

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“NIVELACIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS  
EN INVERNADEROS DE PROPAGACION DE CULTIVOS DE  
CUCURBITACEAS – QUILMANA – CAÑETE - PERU”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRICOLA**

**OSCAR ALBERTO LEYVA BRAVO**

**LIMA – PERÚ**

**2022**



## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	TSP LEYVA 2023.pdf (D156144372)
<b>Submitted</b>	1/17/2023 2:03:00 PM
<b>Submitted by</b>	JOSE BERNARDINO ARAPA QUISPE
<b>Submitter email</b>	jarapa@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	5%
<b>Analysis address</b>	jarapa.unalm@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>1532404519_419__Nivelación_de_Terrenos.pdf</b> Document 1532404519_419__Nivelación_de_Terrenos.pdf (D40735141)	 <b>26</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://quod.lib.umich.edu/u/umhistmath/ABS3153.0010.001?rgn=main;view=fulltext">https://quod.lib.umich.edu/u/umhistmath/ABS3153.0010.001?rgn=main;view=fulltext</a> Fetched: 11/26/2019 7:36:30 AM	 <b>1</b>

---

## Entire Document

---

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales del presente trabajo (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual) UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA "NIVELACION Y MOVIMIENTO DE TIERRAS EN INVERNADEROS DE PROPAGACION DE CULTIVOS DE CUCURBITACEAS – QUILMANA – CAÑETE - PERU" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRICOLA OSCAR ALBERTO LEYVA BRAVO LIMA – PERÚ 2023

DEDICATORIA A mis padres Juan y Mariella por todo su esfuerzo y sacrificio por darme las herramientas necesarias para tener un mejor futuro. A mis hermanas Alessandra y Katty por su confianza en y apoyo incondicional durante toda mi trayectoria universitaria. A mis sobrinos Joaquín y Juan David por ser la razón de nunca bajar los brazos.

AGRADECIMIENTO Un agradecimiento especial al Ing. José Arapa Quispe por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“NIVELACIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS EN INVERNADEROS  
DE PROPAGACION DE CULTIVOS DE CUCURBITACEAS –  
QUILMANA – CAÑETE - PERU”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. OSCAR ALBERTO LEYVA BRAVO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mestre **JORGE LUIS DÍAZ RIMARACHÍN**  
Presidente

Ing. **JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE**  
Asesor

Dr. **ISSAAK RAFAEL VÁSQUEZ ROMERO**  
Miembro

Mg. Sc. **ALEXIS ENRIQUE RUBIO VALLE**  
Miembro

LIMA – PERU

2022

## **DEDICATORIA**

A mis padres Juan y Mariella por todo su esfuerzo y sacrificio por darme las herramientas necesarias para tener un mejor futuro. A mis hermanas Alessandra y Katty por su confianza en y apoyo incondicional durante toda mi trayectoria universitaria. A mis sobrinos Joaquín y Juan David por ser la razón de nunca bajar los brazos.



## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial al Ing. José Arapa Quispe por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problemática .....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Levantamiento Topográfico.....	3
2.1.1. Reconocimiento del Terreno .....	3
2.1.2. Trabajo de Campo .....	4
2.1.3. Trabajo de Gabinete.....	4
2.2. Métodos de Nivelación .....	4
2.2.1. Nivelación directa o geométrica .....	5
2.2.2. Nivelación indirecta.....	6
2.3. Perfiles y Volumetría .....	7
2.3.1. Perfiles Longitudinales .....	7
2.3.2. Secciones Transversales .....	8
2.3.3. Cálculo de Volúmenes de Movimiento de Tierras .....	8
2.4. Esponjamiento.....	10
2.5. Compactación .....	11
2.6. Maquinaria para Movimiento de Tierras por Empuje.....	11
2.6.1. Tractor Topador – Bulldozer .....	12
III. DESARROLLO DEL TRABAJO .....	18
3.1. Antecedentes .....	18
3.1.1. Ubicación del Proyecto.....	18
3.1.2. Topografía .....	19
3.1.3. Parcelación del campo .....	19
3.1.4. Diseño de riego.....	21
3.2. Verificación de Levantamiento Topográfico .....	22
3.3. Trabajo de Gabinete.....	24

3.3.1.	Creación de perfiles longitudinales .....	24
3.3.2.	Diseño de terrazas.....	26
3.3.3.	Creación de perfiles transversales .....	27
3.3.4.	Cálculo de movimiento de tierras.....	27
3.3.5.	Determinación de cotas de proyecto.....	28
3.3.6.	Cálculo de producción de maquinaria .....	28
3.3.7.	Elaboración de presupuesto .....	29
3.4.	Replanteo de cotas de proyecto.....	30
3.5.	Movimiento de tierras .....	32
3.5.1.	Corte y relleno de terrazas .....	32
3.5.2.	Perfilado final de terrazas .....	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
V.	CONCLUSIONES .....	37
VI.	RECOMENDACIONES .....	38
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
VIII.	ANEXOS.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ángulos de talud en reposo y factor $1/(2\text{tg}\alpha)$ .....	14
Tabla 2. Factores de corrección según las condiciones de trabajo.....	17
Tabla 3. Pendientes longitudinales de las tuberías colectoras de drenaje .....	25
Tabla 4. Pendientes longitudinales y transversales de las terrazas.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Métodos de nivelación usualmente empleados .....	5
Figura 2. Nivelación directa o geométrica.....	6
Figura 3. Nivelación trigonométrica.....	6
Figura 4. Perfil longitudinal de la superficie topográfica .....	7
Figura 5. Sección transversal de la superficie topográfica .....	8
Figura 6. Fases de trabajo con hoja topadora .....	13
Figura 7. Forma teórica de la carga .....	14
Figura 8. Producción calculada para hojas rectas D6-D7-814-824-834.....	16
Figura 9. % de pendiente vs. Factor de empuje.....	17
Figura 10. Ubicación del proyecto de nivelación y movimiento de tierras. ....	18
Figura 11. Plano del levantamiento topográfico de los campos Ana y Felipe. ....	19
Figura 12. División del campo en módulos. ....	20
Figura 13. Diseño del sistema de riego y sistema de colectoras de drenaje. ....	22
Figura 14. Enmallado en campo para levantamiento geométrico. ....	23
Figura 15. Superficie creada del levantamiento topográfico por el método de nivelación geométrica. ....	24
Figura 16. Presupuesto elaborado para el proyecto de nivelación y movimiento de tierras. ....	30
Figura 17. Disposición de ubicación de estacas para replanteo .....	31
Figura 18. Ubicación de estacas en secciones de relleno .....	31
Figura 19. Ubicación de estacas en campo en secciones de relleno.....	32
Figura 20. Ubicación de estacas en secciones de corte .....	32
Figura 21. Tractor Bulldozer realizando corte de suelo. ....	33
Figura 22. Tractor con rufa hidráulica en nivelación final. ....	33
Figura 23. Nivelación final del plano de nivelación válvula 21 .....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Perfiles longitudinales de los módulos del Campo Ana .....	40
Anexo 2: Perfiles longitudinales de los módulos del Campo Felipe .....	42
Anexo 3: Plano de levantamiento topográfico .....	47
Anexo 4: Secciones transversales terraza válvula 09 .....	48
Anexo 5: Secciones transversales terraza válvula 10 .....	49
Anexo 6: Secciones transversales terraza válvula 11 .....	50
Anexo 7: Secciones transversales terraza válvula 12 .....	51
Anexo 8: Secciones transversales terraza válvula 13 .....	52
Anexo 9: Secciones transversales terraza válvula 14 .....	53
Anexo 10: Secciones transversales terraza válvula 15 .....	54
Anexo 11: Secciones transversales terraza válvula 16 .....	55
Anexo 12: Secciones transversales terraza válvula 21 .....	56
Anexo 13: Secciones transversales terraza válvula 22 .....	57
Anexo 14: Secciones transversales terraza válvula 23 .....	58
Anexo 15: Secciones transversales terraza válvula 24 .....	59
Anexo 16: Secciones transversales terraza válvula 25 .....	60
Anexo 17: Secciones transversales terraza válvula 26 .....	61
Anexo 18: Secciones transversales terraza válvula 27 .....	62
Anexo 19: Secciones transversales terraza válvula 29 .....	63
Anexo 20: Secciones transversales terraza válvula 30 .....	64
Anexo 21: Secciones transversales terraza válvula 31 .....	65
Anexo 22: Secciones transversales terraza válvula 32 .....	66
Anexo 23: Secciones transversales terraza válvula 33 .....	67
Anexo 24: Secciones transversales terraza válvula 34 .....	68
Anexo 25: Secciones transversales terraza válvula 35 .....	69
Anexo 26: Secciones transversales terraza válvula 36 .....	70
Anexo 27: Secciones transversales terraza válvula 37 .....	71
Anexo 28: Secciones transversales terraza válvula 38 .....	72
Anexo 29: Secciones transversales terraza válvula 39 .....	73
Anexo 30: Secciones transversales terraza válvula 40 .....	74
Anexo 31: Secciones transversales terraza válvula 41 .....	75

