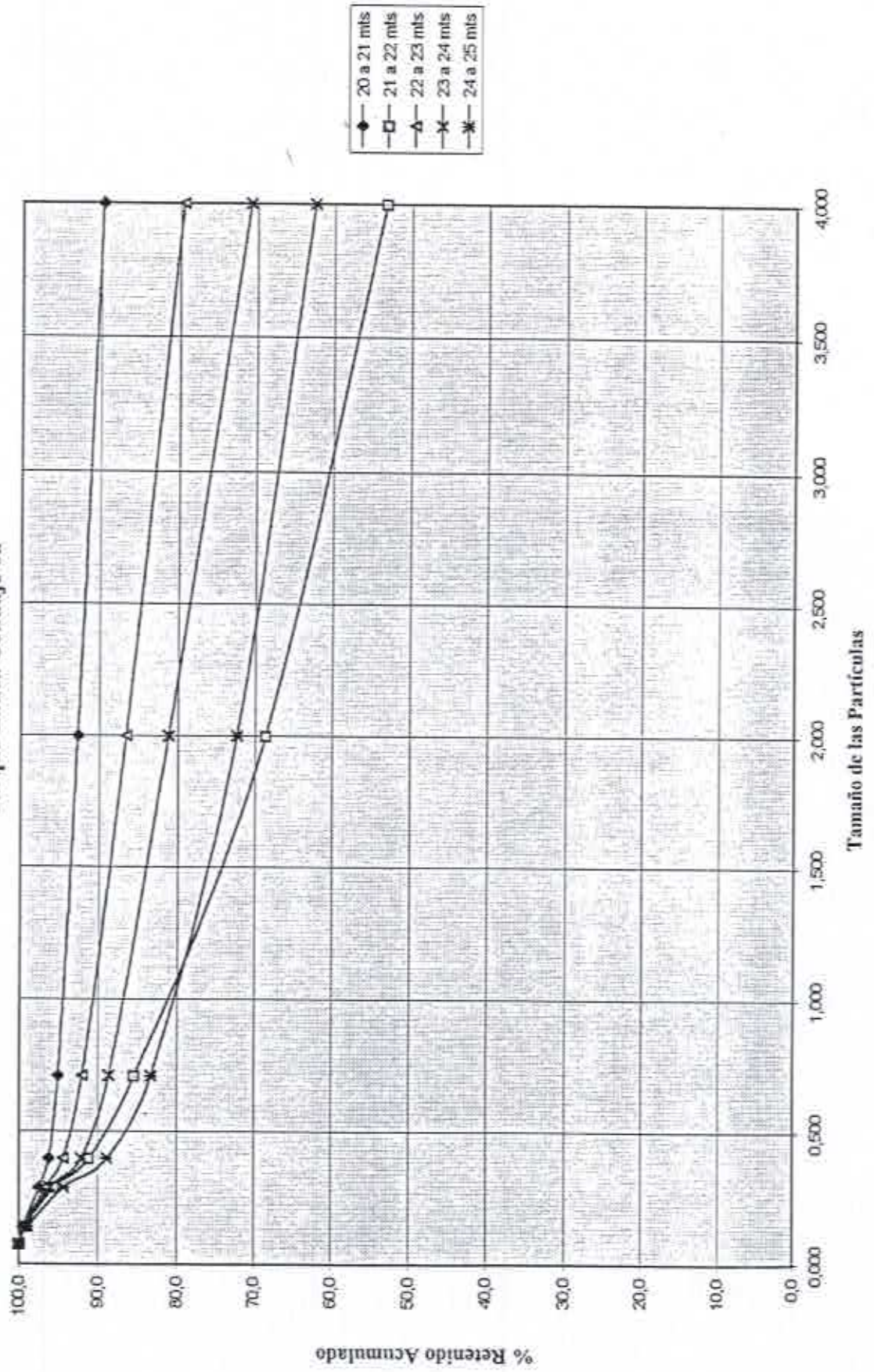
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



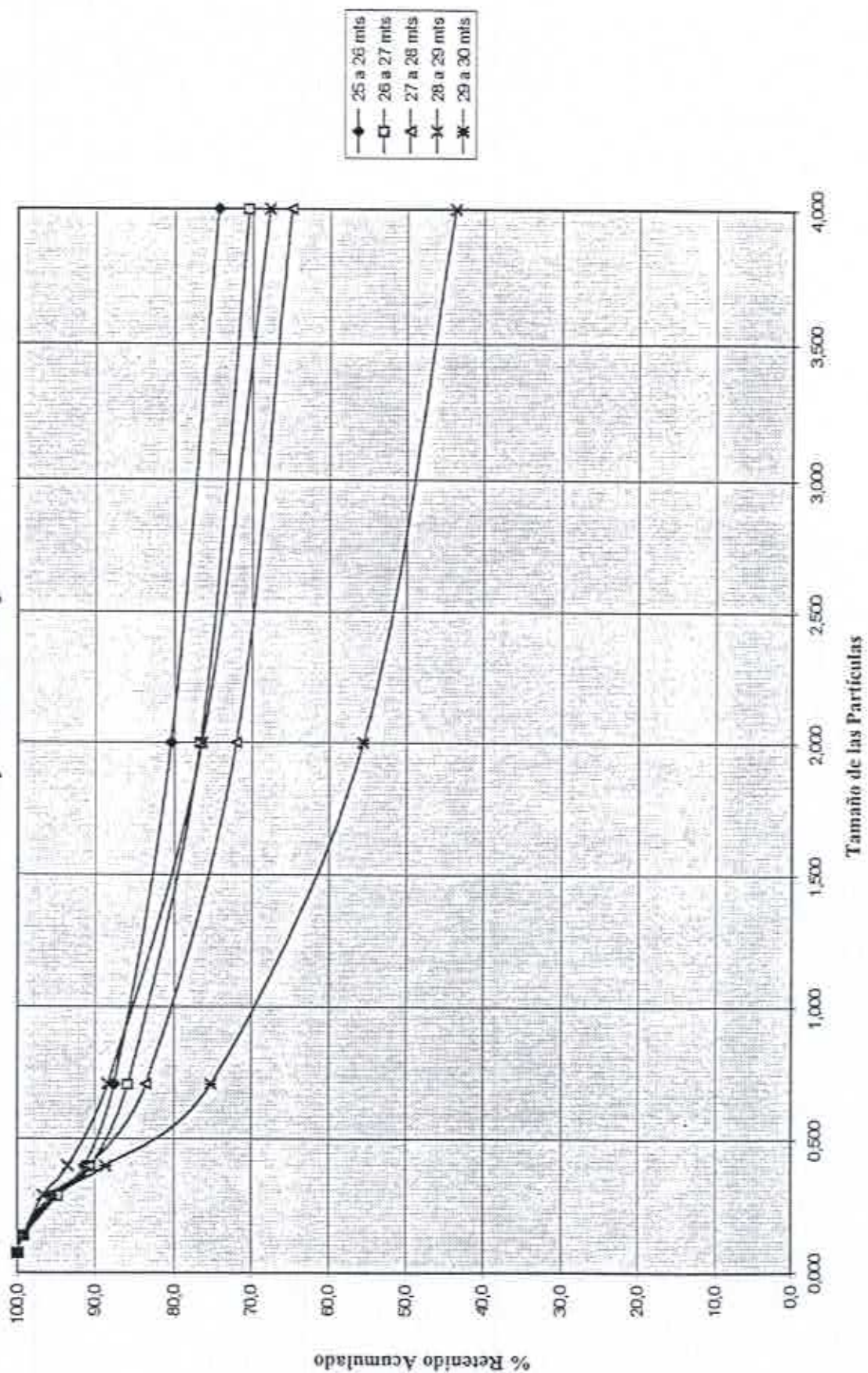
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



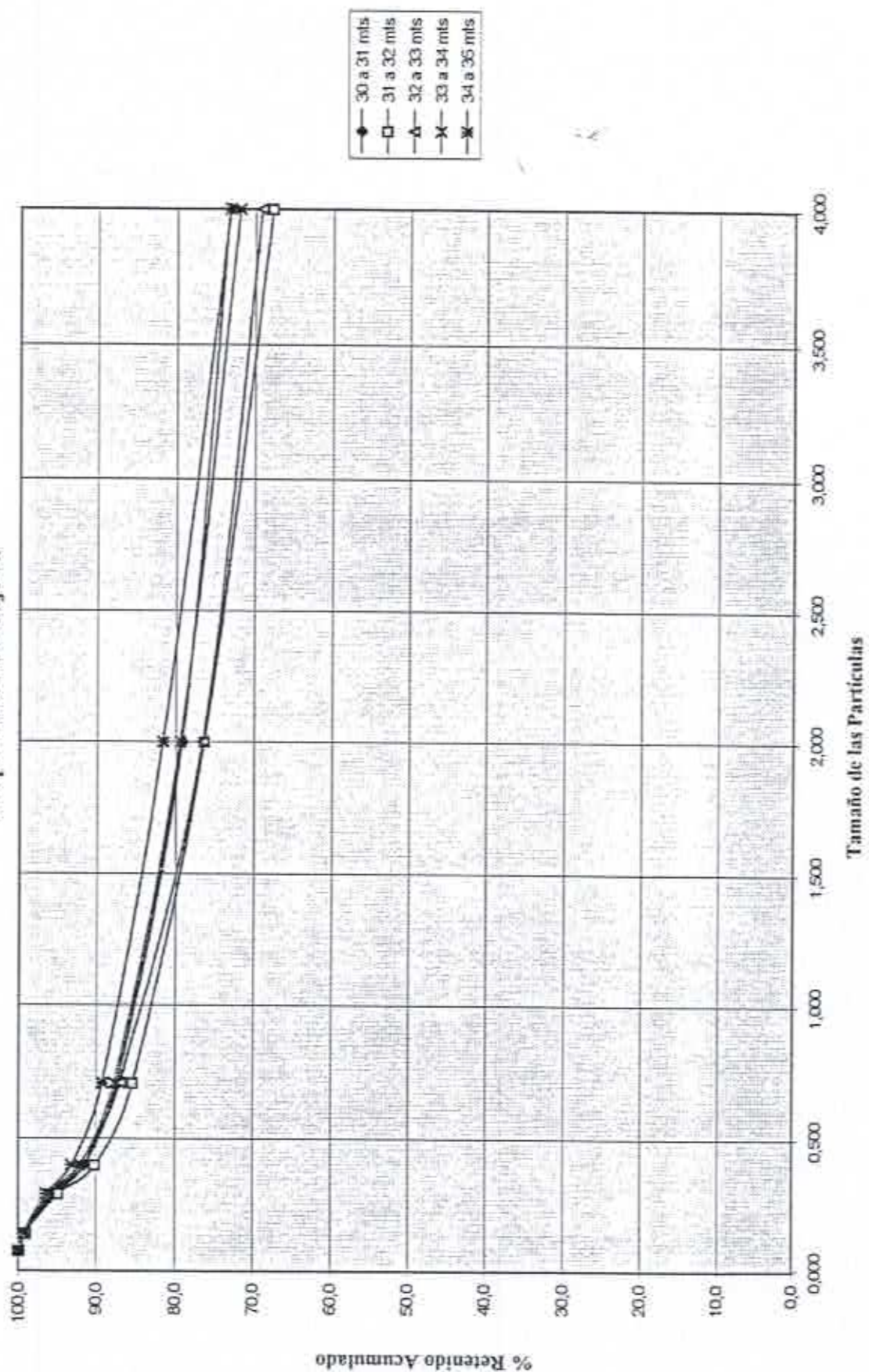
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