Anexo 32: Secciones transversales terraza válvula 42 .....	76
Anexo 33: Secciones transversales terraza válvula 43 .....	77
Anexo 34: Secciones transversales terraza válvula 44 .....	78
Anexo 35: Secciones transversales terraza válvula 46 .....	79
Anexo 36: Secciones transversales terraza válvula 47 .....	80
Anexo 37: Secciones transversales terraza válvula 48 .....	81
Anexo 38: Secciones transversales terraza válvula 49 .....	82

## RESUMEN

El presente trabajo de nivelación y movimiento de tierras se realizó en el distrito de Quilmaná, provincia de Cañete, región Lima. Se realizaron 35 terrazas de 0.5ha distribuidas en 18 módulos de invernadero, con el fin de lograr superficies con pendiente uniforme para el drenaje de los campos. El proyecto contó con un levantamiento topográfico mediante estación total, con una densidad aproximada de 28 puntos por hectárea. El procedimiento consistió primeramente en la realización de una inspección visual de campo y verificación del levantamiento con un nivel. Los datos topográficos de campo se procesaron mediante el software AutoCAD CIVIL 3D para la superficie del terreno natural. A continuación, se diseñaron las terrazas con una pendiente transversal de 1% y la pendiente longitudinal como el promedio de las pendientes longitudinales, y finalmente se obtuvieron las cotas de proyecto a replantar. El cálculo del movimiento de tierras de corte y relleno se realizó con una relación aproximada a 1.3, obteniéndose cortes y rellenos de entre 20 y 80cm. Del trabajo topográfico realizado en campo, se logró nivelar todos los campos sin exceder el presupuesto inicialmente proyectado y en el plazo solicitado.

**Palabras clave:** Nivelación, movimiento de tierras, invernaderos, topografía, plano de nivelación.



## ABSTRACT

This leveling and earthworks work was carried out in the district of Quilmaná, province of Cañete, Lima region. Thirty-five leveling plans of 0.5ha were made, divided into 18 greenhouse modules, in order to achieve surfaces with a uniform slope for the drainage of the fields. The project had a topographic survey using a total station, with an approximate density of 28 points per hectare. The procedure consisted first of a visual field inspection and verification of the survey with a level. Field topographic data was processed using AutoCAD CIVIL 3D software for the natural terrain surface. Then the leveling plans were designed with a transverse slope of 1% and the longitudinal slope as the average of the longitudinal slopes, and finally the project dimensions to be set out were obtained. The calculation of the cut and fill earthworks was carried out with an approximate ratio of 1.3, obtaining cuts and fills of between 30 and 60cm. From the topographical work carried out in the field, it was possible to level all the fields without exceeding the initially projected budget and within the requested period.

**Keywords:** Leveling, earthworks, greenhouses, topography, leveling plan.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problemática

En el año 2020, la empresa agroexportadora NATUCULTURA SA con el fin de mejorar el rendimiento de sus cultivos haciendo uso más eficiente de sus recursos, decidió implementar la siembra en sustrato dentro de invernaderos como plan piloto. El proyecto se realizó en una extensión de 5 ha en uno de sus fundos ubicados en la región Piura, obteniendo como resultado el 150% de su producción promedio realizada en suelo, usando la misma cantidad de recursos en ambos casos. Debido a estos resultados, en el año 2021 la empresa decide implementar 17.85ha de sustrato en invernaderos en su fundo ubicado en el distrito de Quilamaná, provincia de Cañete, región Lima.

Parte importante del proceso constructivo de los invernaderos es la nivelación de los campos. Una nivelación correcta permite principalmente un buen drenaje y aireación de los sustratos, evitando la incidencia de enfermedades. Otro aspecto importante es que se permite que la cimentación de las estructuras esté uniformemente enterrada, así la carga del cultivo sea mejor distribuida a lo largo de la estructura. También ayuda a que el riego por goteo sea más uniforme, elevando la eficiencia del riego a pesar de usar goteros auto compensados.

En el proceso de ejecución del plan piloto realizado en la sede Piura se detectó que, al construir las terrazas en cada campo, no se realizaron de manera uniforme, generándose charcos de agua en las camas de sustratos lo cual repercutió en una disminución de la producción proyectada por incidencia de enfermedades fungosas.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar la nivelación y movimiento de tierras de 35 terrazas de 0.5 ha para invernaderos de propagación de cultivos de cucurbitáceas en el distrito de Quilmaná, provincia de Cañete, departamento Lima – Perú.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico con elaboración de un plano del terreno natural.
- Realizar el cálculo de movimiento de tierras (corte y relleno) de 35 terrazas en invernadero mediante el uso del software AutoCAD CIVIL 3D con una relación corte/relleno de 1.3.
- Realizar el replanteo de cotas de la nivelación de 35 terrazas.
- Ejecutar la nivelación y el movimiento de tierras mediante la operación y uso de maquinaria agrícola y maquinaria para obras.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Levantamiento Topográfico**

Según Mendoza (2019) el levantamiento topográfico es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales y/o artificiales más importantes. La ubicación de estos se determina mediante coordenadas en los 3 elementos del espacio (N, E, Z) en coordenadas UTM y en datum WGS 84.

Franquet y Querol (2010) también indican que todo levantamiento topográfico tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. Sin embargo, se debe puntualizar que, en la topografía clásica, para dar coordenadas a un punto, no se utiliza directamente un sistema cartesiano tridimensional, sino que se utiliza un sistema de coordenadas esféricas que posteriormente nos permiten obtener las coordenadas cartesianas. La altimetría utiliza métodos y procedimientos que determinan la altura o cota de cada punto. Se realiza sobre un plano de referencia, sobre el nivel medio del mar y sirve para la representación del relieve terrestre, es decir para las curvas de nivel de los planos.

Los mapas topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno y utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel (Franquet y Querol, 2010).

#### **2.1.1. Reconocimiento del Terreno**

Es la etapa por la cual se investiga, razona y deduce el método más apropiado para llevar óptimamente el trabajo de campo (Mendoza, 2019).

### **2.1.2. Trabajo de Campo**

Mendoza (2019) indica que esta etapa consiste en ejecutar las mediciones necesarias de acuerdo al plan y estrategia establecida en el reconocimiento del terreno.

### **2.1.3. Trabajo de Gabinete**

Para Mendoza (2019) consiste en realizar todos los cálculos matemáticos con la finalidad de elaborar planos. Recomendando que la persona que realice las anotaciones en campo sea quien realice el trabajo de gabinete, ya que así será posible resolver adecuadamente cualquier duda en caso la haya.

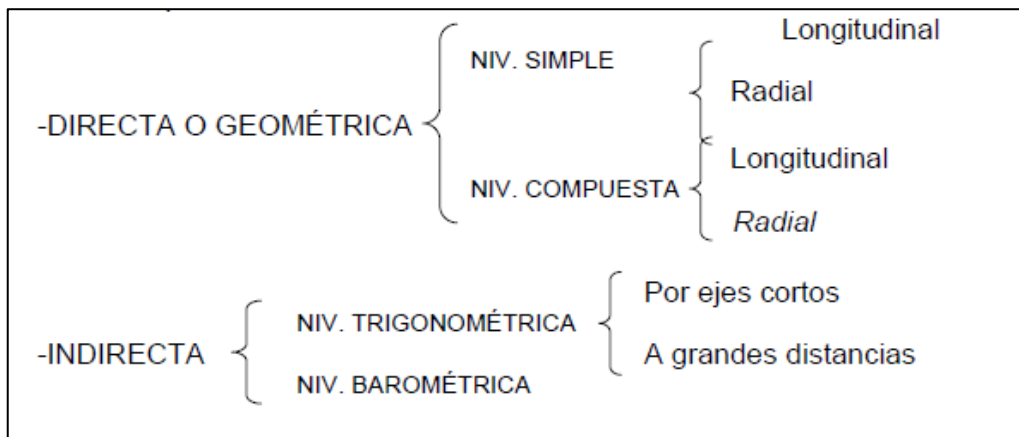
## **2.2. Métodos de Nivelación**

Existen diferentes métodos de nivelación, los cuales son usados dependiendo de las circunstancias que te brinde el terreno y de la precisión con la que se requiera realizar el trabajo (Ver Figura 1).

Para Franquet y Querol (2010) los trabajos alimétricos, o nivelaciones de terrenos, tienen por objeto determinar la altura de sus puntos sobre una superficie de nivel, que se toma como superficie de comparación y se denominan cotas. La cota de un punto referido al nivel del mar se llamará altitud. En todo trabajo ha de partirse de un punto de origen de altitud conocida o de cota arbitraria.

Franquet y Querol (2010) indican que la nivelación se ejecuta valiéndose de un instrumento topográfico adecuado y una mira. Prescindiendo de la clase de instrumento que se emplee, ya sea éste un nivel con anteojo o con colimador, rayo láser, GPS, etc.; y lo mismo respecto a la mira, que puede ser parlante, de tablilla, receptor de láser. Se empieza por situar el nivel, esto es, ponerlo en estación, sobre un punto desde donde pueda leerse la mira colocada en el punto de origen o en los demás puntos que se trata de nivelar. A continuación, se coloca la mira verticalmente sobre el punto de partida. El nivel, que se mueve solamente en el plano horizontal o acimutal, se dirige a la mira y se hace una lectura. Se suma esta lectura al número, conocido de antemano, que expresa la altura taquimétrica del punto de partida. El número resultante ofrece la cota del plano, que llamamos plano de nivel, que es el plano horizontal (paralelo al plano XoY en una representación tridimensional en coordenadas

cartesianas rectangulares) al cual se refieren todos los puntos que pueden nivelarse sin cambiar el nivel de su sitio; este plano pasa por el eje óptico del nivel. Se comprende fácilmente que bastará entonces con restar todas las lecturas que se hagan sobre los distintos puntos en que se pone la mira, del número que indica la altura del plano del nivel, para tener todas las alturas o cotas taquimétricas buscadas. La sencillez de estos cálculos ofrece la ventaja de permitir al operador el cálculo de los diversos puntos a medida que avanza la operación.



**Figura 1. Métodos de nivelación usualmente empleados**

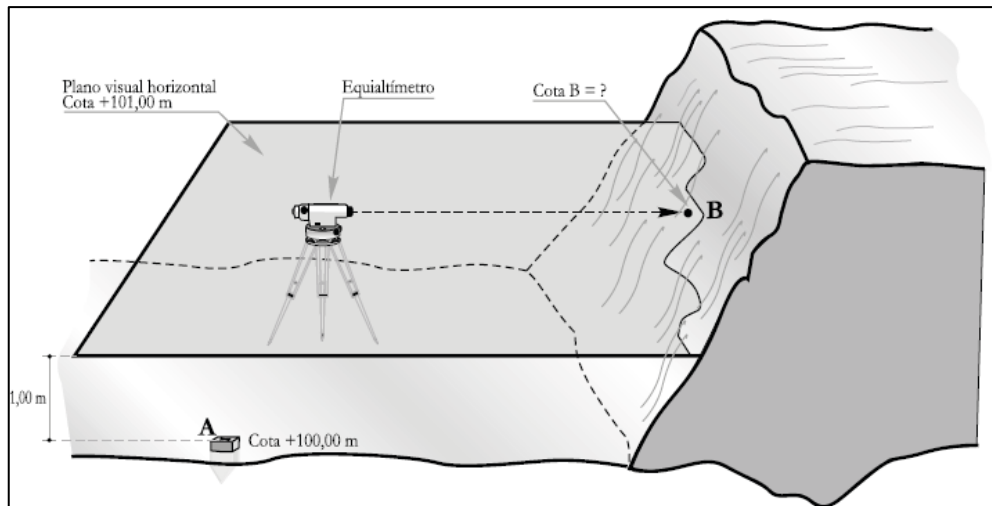
FUENTE: Tomado de Franquet y Querol 2010: 55.

### 2.2.1. Nivelación directa o geométrica

La nivelación directa es el método por el cual se determina un desnivel existente entre dos puntos mediante visuales horizontales hacia miras o reglas graduadas, que se ubican en posición vertical sobre los puntos a nivelar (Ver Figura 2).

Este método determina directamente el desnivel entre dos puntos de un plano horizontal, es el más preciso y el más usado (Mendoza, 2019).

Para realizar este tipo de nivelación se utilizan aparatos ópticos llamados niveles de ingeniero que dirigen visuales horizontales, y la precisión de las mediciones efectuadas dependerá de las características de los equipos empleados. Otros instrumentos provistos de eclímetros podrían utilizarse también como nivel, pero desde el momento que el equipo gira su horizontalidad no puede lograrse con la precisión que se consigue con un nivel de ingeniero. Este método se emplea en su mayoría en terrenos no muy accidentados (Franquet y Querol 2010).



**Figura 2. Nivelación directa o geométrica**

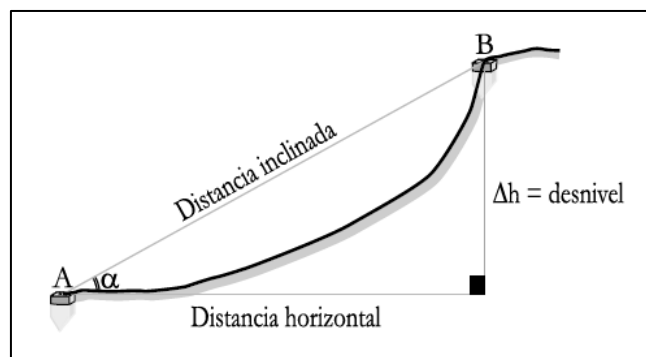
FUENTE: Tomado de Mendoza 2019: 59.

### 2.2.2. Nivelación indirecta

Según Mendoza (2019) este método se basa en el uso de un instrumento u operación matemática mediante el cual se calcula indirectamente el desnivel entre dos puntos. Se emplea cuando no se requiere tanta precisión como para optar por una nivelación directa.

#### a. Nivelación trigonométrica

En este método es preciso contar con datos como; el ángulo vertical y la distancia inclinada entre A y B (Figura 3). Este tipo de nivelación se utiliza principalmente en terrenos con pendientes muy pronunciadas y se usan equipos que reciben el nombre de teodolitos (Franquet y Querol, 2010).