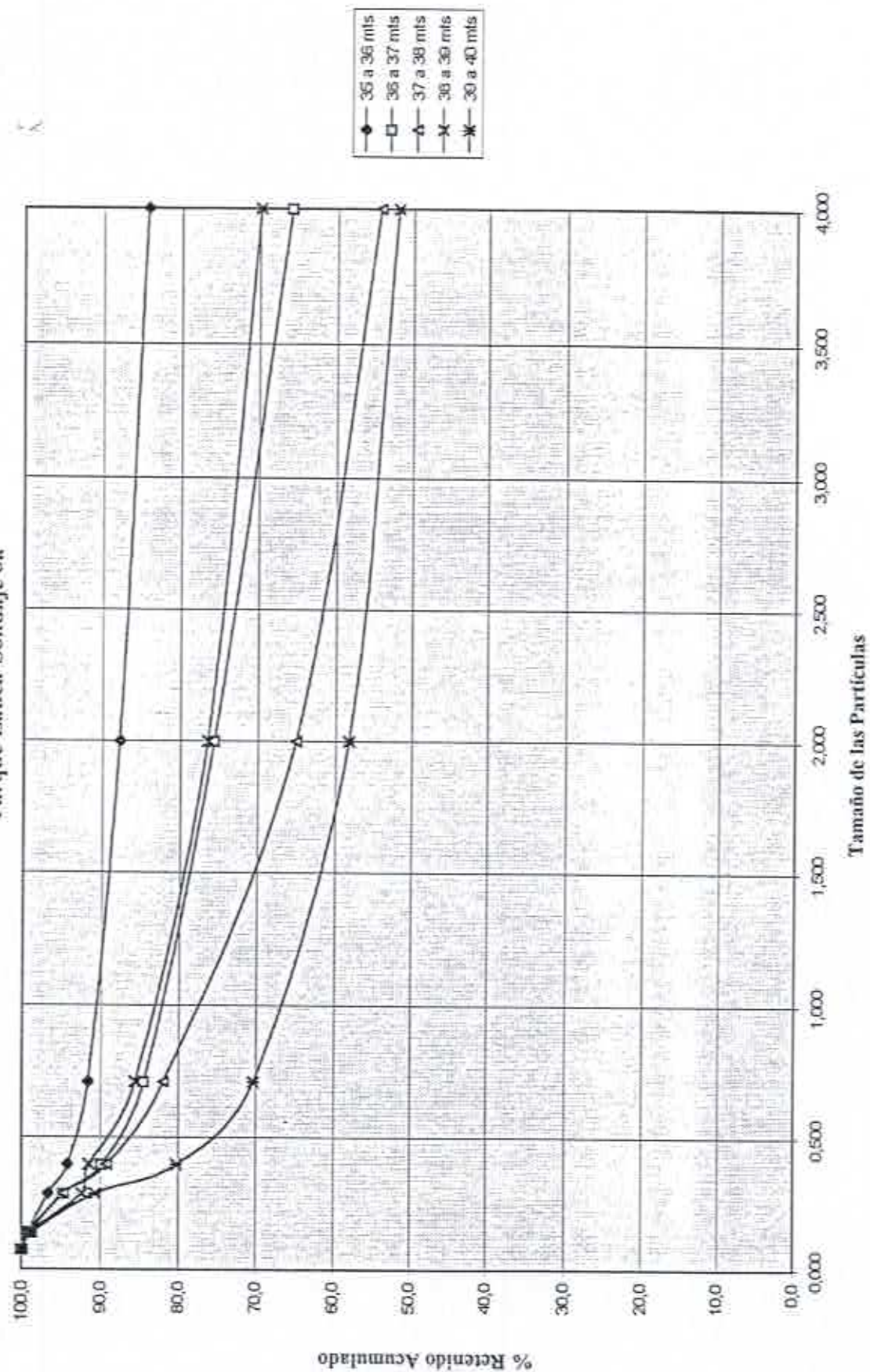
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



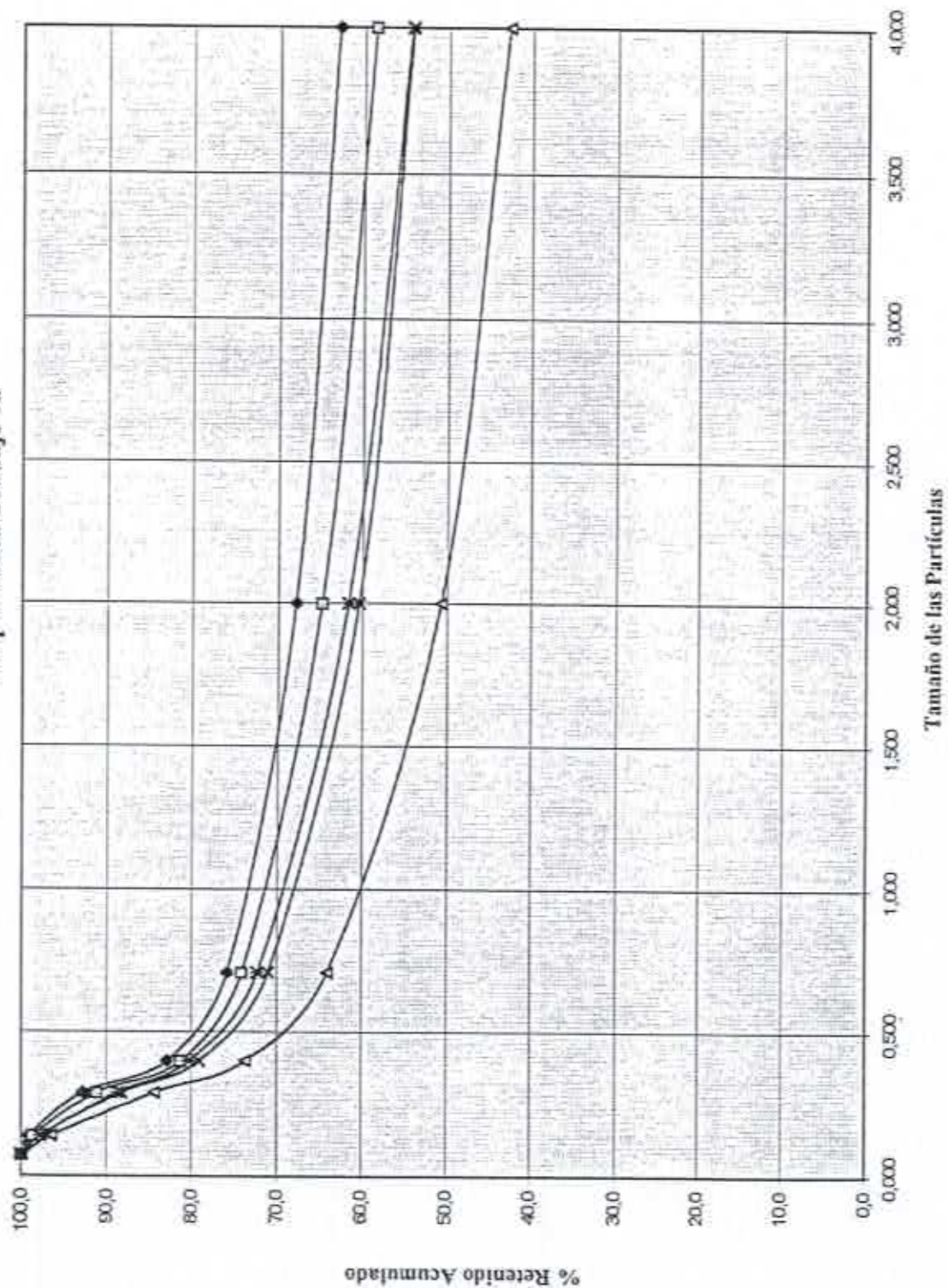
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



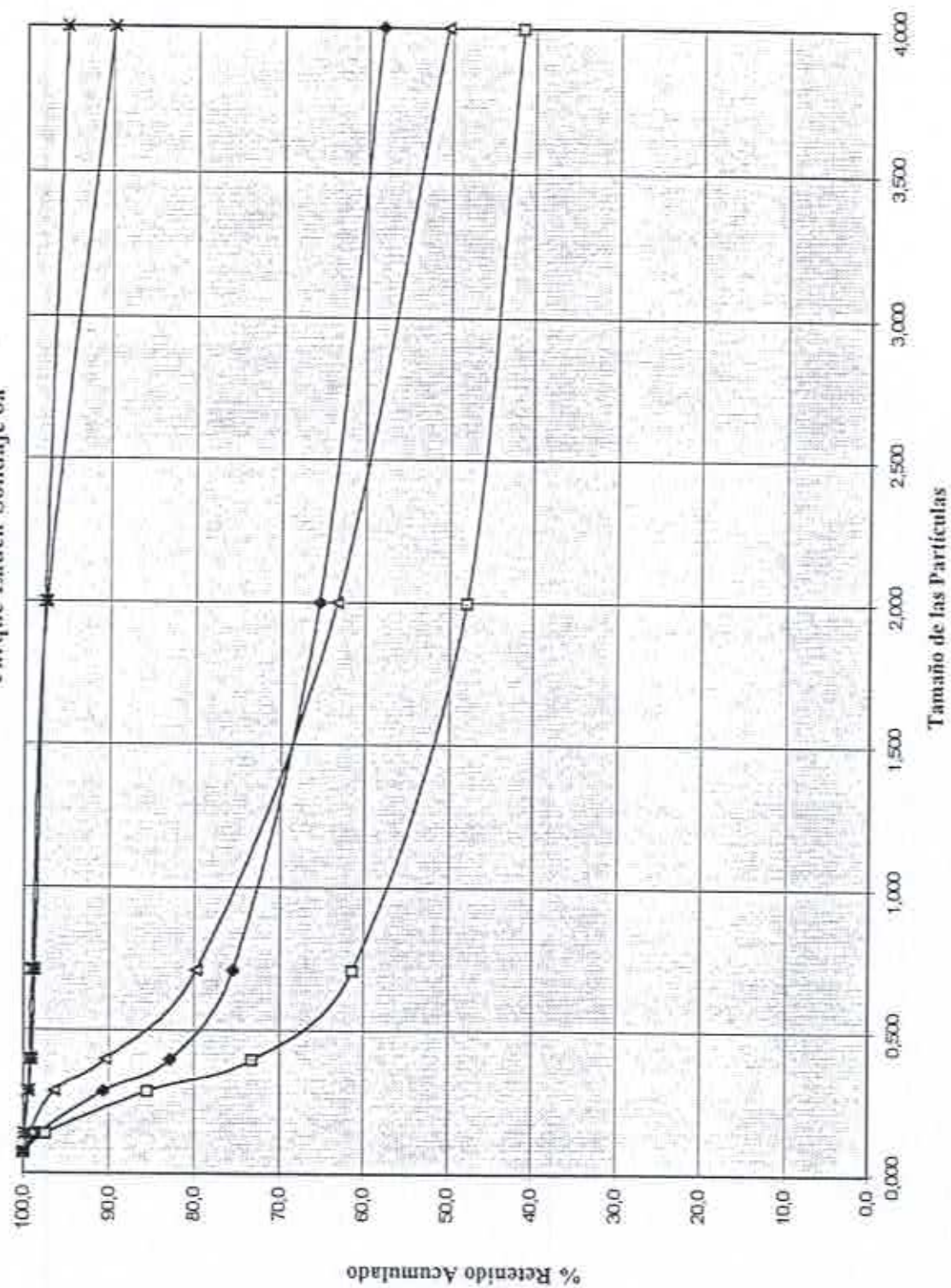
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



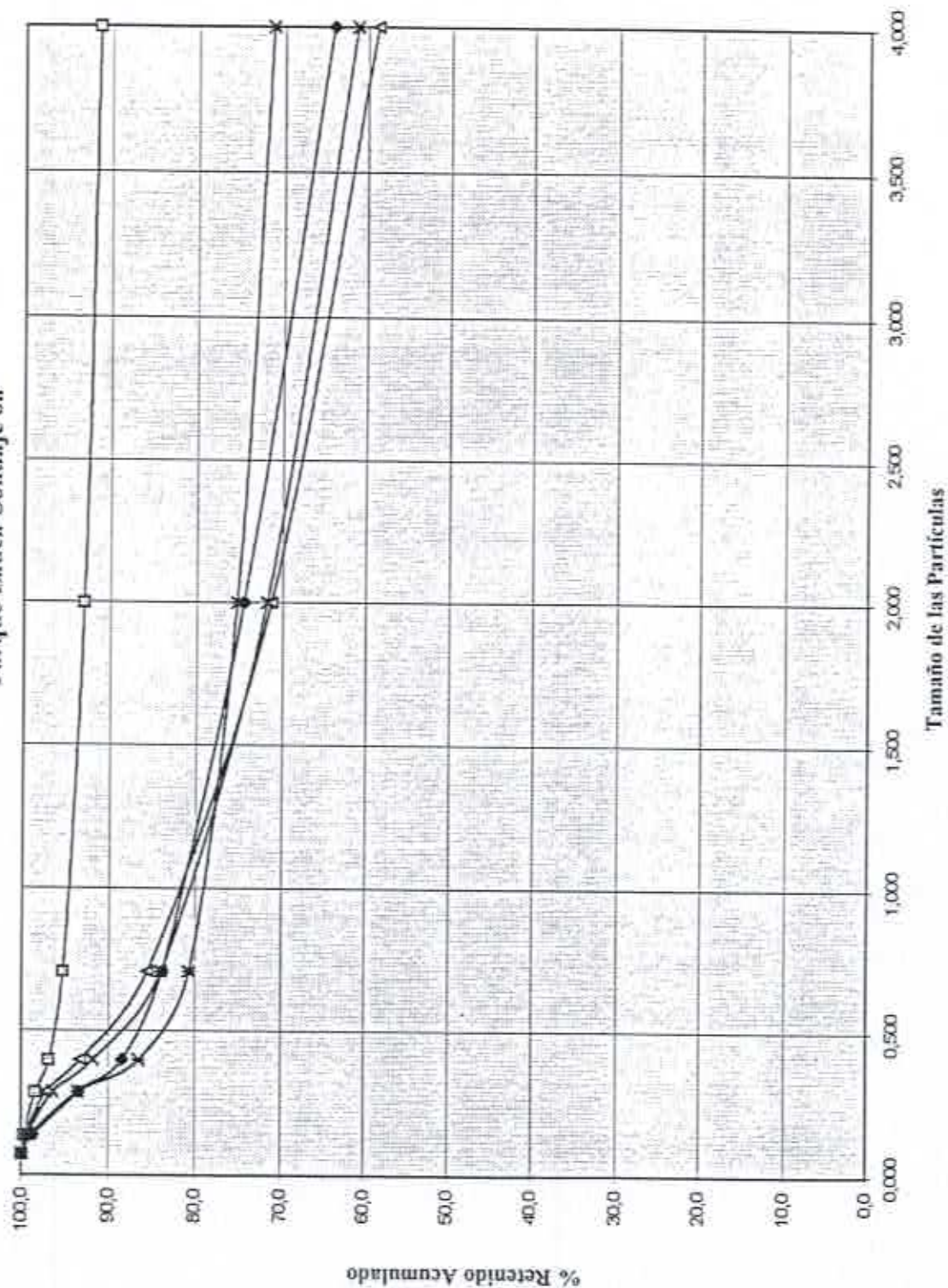
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