**Figura 3. Nivelación trigonométrica**

FUENTE: Tomado de Mendoza 2019: 84.

## b. Nivelación barométrica

En este método se determina la diferencia de nivel por medio de un barómetro o altímetro, ya que la diferencia de altura existente entre dos puntos se puede medir aproximadamente de acuerdo con sus posiciones relativas bajo la superficie atmosférica. Este método es el más impreciso de todos los expuestos y resulta útil solo en reconocimientos (Franquet y Querol, 2010).

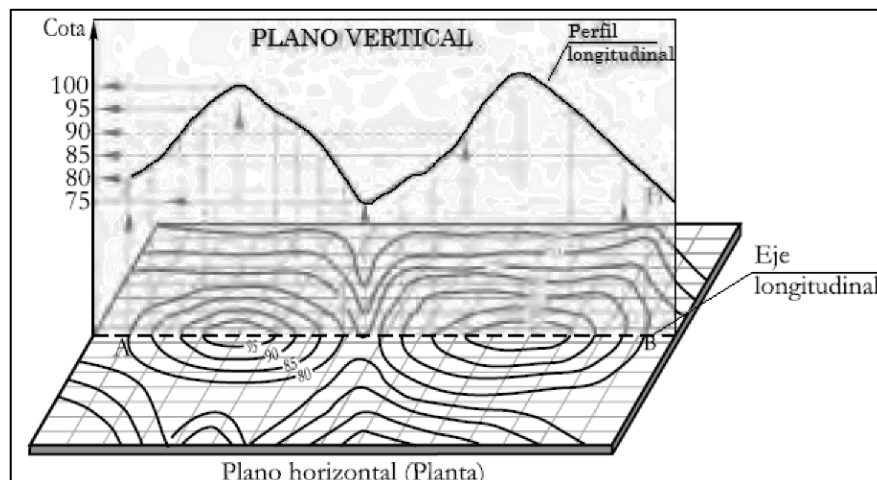
## 2.3. Perfiles y Volumetría

Todos los proyectos de nivelación y movimiento de tierras necesitan planos de perfiles longitudinales y transversales. Estos planos sirven como guía para establecer las cotas que definirán la alineación y las alturas de excavación o relleno.

Para Franquet y Querol (2010) los diferentes tipos de perfiles que se levantan tienen por objeto representar con fidelidad la forma y las dimensiones que el terreno presenta. Estos definen tridimensionalmente la obra, a una escala que permite cubicar los movimientos de tierra.

### 2.3.1. Perfiles Longitudinales

Para Mendoza (2019) el perfil longitudinal a lo largo de un eje en planta, es una línea quebrada que proviene de la intersección de la superficie topográfica con el plano vertical que contiene al eje de dicha planta. Se utiliza para representar el relieve del terreno a lo largo de un eje longitudinal.



**Figura 4. Perfil longitudinal de la superficie topográfica**

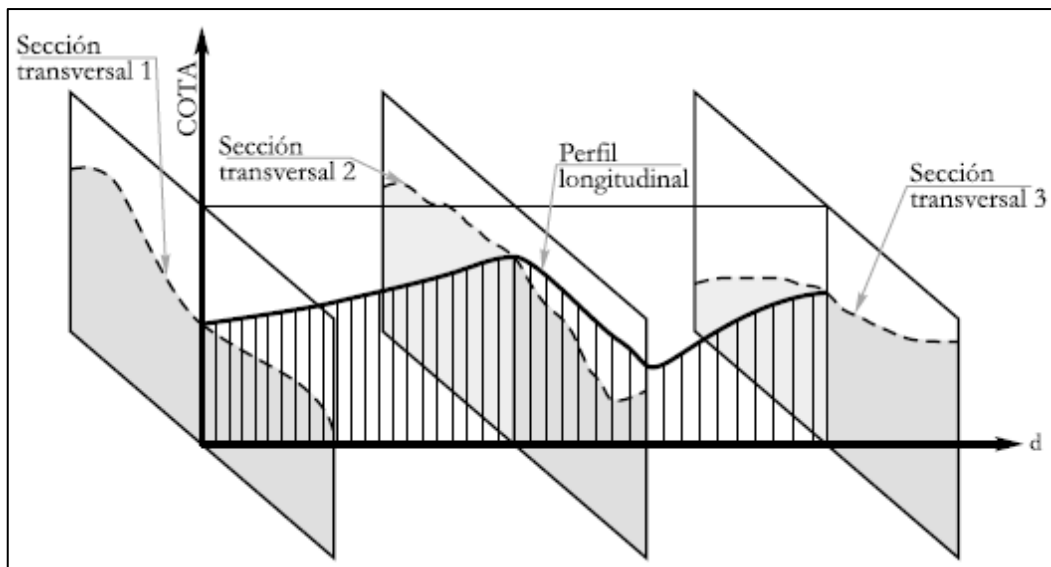
FUENTE: Tomado de Mendoza 2019: 97.



### 2.3.2. Secciones Transversales

Mendoza (2019) indica que la sección transversal viene a ser el corte perpendicular al eje del perfil longitudinal cada cierto tramo.

El uso de las secciones transversales, está relacionado al ancho que compromete el eje longitudinal; así se tiene que un sistema de alcantarillado y drenaje no requieren de este tipo de secciones, dado que su ancho no lo amerita. Sin embargo, proyectos de carreteras, diques, terraplenes, etc. Se hace imprescindible el levantamiento de secciones transversales, el ancho de estas debe ser suficiente para cubrir el trabajo a diseñar (Mendoza, 2019).



**Figura 5. Sección transversal de la superficie topográfica**

FUENTE: Tomado de Mendoza 2019: 106.

### 2.3.3. Cálculo de Volúmenes de Movimiento de Tierras

Para Franquet y Querol (2010) la cubicación comprende aquellos cálculos necesarios para conocer el volumen a efectuar en movimientos de tierras necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto.

Los métodos normalmente utilizados para cubicar las tierras en un presupuesto de nivelaciones de terrenos se describen a continuación.

### a. Cubicación por Perfiles Transversales

Una vez que se cuenta con los perfiles transversales, ya se puede calcular el volumen del movimiento de tierras.

Primero se parte del perfil longitudinal donde se aprecia la cota resultante de la resta de la rasante del proyecto menos la cota del terreno natural, y posteriormente se proyecta la sección del perfil transversal. El movimiento de tierras resultante se calcula a partir de los perfiles transversales, teniendo en cuenta las siguientes formulas:

Volumen de tierras existente entre dos perfiles de corte;

$$V_C = \frac{S_{C1} + S_{C2}}{2} d$$

Volumen de tierras existente entre un perfil de corte y un de relleno;

$$V_C = \frac{S_{C2}^2}{S_{C2} + S_{R3}} X \frac{d}{2}$$

$$V_R = \frac{S_{R3}^2}{S_{C2} + S_{R3}} X \frac{d}{2}$$

Volumen de tierras existente entre dos perfiles de relleno;

$$V_R = \frac{S_{R3} + S_{R4}}{2} d$$

En las formulas  $S_C$  y  $S_R$  son las áreas de los perfiles transversales de corte y relleno respectivamente, y  $d$  es la distancia entre dos perfiles consecutivos.

Para Franquet y Querol (2010) se debe tener la siguiente consideración al momento de usar este método. Existe una relación potencial entre la distancia entre los perfiles y el error cometido en la cubicación, ya que la variable morfología del terreno tiene un peso importante al momento del cálculo. Los errores aumentan a medida que lo hace la rugosidad del terreno.

### b. Cubicación por Curvas de Nivel

Este es un método de cálculo por secciones horizontales y se usa cuando el terreno tiene forma de montículo. Se debe disponer de un plano topográfico suficientemente preciso con curvas de nivel (Franquet y Querol, 2010).