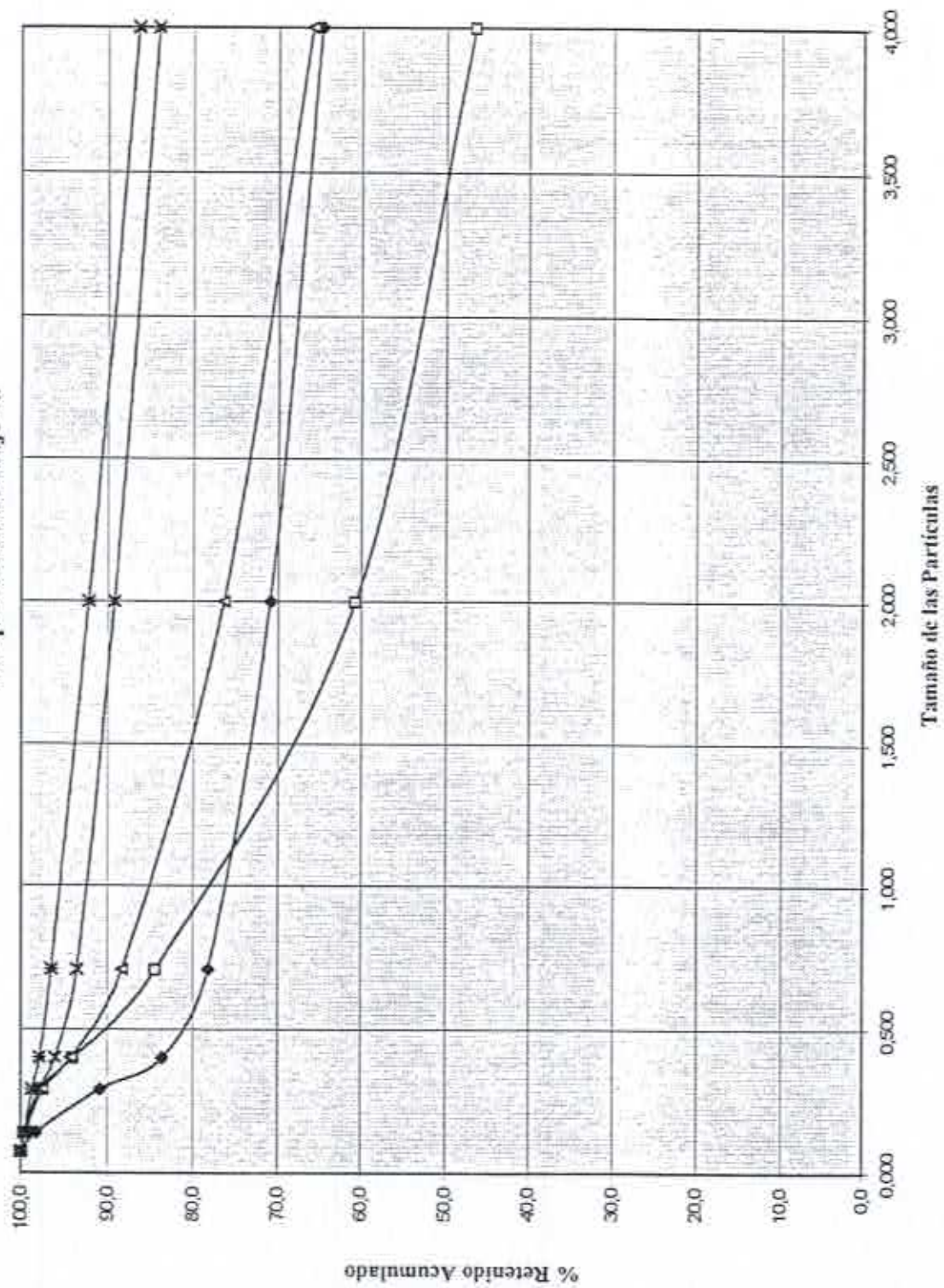
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



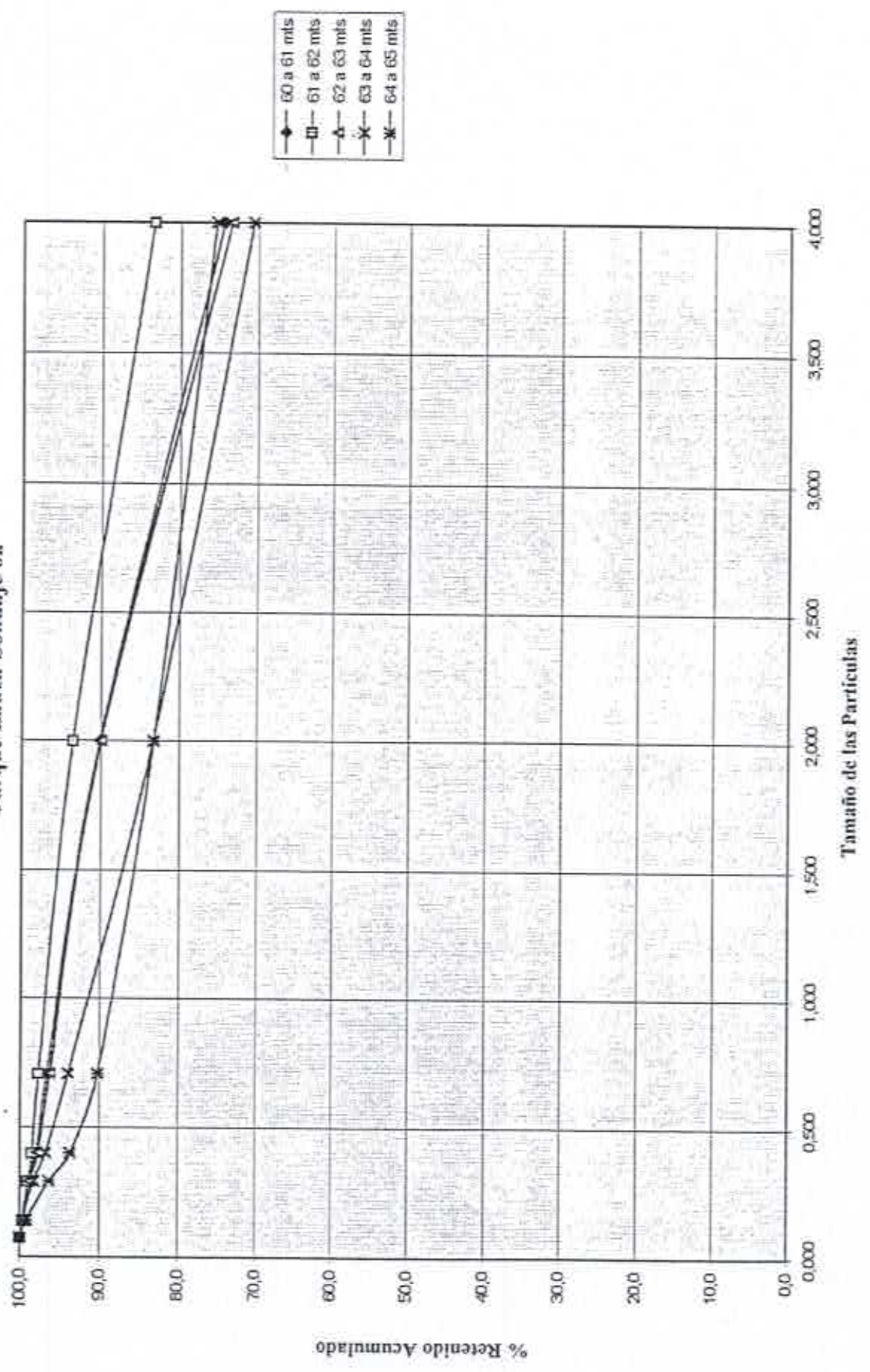
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



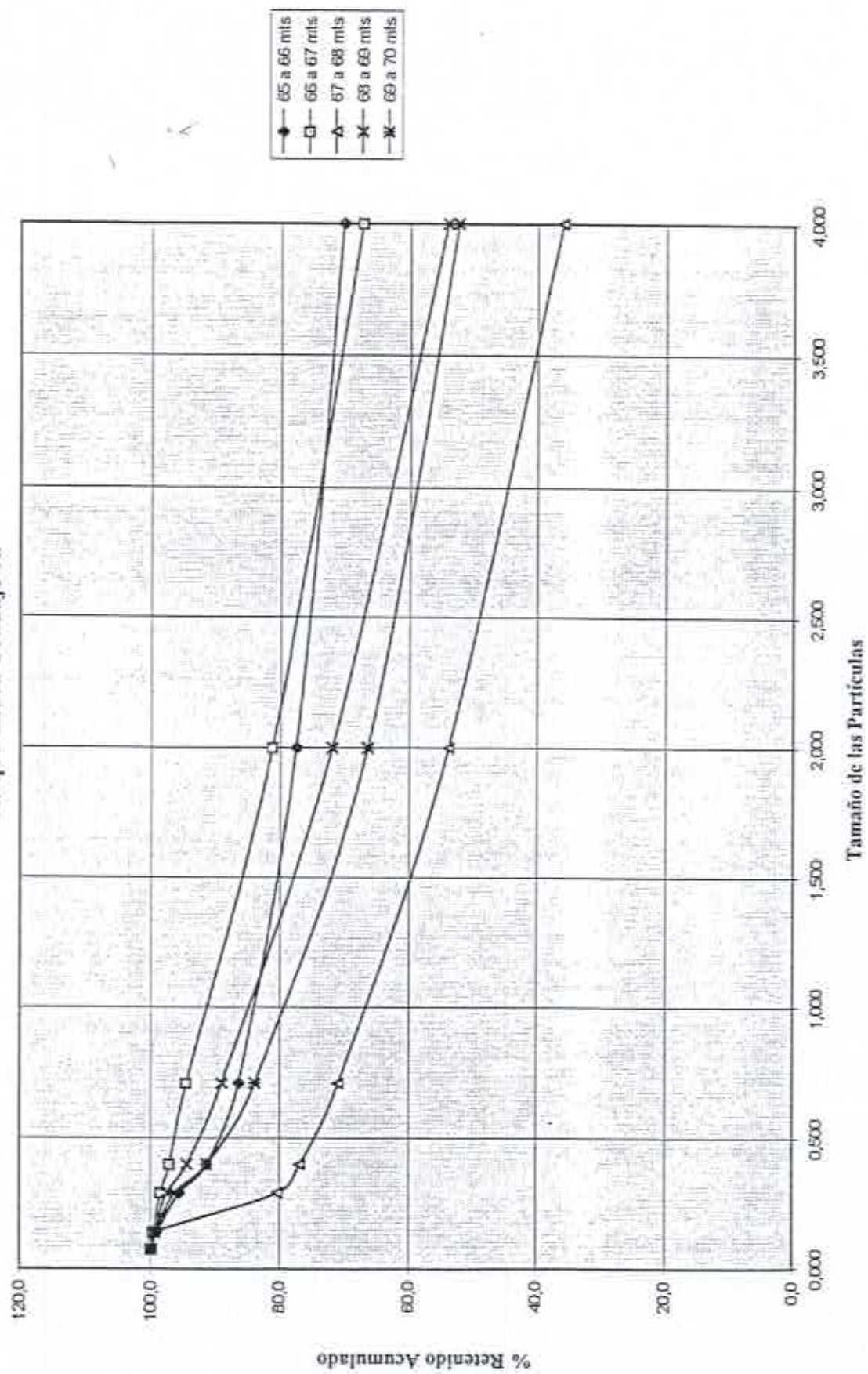
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



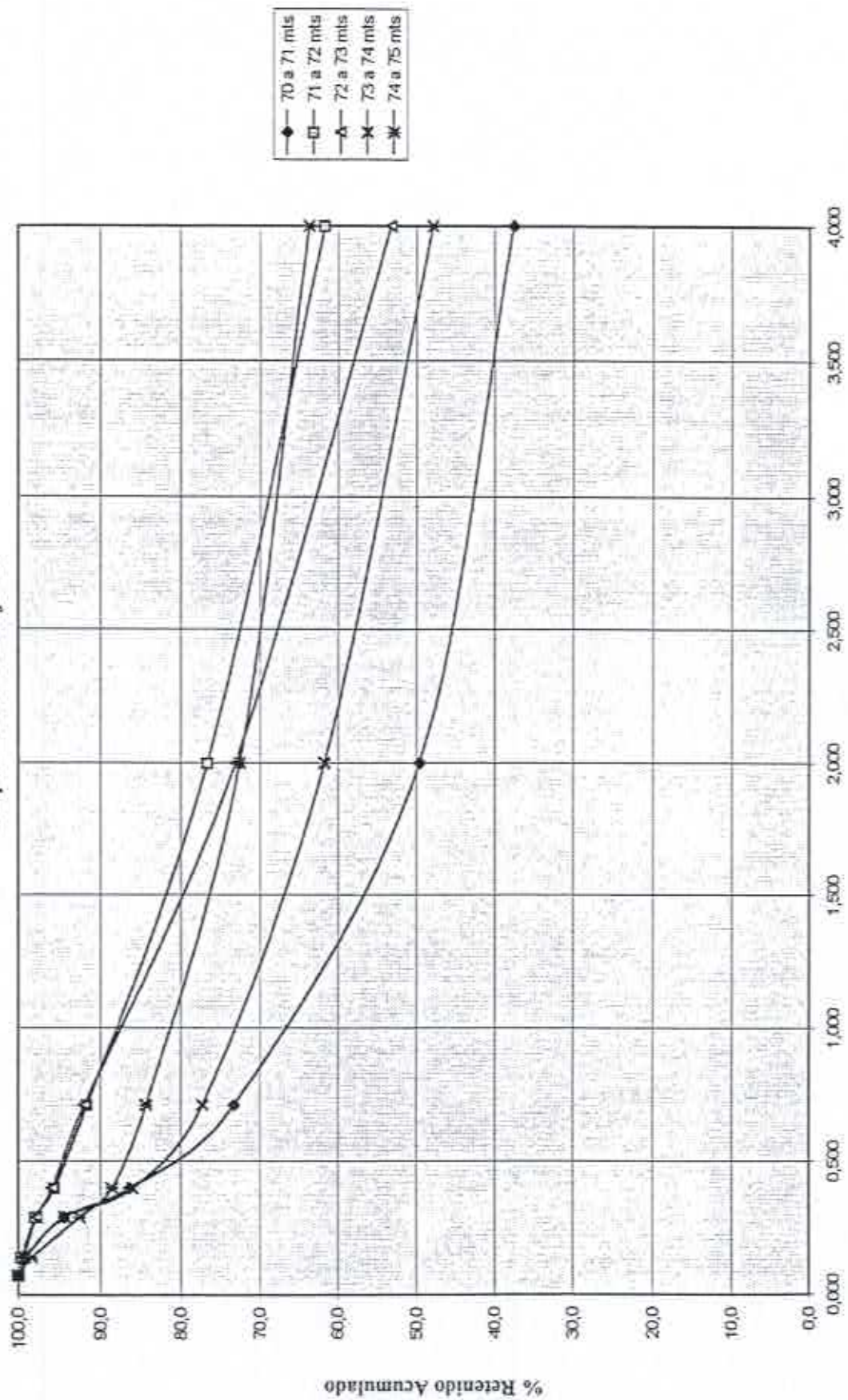
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



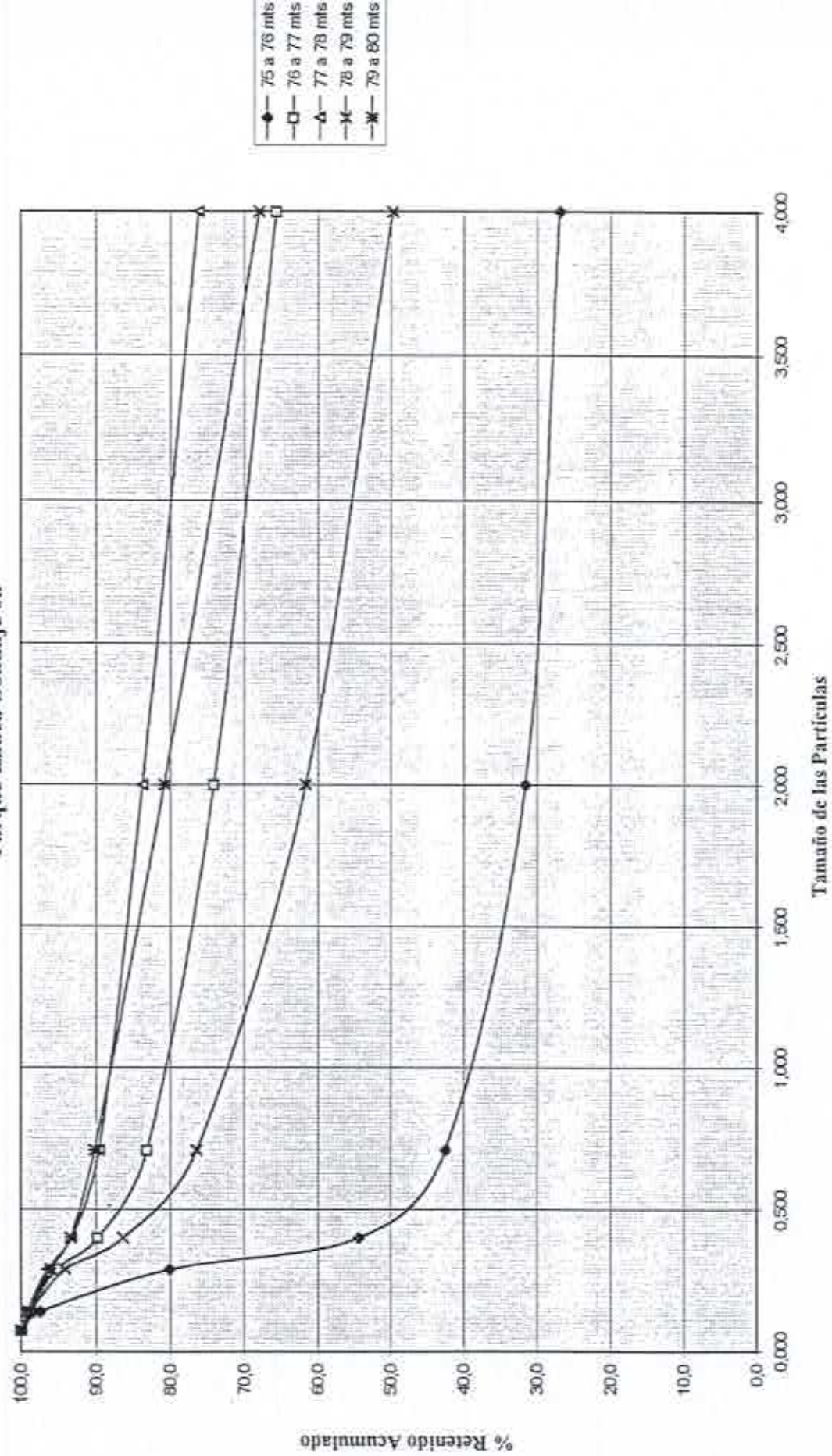
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



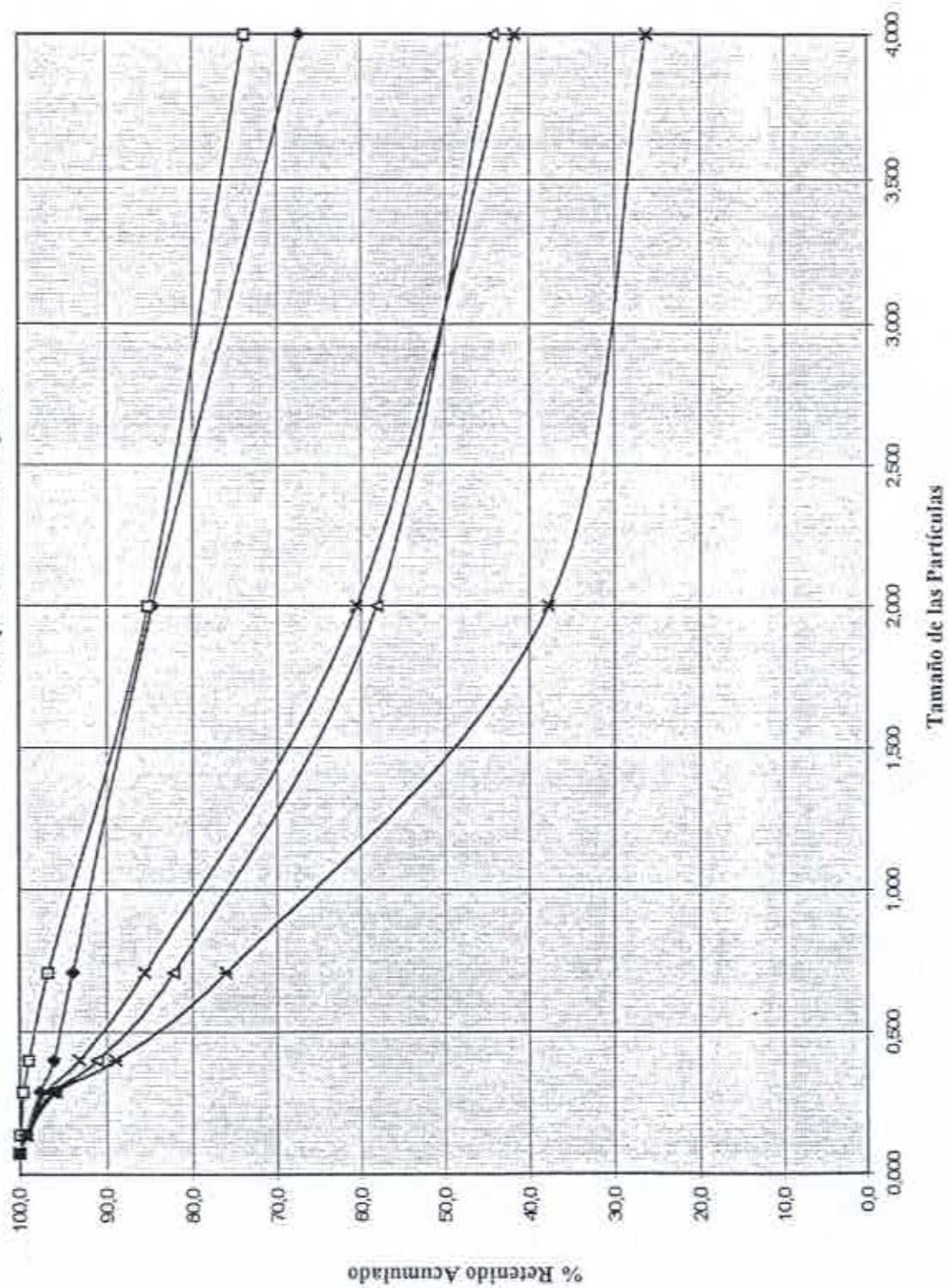
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