Se usa la siguiente formula:

$$Volumen = \frac{S_1 + S_2}{2} h$$

Donde  $S_1$  y  $S_2$  son las superficies de dos curvas de nivel contiguas separadas por una altura  $h$ .

### c. Cubicación por Cuadrilla o Malla

Para Franquet y Querol (2010) se usa este método cuando el terreno es de forma poligonal y presenta accidentes poco importantes.

En la zona donde se realizará la cubicación se replantea una malla hecha con estacas. Cada punto tendrá una nomenclatura. La distancia entre cada punto replanteado será constante. Previamente se debe conocer las coordenadas XYZ de cada punto, para aplicar la fórmula de altura media a cada prisma de base rectangular.

$$Volumen = S \times \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$$

## 2.4. Esponjamiento

Es el incremento porcentual de volumen, entre los estados en banco y suelto, con relación al estado en banco (Franquet y Querol, 2010). Este concepto, puede expresarse de la siguiente manera:

$$Esponjamiento (\%) = \frac{V_{suelto} - V_{banco}}{V_{banco}} \times 100\%$$

$$V_{suelto} = V_{banco} \times \left(1 + \frac{Esponjamiento\%}{100\%}\right)$$

$$V_{suelto} = V_{banco} \times Factor\ Esponjamiento$$

donde:

$V_{\text{suelto}}$ : Volumen de material suelto ( $\text{m}^3$ )

$V_{\text{banco}}$ : Volumen de material en banco ( $\text{m}^3$ )

## 2.5. Compactación

Es la reducción porcentual de volumen entre los estados en banco y compactado con relación al estado en banco (Franquet y Querol 2010). Este concepto puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Compactación (\%)} = \frac{V_{\text{banco}} - V_{\text{compactado}}}{V_{\text{banco}}} \times 100\%$$

$$V_{\text{compactado}} = V_{\text{banco}} \times \left(1 - \frac{\text{Compactación\%}}{100\%}\right)$$

$$V_{\text{compactado}} = V_{\text{banco}} \times \text{Factor de Compactación}$$

## 2.6. Maquinaria para Movimiento de Tierras por Empuje

El objetivo final de todo estudio de nivelación y movimiento de tierras, indistintamente del método de recopilación de datos, métodos de cálculo y formas de replantear, es el de transformar un terreno natural a un plano de nivelación apto para la aplicación destinada.

Al realizar el replanteo inicial de los puntos se construye una malla con una distancia equidistante entre los puntos, que puede oscilar entre los diez y los treinta metros. La densidad de puntos recomendada ofrece precisión y resulta suficientemente amplia para permitir el paso de cualquier maquinaria existente (Franquet y Querol, 2010).

Tiktin (1997) indica que en terrenos blandos y rocosos son mejor las orugas que los neumáticos. En los primeros debido a que interesa una gran superficie de apoyo para que no se hunda y, también las orugas son ventajosas para que no exista deslizamiento y se tenga mayor tracción (se considera el peso total como peso de tracción).

Para Tiktin (1997) las grandes transformaciones de terrenos, donde los volúmenes a remover sean importantes, o los cortes y rellenos tengan espesores considerables, se realizan con maquinaria pesada. Los bulldozers son máquinas motorizadas de gran potencia, que se usan

para mover y acarrear grandes volúmenes de materiales. Una vez realizado el movimiento de tierras, se refina con otra clase de maquinaria como las motoniveladoras o tractores con implementos de nivelación.

El bulldozer conocido como topador, dispone de dos formas de trabajo: la hoja topadora y el ripper. La hoja topadora, ubicada en la parte delantera de la maquina es usada para poder desplazar el material hacia un lugar determinado mediante el empuje del mismo. El ripper situado en la parte trasera de la máquina, es usado para romper el suelo lo cual facilita el posterior transporte (Caterpillar Inc., 2019).

La motoniveladora, en cambio es una de las maquinas más usadas para realizar la finalización o refinado de las explanaciones de terrenos, es decir cuando los grandes movimientos de volúmenes se hayan realizado por maquinaria pesada. Esta máquina tiene una cuchilla metálica de perfil curvo. Suele usarse para perfilar terraplenes, carreteras, caminos y cunetas, puesto que se puede adaptar la cuchilla con el grado de inclinación necesario (Caterpillar Inc., 2019).

### **2.6.1. Tractor Topador – Bulldozer**

Las máquinas más utilizadas en movimientos de tierra son las cargadoras y camiones por su facilidad de subcontratación o alquiler. El bulldozer es entonces la máquina de excavación superficial, excavando, transportando y amontonando dentro del radio de acción de cargadoras y camiones (Tiktin, 1997).

Sin embargo, el uso de esta maquinaria es diverso, incluyéndosela en trabajos como apertura de trochas, nivelación de terrenos agrícolas, etc. Su gran potencia y la precisión con la que trabaja su hoja topadora son sus rasgos más importantes.

#### **a. Ciclo de trabajo como empujador**

El trabajo del tractor con su hoja topadora tiene 3 fases.

1ra Fase: Excavación;

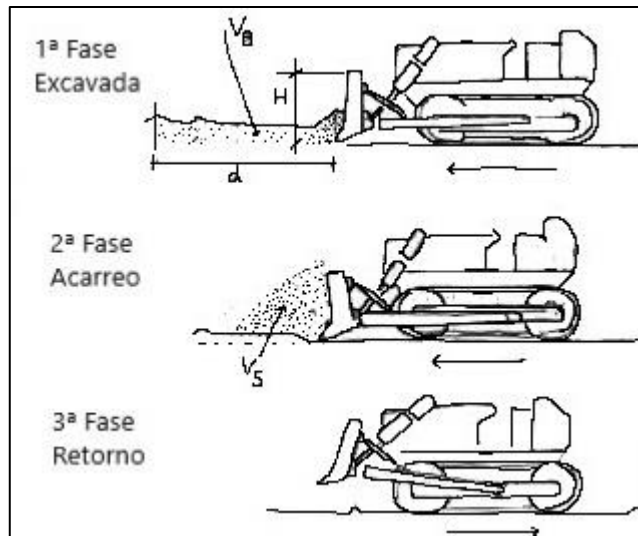
El operador baja la hoja hasta que empiece a clavarse en el terreno. El tractor continúa avanzando, disminuyendo su velocidad y aumentando su empuje.

2da Fase: Acarreo;

El tractor continúa avanzando. El operador levanta la hoja para empujar y transportar el material ya excavado sin proseguir la excavación.

3ra Fase: Retorno;

El tractor se detiene, invierte la marcha y retrocede a mayor velocidad con la hoja levantada para reanudar el ciclo de trabajo.



**Figura 6. Fases de trabajo con hoja topadora**

FUENTE: Tomado de Tiktin 1997: 85.

#### **b. Capacidad de la hoja de empuje**

La hoja topadora transporta el material y para ello es necesario un esfuerzo que crece a medida que aumenta la capacidad de la hoja empleada. De aquí que sea necesario limitar la capacidad de la hoja de acuerdo a la potencia del tractor y del material que se pretende excavar (Tiktin, 1997).

La capacidad de una hoja no se puede determinar exactamente, ya que las dimensiones del montículo que se forma delante de la hoja dependen del tipo de material, del tipo de hoja y del talud en reposo del material que se empuja.

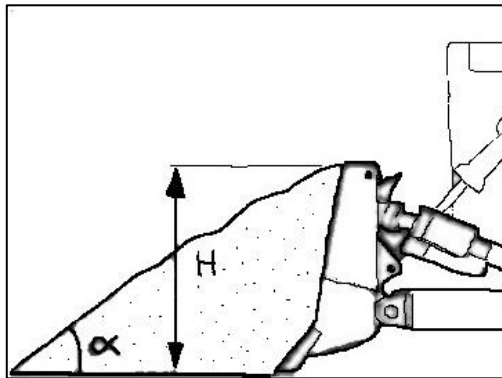
Según Tiktin (1997) el montículo de acarreo se puede asimilar a una cuña (Ver Figura 7), lo cual daría lugar al siguiente planteamiento teórico.

$$V_s = \frac{1}{2} x H x W x L$$

$$W = \frac{H}{\operatorname{tg}\alpha}$$

$$V_s = \frac{1}{2\operatorname{tg}\alpha} x L x H^2$$

Siendo  $L$  la longitud de la hoja,  $H$  la altura de esta y  $\alpha$  el ángulo del talud en reposo.



**Figura 7. Forma teórica de la carga**

FUENTE: Tomado de Tiktin 1997: 87.

**Tabla 1. Ángulos de talud en reposo y factor  $1/(2\operatorname{tg}\alpha)$**

MATERIAL	a	$1/(2\operatorname{tg}\alpha)$
Tierra común:		
*seca	20-45°	1.36-0.50
*mojada	25-45°	1.00-0.50
*empapada	25-30°	1.00-0.86
Arena:		
*seca	20-30°	1.30-0.86
*mojada	30-45°	0.86-0.50
*empapada	20-45°	1.30-0.50
Grava	30-50°	0.86-0.42
Mezcla de arena y arcilla	20-35°	1.30-0.71

FUENTE: Tomado de Tiktin 1997: 87.

### c. Distancias de excavación y empuje

Para una hoja topadora determinada y un tipo de terreno, a cada profundidad de excavación le corresponde una distancia de llenado.

Sean:

$V_{\text{Suelto}}$  = Capacidad de la hoja ( $\text{m}^3$ ), (C)

$F_W$  = Factor de esponjamiento

K = Coeficiente del tipo de hoja

H = Altura de la hoja

L = Longitud de la hoja

h = Profundidad de excavación

$d_{LL}$  = Distancia de llenado

$$V_{\text{banco}} = d_{LL} \times h \times L = V_{\text{suelto}} \times \text{Factor Esponjamiento}$$

$$C = V_{\text{suelto}} = K \times L \times H^2$$

$$d_{LL} = F_W \times \frac{K \times H^2}{h}$$

Se llama distancia de empuje a la de excavación más la que recorre el bulldozer transportando el material, sin excavar el terreno.

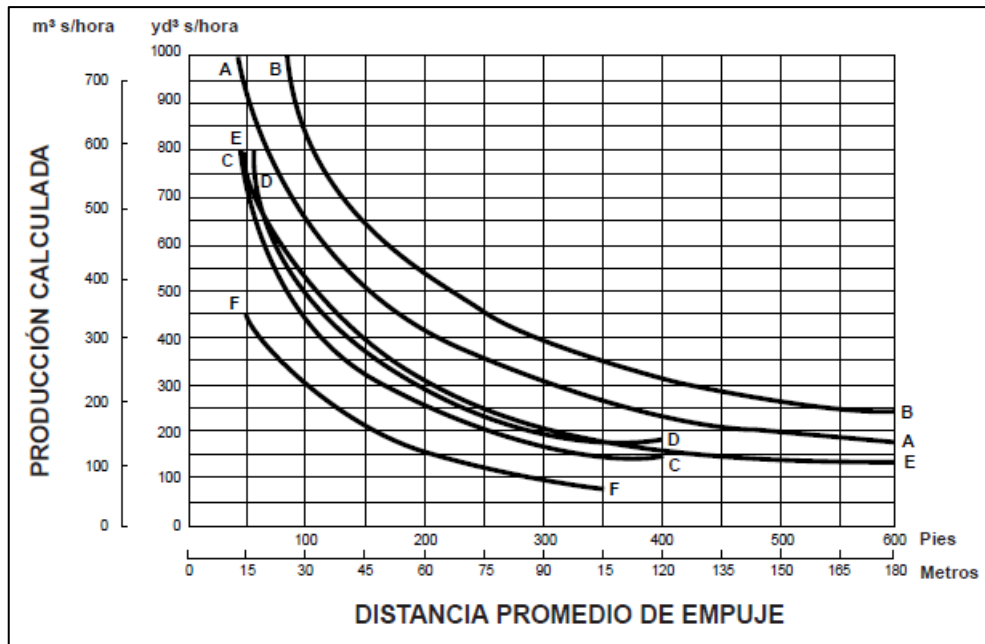
#### d. Producción del bulldozer

La producción del bulldozer depende fundamentalmente de su potencia y de la distancia que hay que empujar el material hasta depositarlo en el lugar deseado (Caterpillar Inc., 2019).

Puede calcularse por dos procedimientos; utilizando las gráficas de producción máxima teórica que dan los fabricantes o bien por el método general de calcular la producción y el tiempo de cada ciclo de trabajo.

En el método de las gráficas se presenta en la abscisa la distancia de empuje, en ordenadas los  $\text{m}^3/\text{h}$  de material a acarrear, y una familia de curvas en la que el parámetro es la potencia del tractor. Cada curva corresponde a un modelo de tractor (Ver Figura 8). Existen tantos gráficos como tipo de hoja topadora.





**Figura 8. Producción calculada para hojas rectas D6-D7-814-824-834**

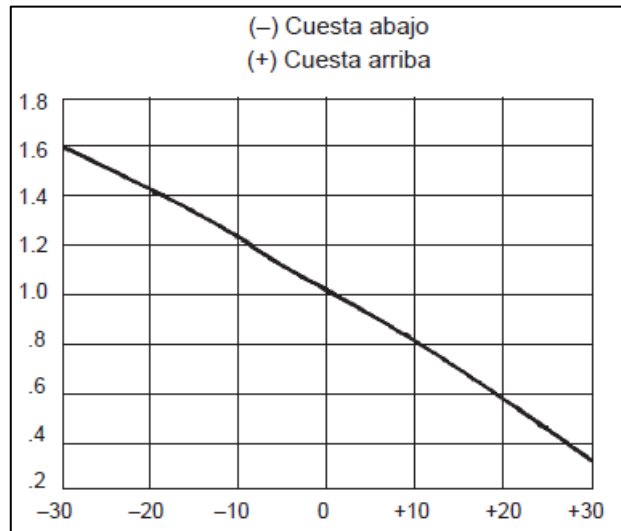
FUENTE: Tomado de Caterpillar Inc. 2019: 49.

Las gráficas se basan en un gran número de pruebas y estudios en condiciones y trabajos diversos y a este cálculo se le agregan los factores de corrección que brinda el fabricante.

**Tabla 2. Factores de corrección según las condiciones de trabajo**

	TRACTOR DE CADENAS	TRACTOR DE RUEDAS
<b>OPERADOR —</b>		
Excelente	1,00	1,00
Bueno	0,75	0,60
Deficiente	0,60	0,50
<b>MATERIAL —</b>		
Suelto y amontonado	1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado; — con cilindro de inclin. lateral	0,80	0,75
sin cilindro de inclin. lateral	0,70	—
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, no cohesivo) o material muy pegajoso.	0,80	0,80
Rocas desgarradas o de voladura	0,60-0,80	—
<b>EMPUJE POR MÉTODO DE ZANJA CON DOS TRACTORES JUNTOS</b>	1,20	1,20
	1,15-1,25	1,15-1,25
<b>VISIBILIDAD:</b>		
Polvo, lluvia, nieve, niebla, oscuridad	0,80	0,70
<b>EFICIENCIA DEL TRABAJO —</b>		
50 min/hr	0,83	0,83
40 min/hr	0,67	0,67
<b>HOJAS*</b>		
Ajuste según la capacidad SAE de la hoja básica que se usa en las gráficas de los cálculos de producción.		
<b>PENDIENTES —</b> Vea gráfica sig.		