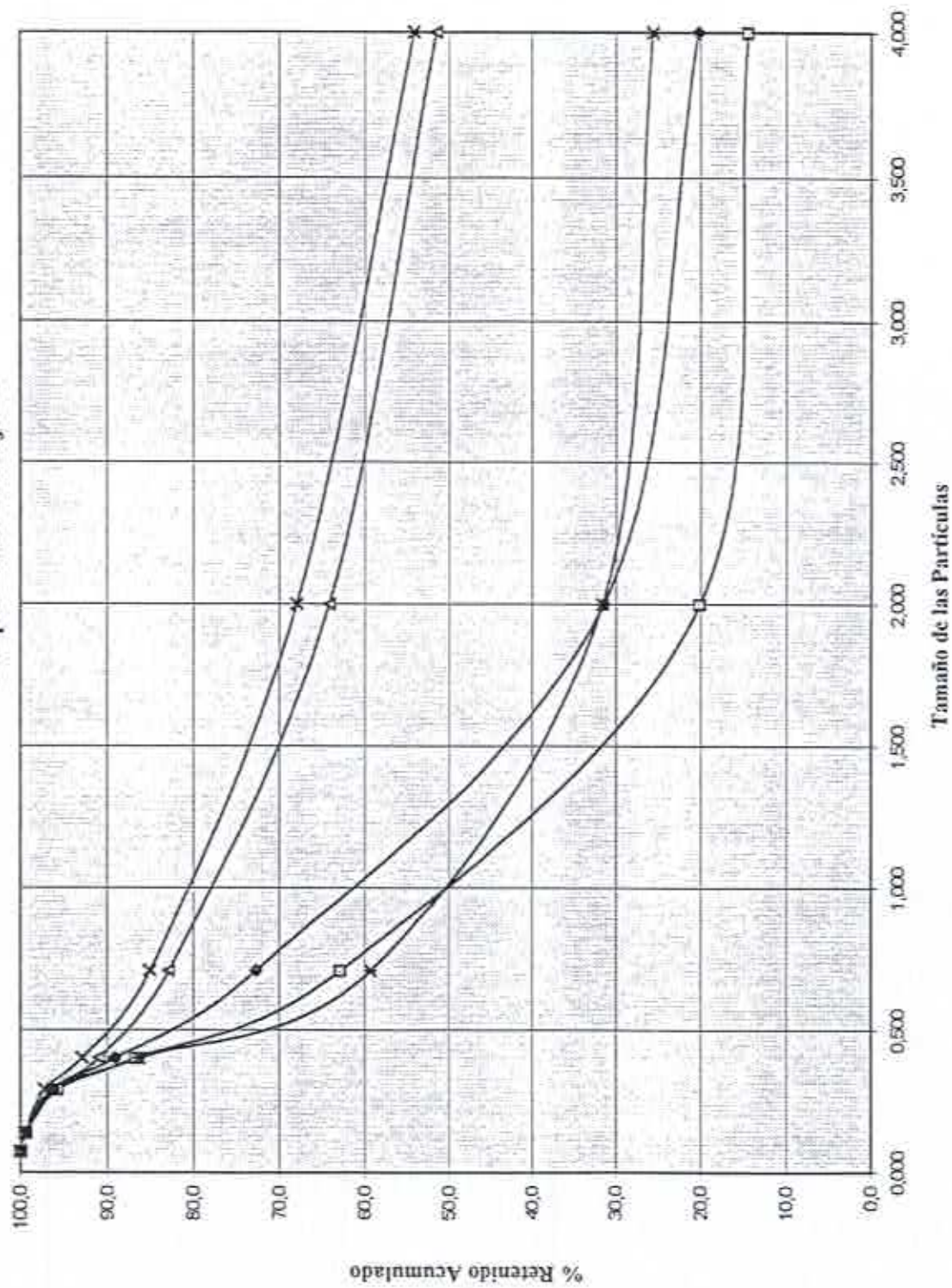
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



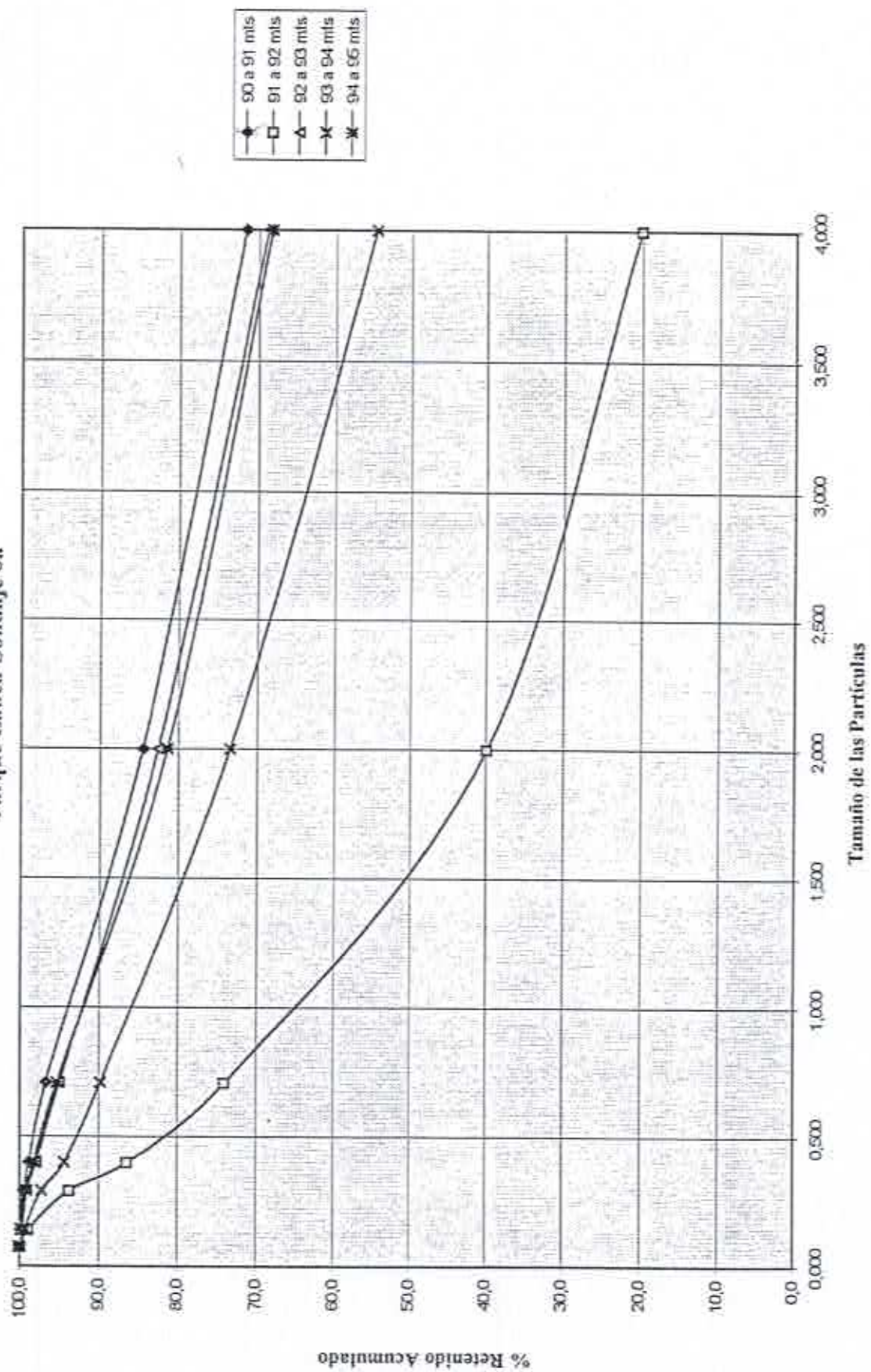
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



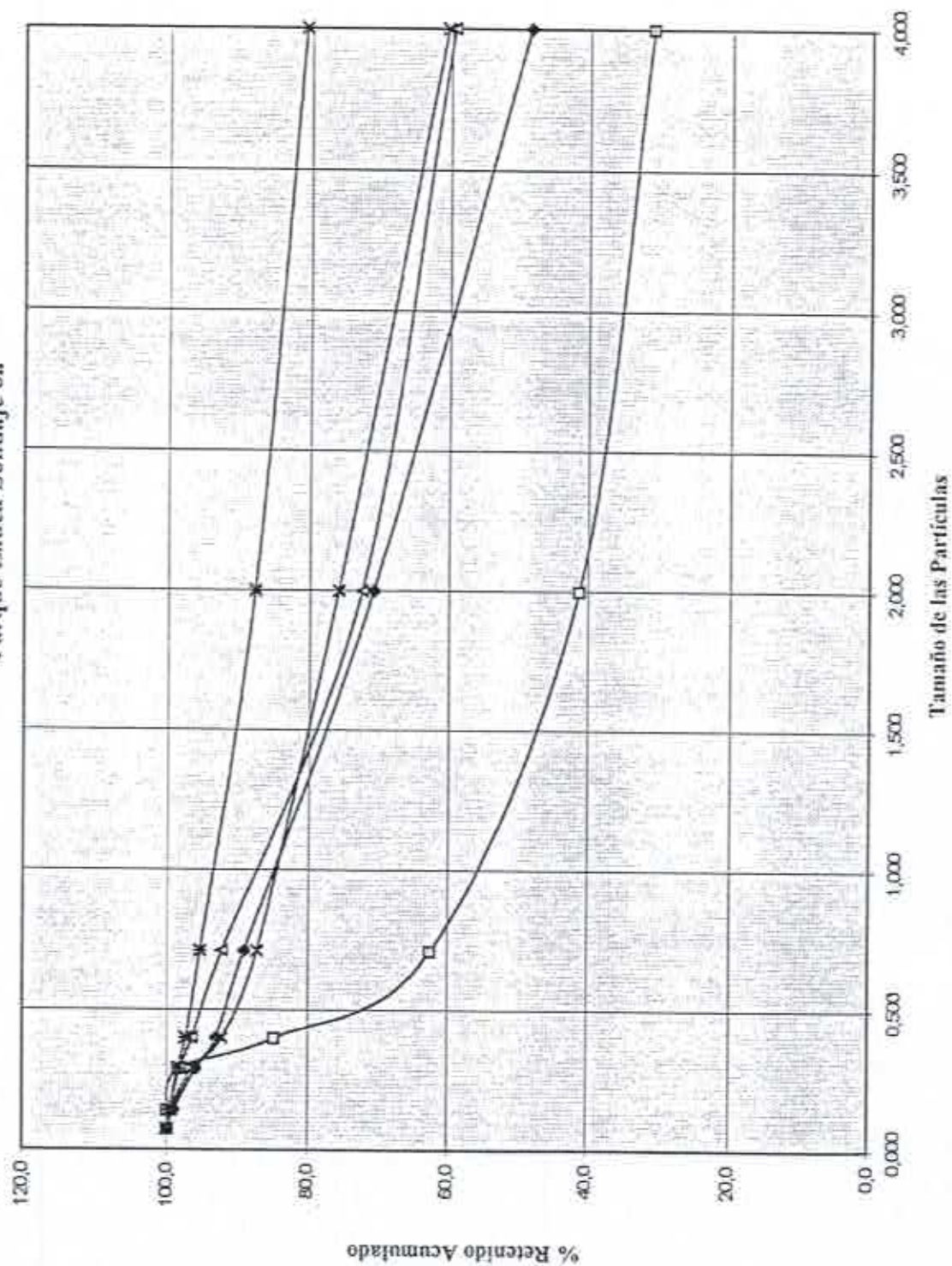
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