FUENTE: Tomado de Caterpillar Inc. 2019: 50.



**Figura 9. % de pendiente vs. Factor de empuje**

FUENTE: Tomado de Caterpillar Inc. 2019: 50.

### III. DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1. Antecedentes

##### 3.1.1. Ubicación del Proyecto

El fundo de la empresa Natucultura donde se realizó el trabajo se encuentra ubicado en el distrito de Quilmana, provincia de Cañete, región Lima.

Su ubicación geográfica es la siguiente

Latitud: 12° 59' 27.81" S

Longitud Oeste: 76° 24' 7.21" O

Altitud: 139 m.s.n.m

Extensión: 17.85 ha



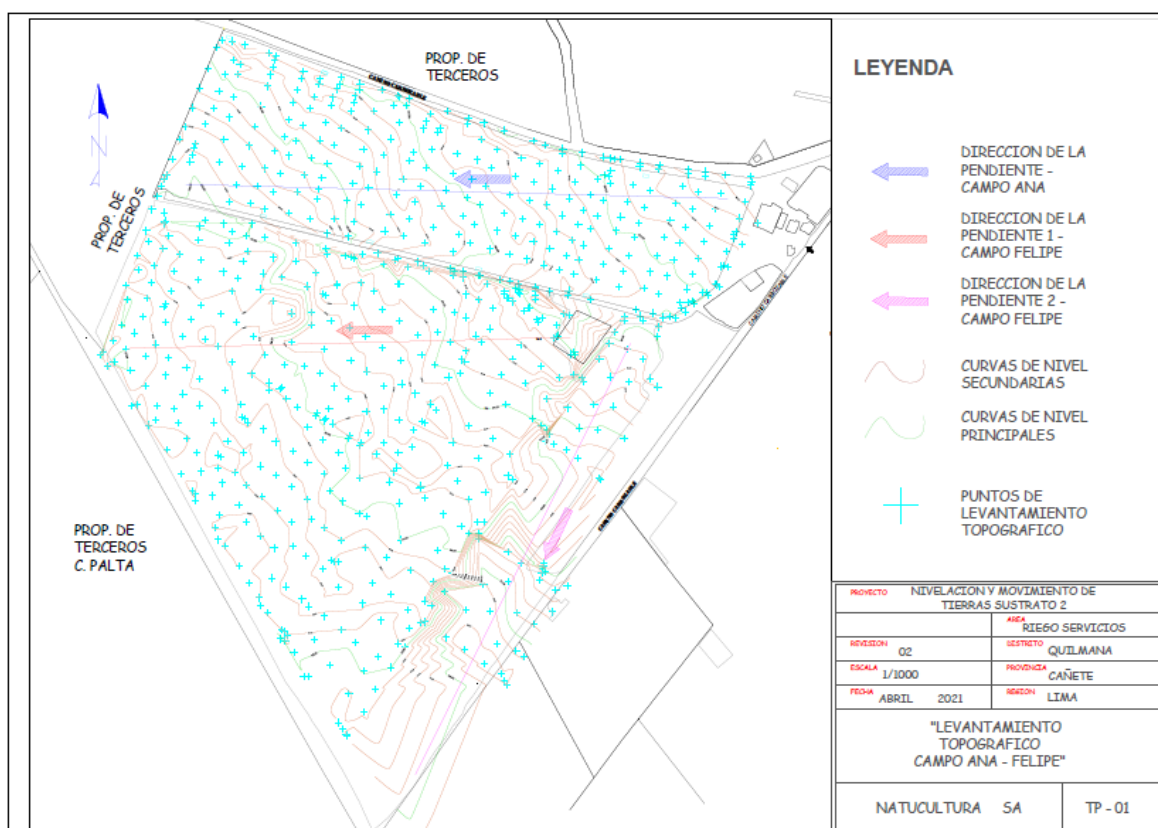
**Figura 10. Ubicación del proyecto de nivelación y movimiento de tierras**

FUENTE: Tomado de Google Earth 2021

Como se puede apreciar en la Figura 10, el área de trabajo está dividida en un campo llamado Felipe y otro campo llamado Ana.

### 3.1.2. Topografía

La empresa Natucultura se encargó de realizar el levantamiento topográfico con fines de obtener la altimetría de la superficie natural del terreno, la extensión de este y sus linderos. Este levantamiento sirvió para el diseño de los módulos en campo y el diseño del sistema de riego que se usó para los invernaderos. El levantamiento fue realizado con una estación total con una densidad aproximada de veintiocho puntos por ha.

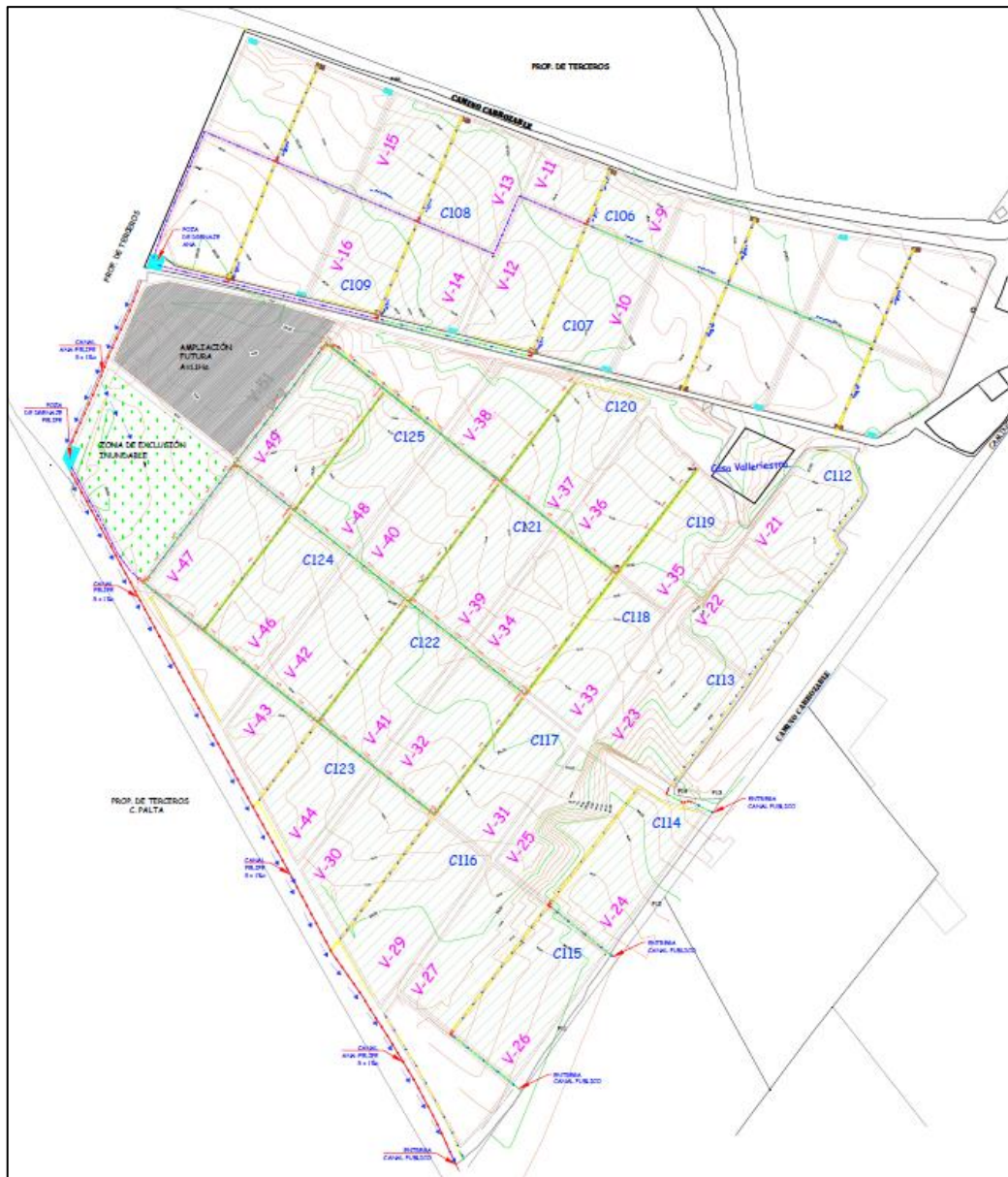


**Figura 11. Plano del levantamiento topográfico de los campos Ana y Felipe.**

FUENTE: Tomado de Natucultura 2021.