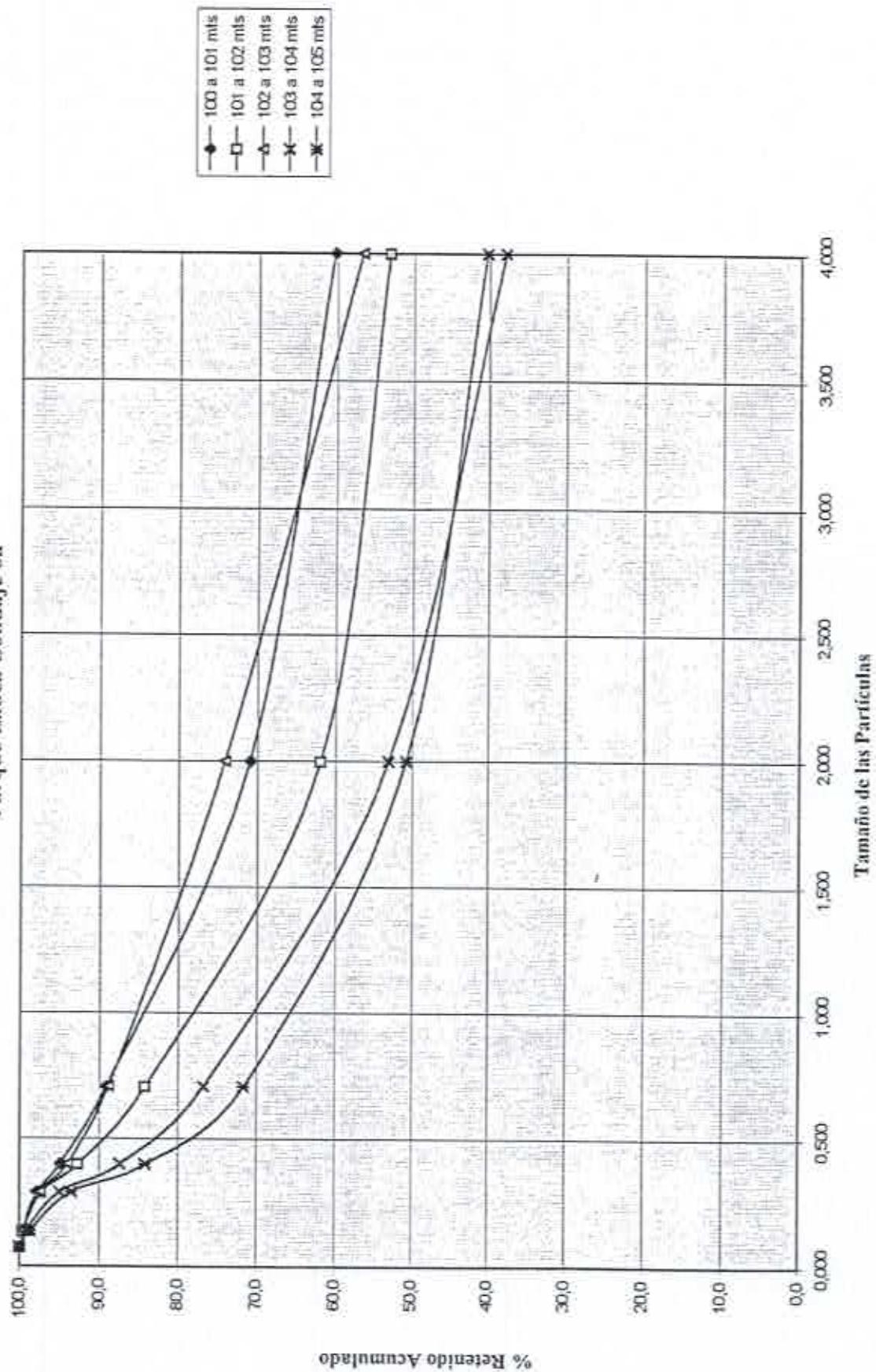
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



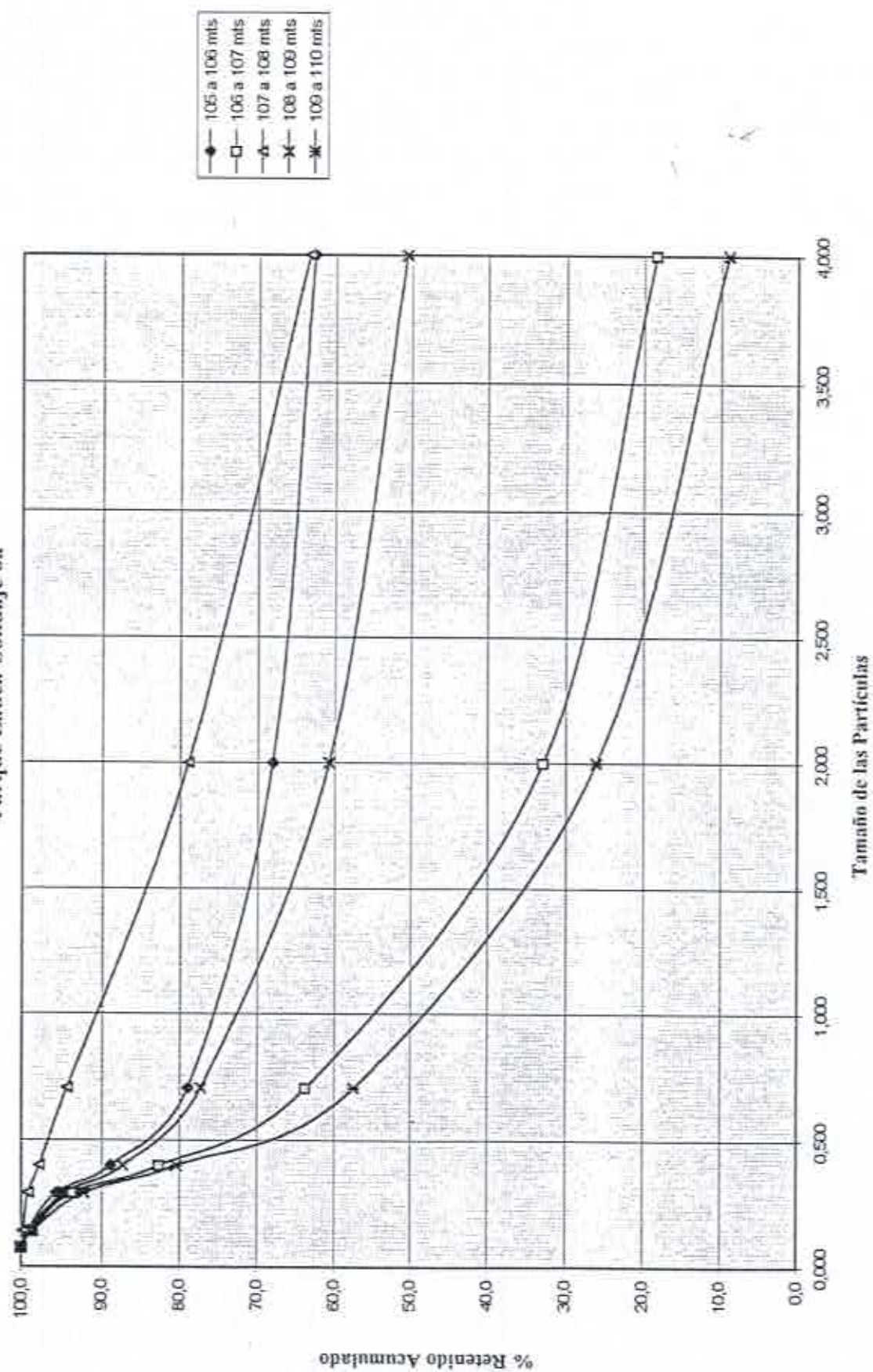
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



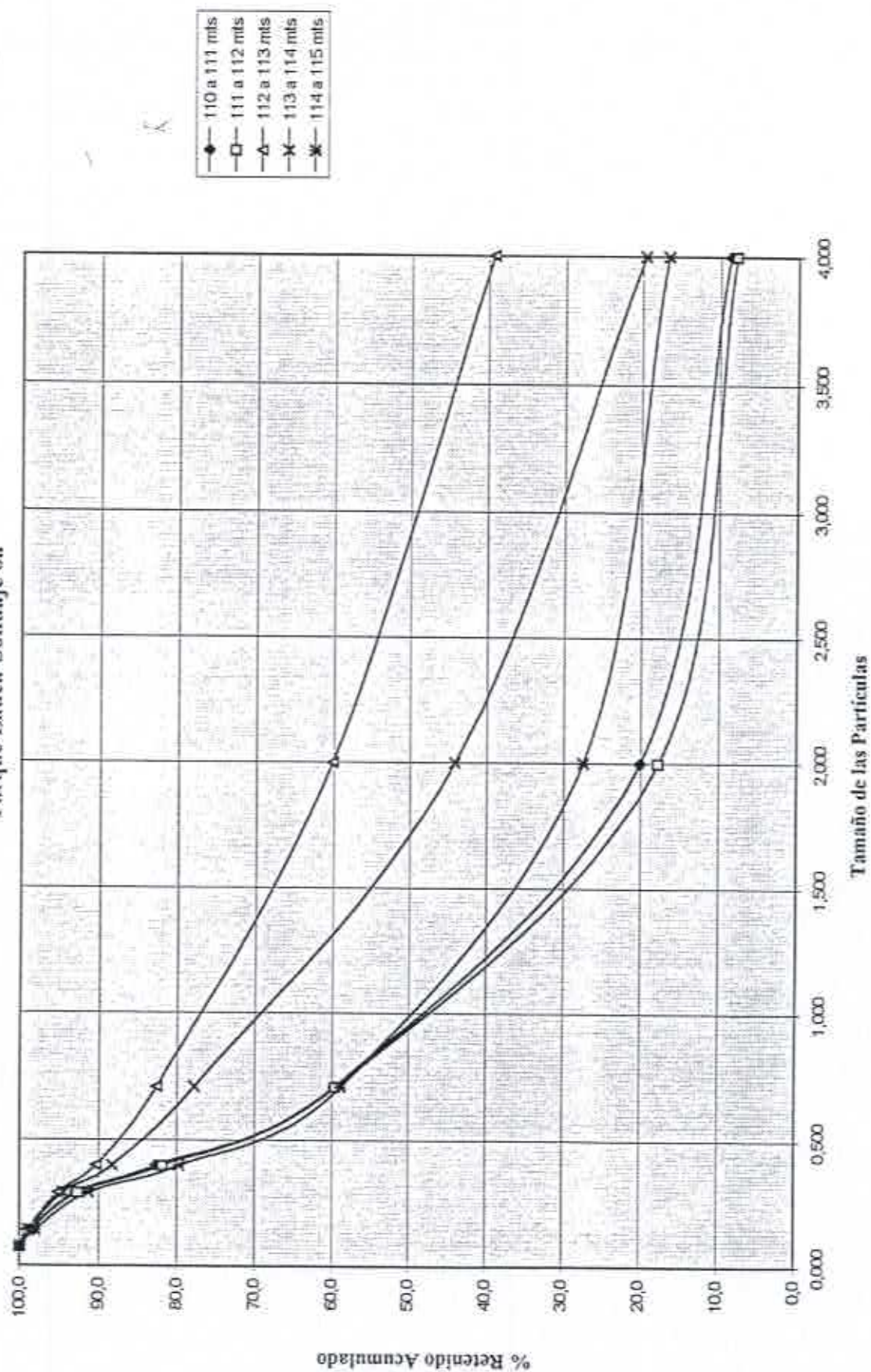
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



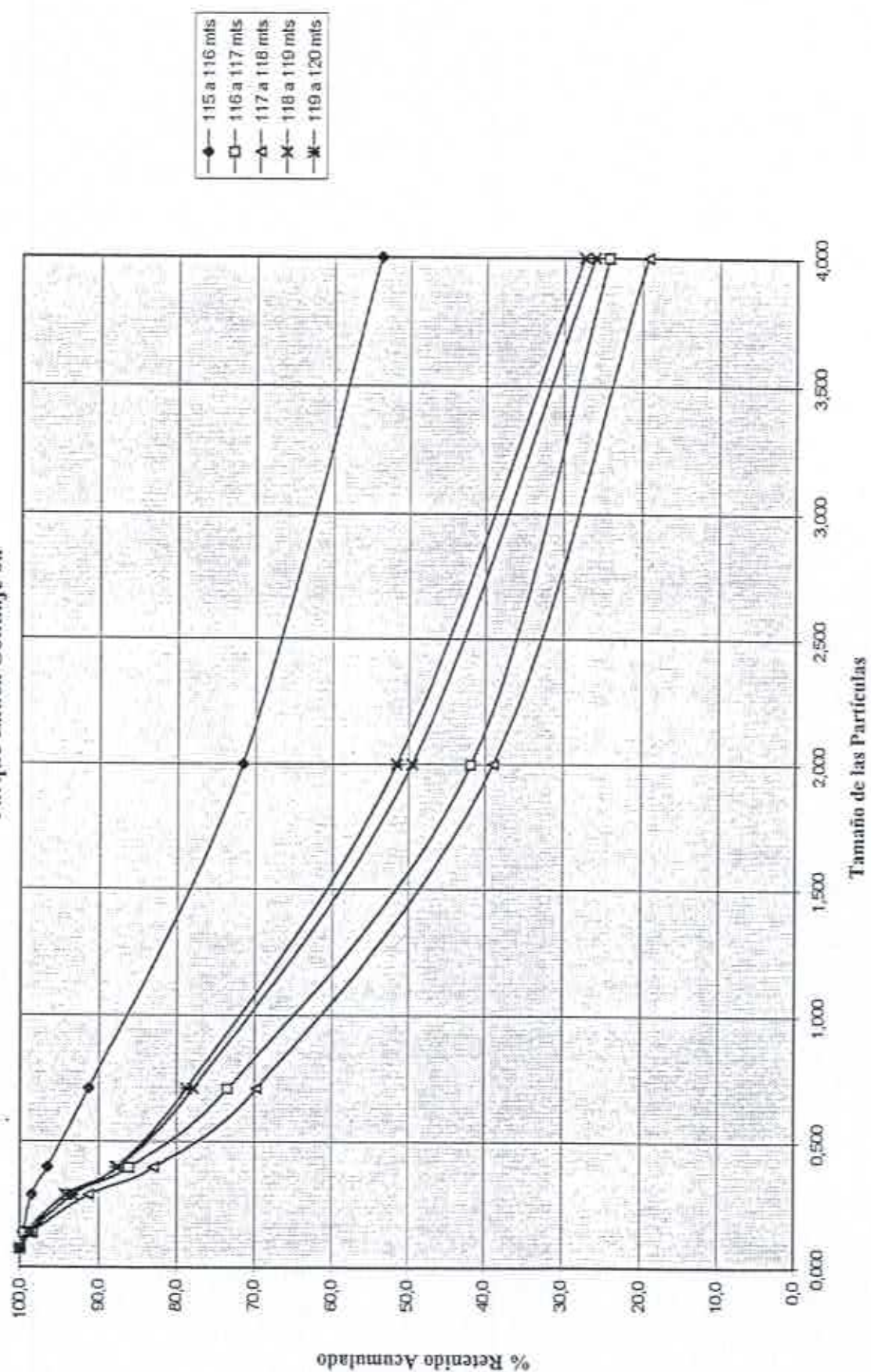
ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



ESSAT S.A.
Análisis Granulométricos
Parque Lauca-Sondaje 6a



PRUEBAS DE BOMBEO

PRUEBA DE BOMBEO GASTO VARIABLE

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO VARIABLE

SONDAJE
INICIO PRUEBA
MAESTRO PRUEBA
AYUDANTE
AYUDANTE

Arica, N° 6a.
 30/09/96
 Juan Bahamondes
 Edo. Figueroa
 Juan Olivares

BOMBA
COLUMNA 96,9 mts.
CHUPADOR 97,7 mts.
MOTOR Sumergible.
NIVEL REF. 0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
30/09/96	16:30	34,06	0	6 lts/seg	agua semi clara
		34,18	1		
		36,44	2		
		36,45	3		
		37,00	4		
		37,15	5		
		37,73	6		
		38,17	7		
		38,39	8		
		38,80	9		
	17:00	38,93	10	6 lts/seg	agua clara
		39,19	12		
		39,33	14		
		39,50	16		
		38,84	18		
		38,31	20		
		37,53	25		
		37,38	30		
		37,47	40		
		37,52	50		
	18:00	37,63	60	6 lts/seg	agua cristalina
		37,67	70		
		37,85	80		
		37,76	90		
		37,74	100		
		37,72	110		
		37,69	120		
		37,61	150		
		37,52	180		
		37,73	210		
	20:00	37,71	240	6 lts/seg	
		37,72	270		
	21:00	37,69	300	10 lts/seg	
		37,69	0		
		38,86	1		
		38,98	2		
		39,38	3		
30/09/96		39,42	4	10 lts/seg.	
		39,26	5		

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO VARIABLE

SONDAJE
 INICIO PRUEBA
 MAESTRO PRUEBA
 AYUDANTE
 AYUDANTE

Arica, N° 6a.
 30/09/96
 Juan Bahamondes
 Edo. Figueroa
 Juan Olivares

BOMBA
 COLUMNA 96,9 mts.
 CHUPADOR 97,7 mts.
 MOTOR Sumergible.
 NIVEL REF. 0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
30/09/96	22:00	39,51	6	10 lts/seg	agua cristalina
		39,58	7		
		39,63	8		
		39,64	9		
		39,62	10		
		39,98	12		
		40,02	14		
		40,02	16		
		40,05	18		
		40,11	20		
		40,05	25		
		40,07	30		
		40,07	40		
		40,44	50		
		40,41	60		
		40,30	70		
		40,21	80		
	23:00	40,19	90	10 lts/seg	agua clara
		40,18	100		
		40,15	110		
30/09/96 1/10/96	0:00	40,13	120	15 lts/seg	agua cristalina
		40,13	150		
		40,10	180		
		40,10	0		
		41,71	1		
		41,97	2		
		42,05	3		
		42,20	4		
		42,29	5		
		42,36	6		
		42,66	7		
		42,81	8		
		42,93	9		
		43,04	10		
		43,18	12		
		43,42	14		
		43,67	16		
		43,89	18		
1/10/96		43,97	20	15 lts/seg	

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO VARIABLE

SONDAJE
 INICIO PRUEBA
 MAESTRO PRUEBA
 AYUDANTE
 AYUDANTE

Arica, N° 6a.
 30/09/96
 Juan Bahamondes
 Edo. Figueroa
 Juan Olivares

BOMBA
 COLUMNA 96,9 mts.
 CHUPADOR 97,7 mts.
 MOTOR Sumergible.
 NIVEL REF. 0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES	
1/10/96	1:00	44,30	25	15 lts/seg	agua cristalina	
		44,50	30			
		44,67	40			
		44,86	50			
		44,98	60			
		45,04	70			
	2:00	45,02	80			
		45,07	90			
		45,08	100			
		45,16	110			
		45,22	120			
		45,24	150			
	3:00	44,94	180			
		44,85	210			
	4:00	44,78	240	15lts/seg		
		44,78	0			
		44,81	1	20 lts/seg		
		45,28	2			
		45,90	3			
		46,10	4			
		47,29	5			
		47,39	6			
		47,58	7			
		47,64	8			
		47,73	9			
		47,97	10			
		48,06	12			
		48,17	14			
		48,27	16			
		48,35	18			
		48,66	20			
		5:00	48,77	25		
	48,93		30			
	49,03		40			
	49,18		50			
	49,41		60			
	49,38		70			
	49,40		80			
49,49	90		20 lts/seg			

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO VARIABLE

SONDAJE
INICIO PRUEBA
MAESTRO PRUEBA
AYUDANTE
AYUDANTE

Arica, N° 6a.
 30/09/96
 Juan Bahamondes
 Edo. Figueroa
 Juan Olivares

BOMBA
COLUMNA 96,9 mts.
CHUPADOR 97,7 mts.
MOTOR Sumergible.
NIVEL REF. 0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
1/10/96	7:00	49,53	100	20 lts/seg	
		49,55	110		
		49,58	120		
	8:00	49,61	150		
		49,57	180		
		49,56	210		
	9:00	49,56	240		
		49,56	270	20 lts/seg	
		49,56	0	25 lts/seg	
	10:00	51,58	1		
		52,32	2		
		52,58	3		
		52,86	4		
		53,12	5		
		53,28	6		
		53,48	7		
		53,72	8		
		54,00	9		
		54,18	10		
		54,46	12		
		54,66	14		
		54,79	16		
		54,92	18		
		55,06	20		
		55,31	25		
		55,75	30		
		55,95	40		
		55,97	50		
	11:00	56,23	60		
		56,54	70		
		56,62	80		
	12:00	56,67	90		
		56,72	100		
		56,75	110		
	12:00	56,76	120		
		56,89	150		
		56,87	180	25 lts/seg	
	1/10/96	56,87	0		
		57,73	1	30 lts/seg	

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO VARIABLE

SONDAJE	Arica, N° 6a.	BOMBA	
INICIO PRUEBA	30/09/96	COLUMNA	96,9 mts.
MAESTRO PRUEBA	Juan Bahamondes	CHUPADOR	97,7 mts.
AYUDANTE	Edo. Figueroa	MOTOR	Sumergible.
AYUDANTE	Juan Olivares	NIVEL REF.	0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
1/10/96		59,09	2	30 lts/seg	
		59,08	3		
		59,08	4		
		59,18	5		
		59,46	6		
		59,82	7		
		60,06	8		
		61,70	9		
		62,19	10		
		62,52	12		
		63,04	14		
		63,61	16		
		64,00	18		
		64,37	20		
		64,64	25		
		65,22	30		
		66,00	40		
		66,78	50		
	13:00	67,16	60		agua cristalina
		67,91	70		
		67,97	80		
		68,14	90		
		68,30	100		
		68,51	110		
	14:00	68,66	120	30 lts/seg	agua cristalina
		68,67	150		
	15:00	68,60	180		
		68,69	210		
	16:00	68,75	240		
		68,90	270		
	17:00	68,90	300		
		69,00	330		
	18:00	69,00	360		
		69,07	390		
	19:00	69,07	420		
		69,07	450		
1/10/96	20:00	69,07	480	30 lts/seg	

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
RECUPERACION PRUEBA DE GASTO VARIABLE

SONDAJE Arica, N° 6a.
 INICIO PRUEBA 30/09/96
 MAESTRO PRUEBA Juan Bahamondes
 AYUDANTE Edo. Figueroa
 AYUDANTE Juan Olivares

BOMBA
 COLUMNA 96,9 mts.
 CHUPADOR 97,7 mts.
 MOTOR Sumergible.
 NIVEL REF. 0,42 mts.

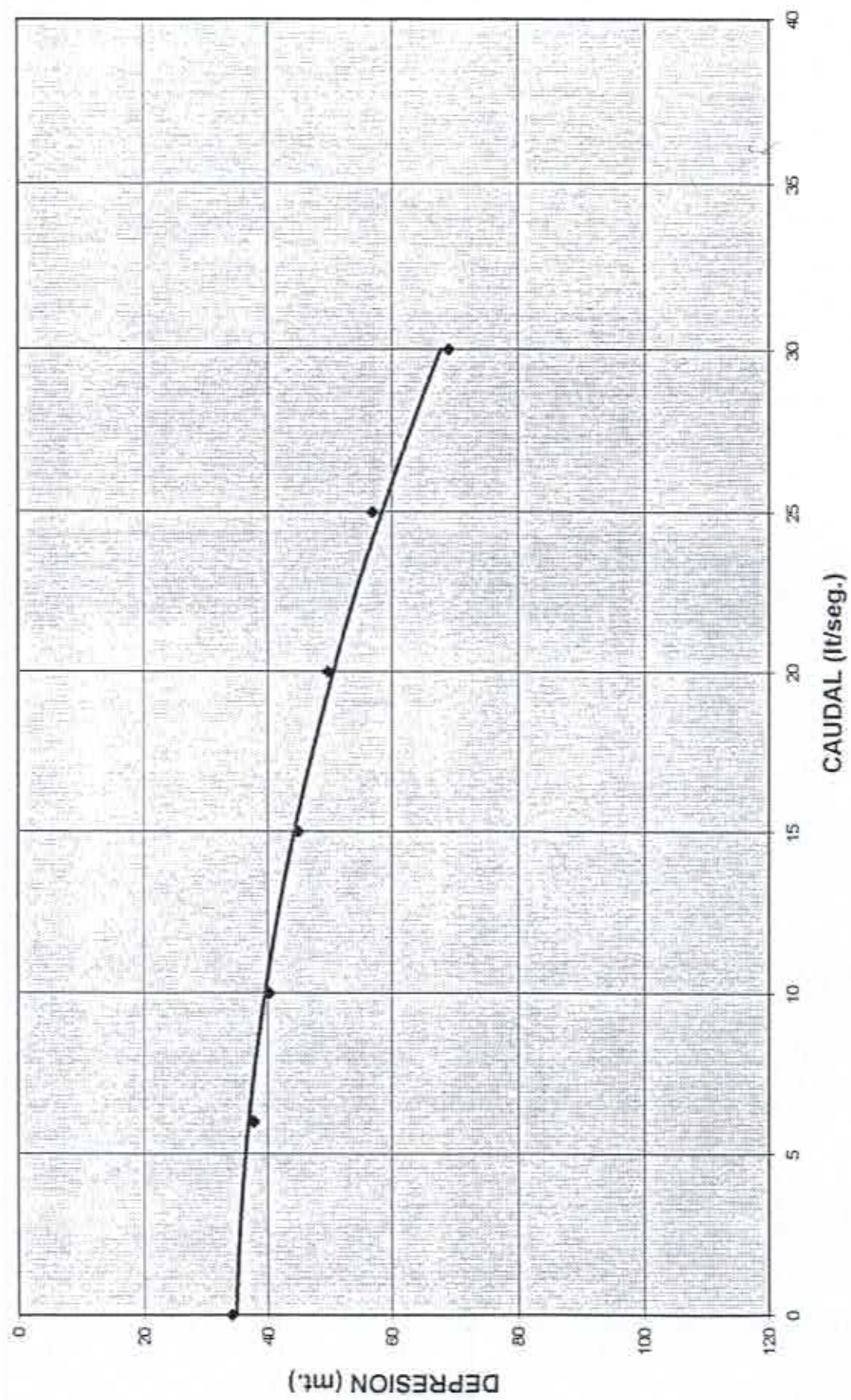
FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
1/10/96	15:30	69,00	0		Toma de recuperación.
		63,47	1		
		57,44	2		
		53,82	3		
		46,43	4		
		45,59	5		
		44,19	6		
		42,85	7		
		42,21	8		
		41,46	9		
		40,62	10		
		39,81	12		
	16:00	39,23	14		
		38,53	16		
		38,02	18		
		37,55	20		
		36,77	25		
		36,36	30		
		35,96	40		
		35,62	50		
		35,36	60		
		35,15	70		
		34,97	80		
		34,88	90		
	17:00	34,79	100		
		34,71	110		
		34,66	120		
1/10/96	18:00	34,52	150		
		34,42	180		

CAPTAGUA INGENIERIA S. A.


 JAIME DANIEL BAUERLE
 Constructor Civil

**GRAFICO PRUEBA DE BOMBEO
GASTO VARIABLE**

ESSAT S.A.
SONDAJE ARICA N° 6a
PRUEBA DE GASTO VARIABLE



PRUEBA DE BOMBEO GASTO CONSTANTE

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO CONSTANTE

SONDAJE	Arica, N° 6a.	BOMBA
INICIO PRUEBA	3/10/96	COLUMNA 96,9 mts.
MAESTRO PRUEBA	Juan Bahamondes	CHUPADOR 97,7 mts.
AYUDANTE	Edo. Figueroa	MOTOR Sumergible.
AYUDANTE	Juan Olivares	NIVEL REF. 0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
3/10/96	10:30	34,25	0	30 lts/seg	
		42,32	1		
		45,14	2		
		46,39	3		
		47,36	4		
		48,31	5		
		49,48	6		
		50,17	7		
		51,25	8		
		51,63	9		
		52,36	10		
		53,63	12		
		55,14	14		
		56,05	16		
		56,59	18		
	11:00	57,18	20		
		59,24	25		
		59,89	30		
		59,93	40		
		61,28	50		
		62,41	60		
		62,91	70		
		63,38	80		
		63,60	90		
		63,85	100		
	12:00	64,12	110		
		65,07	120		
		65,90	150		
		66,14	180		
	14:00	66,30	210		
		67,00	240		
	15:00	67,13	270		
		67,25	300		
	16:00	67,39	330		
		67,54	360		
	17:00	67,67	390		
		68,50	420		
	18:00	68,56	450		
		68,77	480		
3/10/96				30 lts/seg	

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
GASTO CONSTANTE

SONDAJE

INICIO PRUEBA

MAESTRO PRUEBA

AYUDANTE

AYUDANTE

Arica, N° 6a.

3/10/96

Juan Bahamondes

Edo. Figueroa

Juan Olivares

BOMBA

COLUMNA 96,9 mts.

CHUPADOR 97,7 mts.

MOTOR Sumergible.

NIVEL REF. 0,42 mts.

FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
3/10/96	19:00	68,81	510	30 lts/seg	
		68,85	540		
	20:00	68,91	570		
		69,66	600		
	21:00	69,25	630		
		69,29	660		
	22:00	69,18	690		
		69,29	720		
	23:00	69,27	750		
		69,24	780		
3/10/96 4/10/96	0:00	69,23	810		
		69,23	840		
	1:00	69,52	870		
		69,38	900		
	2:00	69,26	930		
		69,09	960		
	3:00	69,38	990		
		69,26	1020		
	4:00	69,25	1050		
		69,46	1080		
4/10/96	5:00	69,27	1110		
		69,40	1140		
	6:00	69,23	1170		
		69,20	1200		
	7:00	69,52	1230		
		69,06	1260		
	8:00	69,12	1290		
		69,42	1320		
	9:00	69,35	1350		
		69,39	1380		
4/10/96	10:00	69,34	1410	30 lts/seg	
		69,34	1440		

ESSAT S.A.
INFORME PRUEBA DE BOMBEO
RECUPERACION PRUEBA DE GASTO CONSTANTE

SONDAJE Arica, N° 6a.
 INICIO PRUEBA 3/10/96
 MAESTRO PRUEBA Juan Bahamondes
 AYUDANTE Edo. Figueroa
 AYUDANTE Juan Olivares

BOMBA
 COLUMNA 96,9 mts.
 CHUPADOR 97,7 mts.
 MOTOR Sumergible.
 NIVEL REF. 0,42 mts.

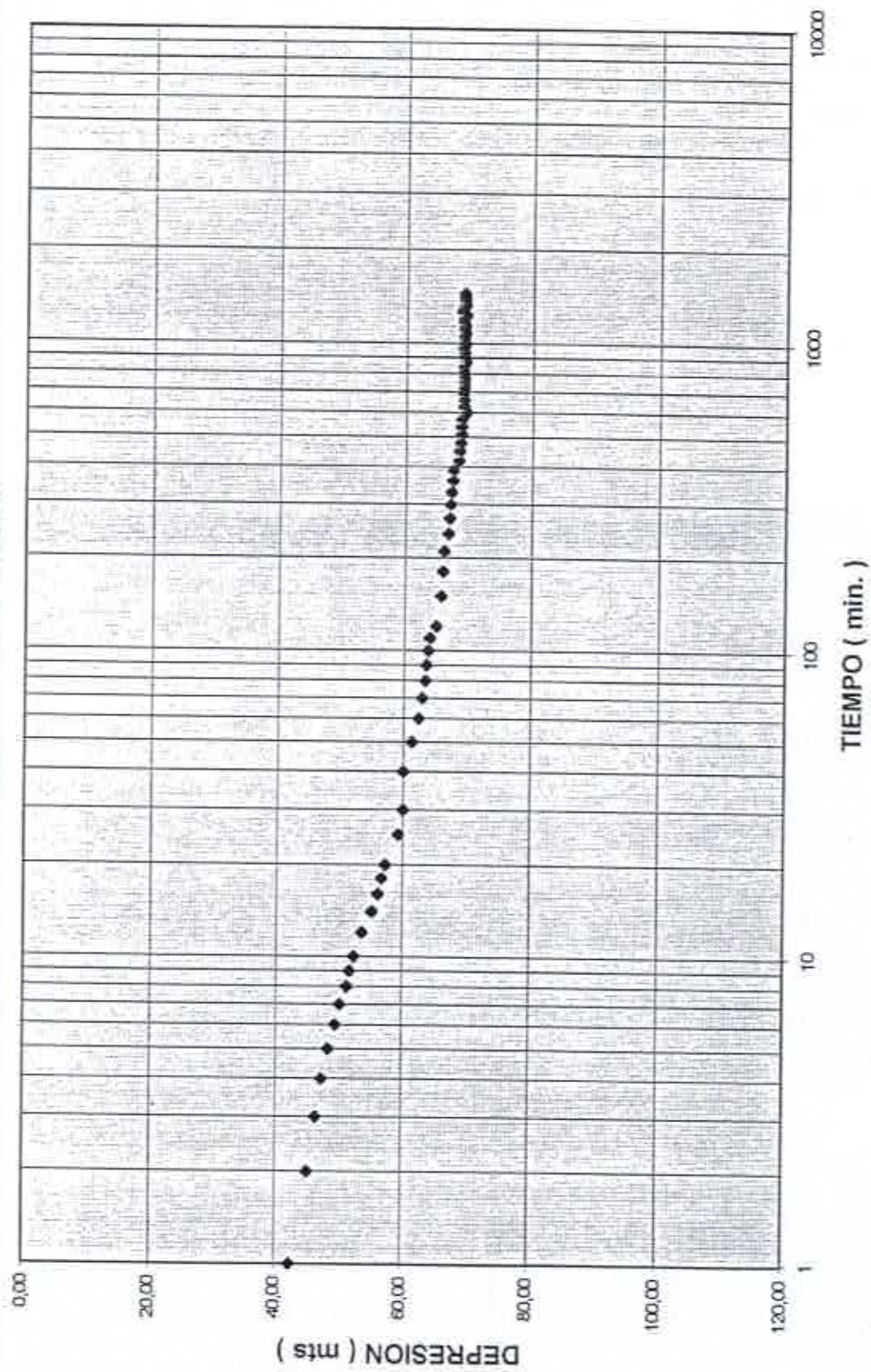
FECHA	HORA	NIVEL	TIEMPO DEPRESION	GASTO lts/seg	OBSERVACIONES
4/10/96	10:30	69,34	0		Toma de recuperación.
		64,03	1		
		55,66	2		
		48,35	3		
		46,73	4		
		45,85	5		
		44,61	6		
		43,24	7		
		42,28	8		
		41,83	9		
		40,90	10		
		39,87	12		
	11:00	39,48	14		
		38,73	16		
		38,23	18		
		37,77	20		
		36,93	25		
		36,62	30		
		36,13	40		
		35,85	50		
		35,60	60		
		35,37	70		
		35,17	80		
	12:00	34,66	90		
		34,66	100		
		34,64	110		
		34,64	120		
		34,64	150		
		34,59	180		
4/10/96	13:00				

CAPTAGUA INGENIERIA S.A.

JAIÑE DANIEL BAUERLE
 Constructor Civil

**GRAFICO PRUEBA DE BOMBEO
GASTO CONSTANTE**

ESSAT S.A.
PRUEBA DE BOMBEO
GASTO CTE 30 lts/seg.



**ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO
DE MUESTRAS DE AGUA**

INFORME DE ANALISIS N° 1553

LUGAR MUESTREO : Pozo N° 6-A Explotación
 CIUDAD O LOCALIDAD : Arica
 REGION : Primera Región
 TIPO DE AGUAS : Agua dulce
 SOLICITADO POR : Captagua
 FECHA DE MUESTREO : 4-10-96
 FECHA DE LLEGADA LABORATORIO : 7-10-96
 MUESTREADO POR : El Cliente

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA POTABLE NORMA NCh 409

PARAMETROS	UNIDAD	NCh 409	RESULTADO	FECHA ANALISIS
pH		6,00 - 8,5	7.17	8-10-96
Temperatura	°C	*	23.2	8-10-96
Conductividad	us/cm a 25°C	*	1862	8-10-96
Turbiedad	UNT	5	28	8-10-96
Color Verdadero	Pt-Co	20	5	8-10-96
Olor		Inodora	inodora	8-10-96
Sabor		Insípida	insípida	8-10-96
Amoniaco	mg/L N-NH3	0,25	0.17	14-10-96
Arsénico	mg/L As	0,05	0.009	15-10-96
Cadmio	mg/L Cd	0,01	< 0.01	10-10-96
Calcio	mg/L Ca	*	281	14-10-96
Cinc	mg/L Zn	5	0.01	10-10-96
Cianuro	mg/L CN	0,20	< 0.05	9-10-96
Cloruros	mg/L Cl	250	326	14-10-96
Cobre	mg/L Cu	1,0	< 0.01	10-10-96
Compuestos Fenólicos	mg/L	0,002	< 0.002	10-10-96
Cromo + 6	mg/L Cr	0,05	< 0.01	11-10-96
Detergente	mg/L SAAM-LAS	0,50	0.02	14-10-96
Dureza Total	mg/L CaCO3	*	767	14-10-96
Fluoruro	mg/L F	1,5	0.16	11-10-96
Hierro	mg/L Fe	0,3	2.96	11-10-96
Magnesio	mg/L Mg	125	16.2	14-10-96
Manganeso	mg/L Mn	0,10	0.05	10-10-96
Mercurio	mg/L Hg	0,001	< 0.001	15-10-96
Nitratos	mg/L N-NO3	10	5.65	8-10-96
Nitritos	mg/L N-NO2	1	< 0.01	8-10-96
Plomo	mg/L Pb	0,05	< 0.01	10-10-96
Sólidos Disueltos	mg/L	1000	1 540	9-10-96
Selenio	mg/L Se	0,01	< 0.001	10-10-96
Sulfatos	mg/L SO4	250	316	12-10-96

1553.2

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA POTABLE

PARAMETROS	UNIDAD	NCh 409	RESULTADO	FECHA ANALISIS
Recuento en placa a 35° C	UFC/mL			
Coliformes Totales	NMP/100 mL		8.0	8-10-96
Coliformes Fecales	NMP/100 mL		< 2.0	10-10-96
Cloro Residual	mg/L Cl		0.0	8-10-96
Turbiedad	UNT		28	8-10-96

(*) No Normalizado en Norma Chilena NCh 409


 Ximena Cuadros Moya
 Licenciado en Química


 Cristián Gálvez Miranda
 Ingeniero Civil

METODO DE ANALISIS:

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition, 1995, APHA, AWWA, WEF

PLANO DE CONSTRUCCION