### 3.1.3. Parcelación del campo

La empresa Natucultura desarrollo el diseño de la segregación del campo en 18 módulos de acuerdo a sus necesidades operativas y experiencia previa en su plan piloto desarrollado anteriormente.



**Figura 12. División del campo en módulos.**

FUENTE: Tomado de Natucultura 2021.

Como se puede apreciar en la figura anterior, la nomenclatura de los módulos ubicados en el campo Ana son: C106, C107, C108 y C109, y en el campo Felipe: C112, C113, C114, C115, C116, C117, C118, C119, C120, C121, C122, C123, C124 y C125

Dentro de cada módulo se ubicaron una o dos terrazas las cuales fueron nombradas según la nomenclatura de las válvulas. Así se tiene que:

Campo Ana;

- Modulo C106 contiene las terrazas V-9 y V-11
- Modulo C107 contiene las terrazas V-10 y V-12
- Modulo C108 contiene las terrazas V-13 y V-15

- Modulo C109 contiene las terrazas V-14 y V-16

Campo Felipe;

- Modulo C112 contiene las terrazas V-21 y V-22
- Modulo C113 contiene las terrazas V-23
- Modulo C114 contiene las terrazas V-24 y V-25
- Modulo C115 contiene las terrazas V-26 y V-27
- Modulo C116 contiene las terrazas V-29 y V-30
- Modulo C117 contiene las terrazas V-31 y V-32
- Modulo C118 contiene las terrazas V-34 y V-34
- Modulo C119 contiene las terrazas V-35 y V-36
- Modulo C120 contiene las terrazas V-37 y V-38
- Modulo C121 contiene las terrazas V-39 y V-40
- Modulo C122 contiene las terrazas V-41 y V-42
- Modulo C123 contiene las terrazas V-43 y V-44
- Modulo C124 contiene las terrazas V-46 y V-47
- Modulo C125 contiene las terrazas V-48 y V-49

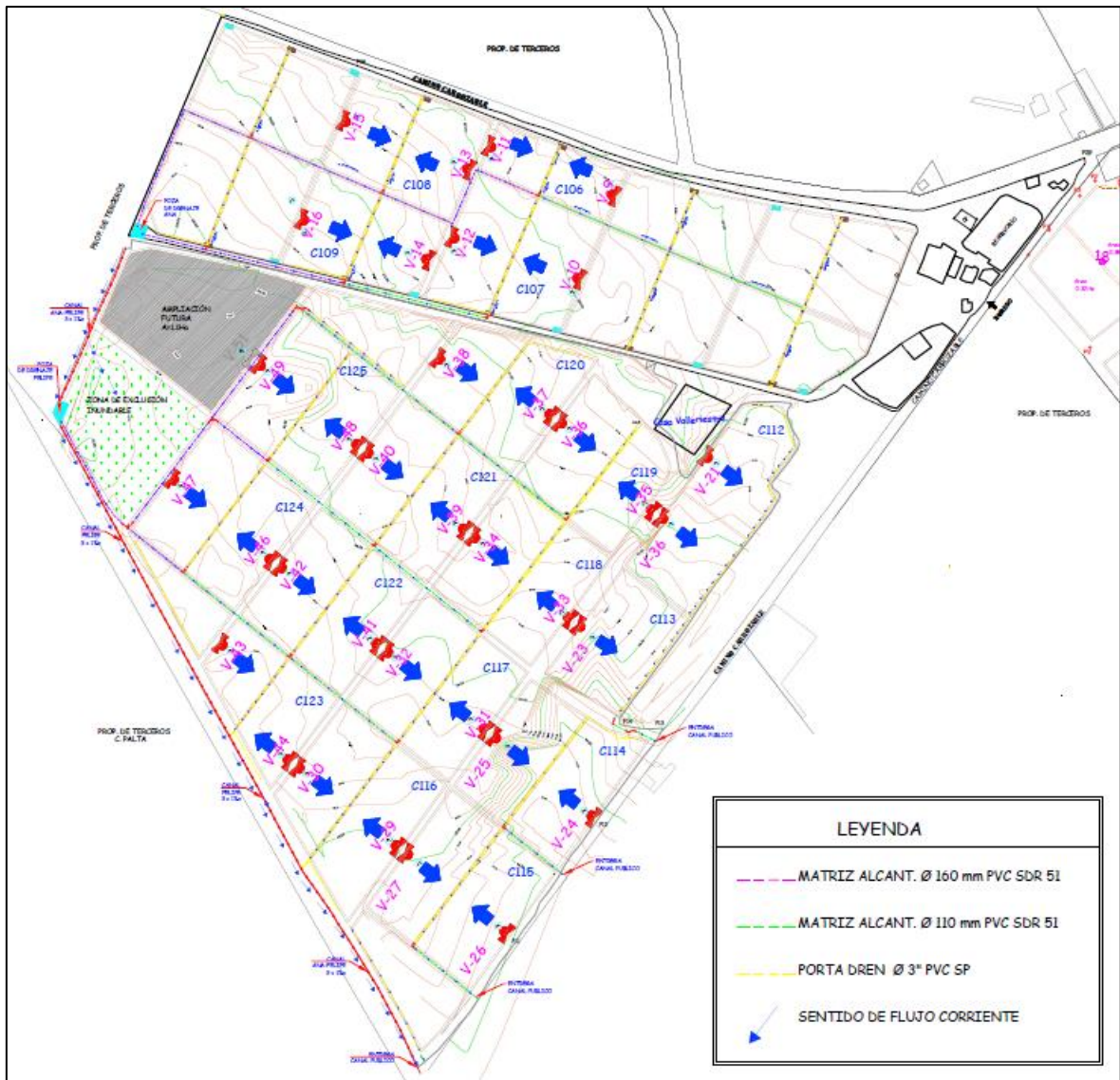
El diseño de la ubicación de los módulos y la forma en la que están ubicados las terrazas, obedece principalmente a las 3 pendientes principales del campo (Figura 11). Estas pendientes fueron usadas para el drenaje del riego del de los sustratos en los módulos invernadero.

#### **3.1.4. Diseño de riego**

Una vez asignada la disposición de las direcciones de cada plano de nivelación, las válvulas fueron ubicadas en la cabecera de cada plano con fines de drenaje.

Cabe mencionar que la pendiente de cada terraza es de 1% ya que si se usa una menor se generaría encharcamientos y al usar una mayor se perdería la uniformidad del riego.





**Figura 13. Diseño del sistema de riego y sistema de colectoras de drenaje.**

FUENTE: Tomado de Natucultura 2021.

### 3.2. Verificación de Levantamiento Topográfico

La verificación del levantamiento topográfico se realizó con una inspección visual del campo para corroborar si la superficie brindada en el levantamiento previo coincide con el terreno. De la visita se pudo apreciar que los campos eran parcelas agrícolas niveladas para usar un sistema de riego por goteo con siembra en suelo, por lo que no presentaban irregularidades en la nivelación como se pudo apreciar en el plano topográfico brindado.

La veracidad de las cotas fue realizada mediante un levantamiento geométrico por el método de cuadrículas realizado con un nivel de ingeniero.

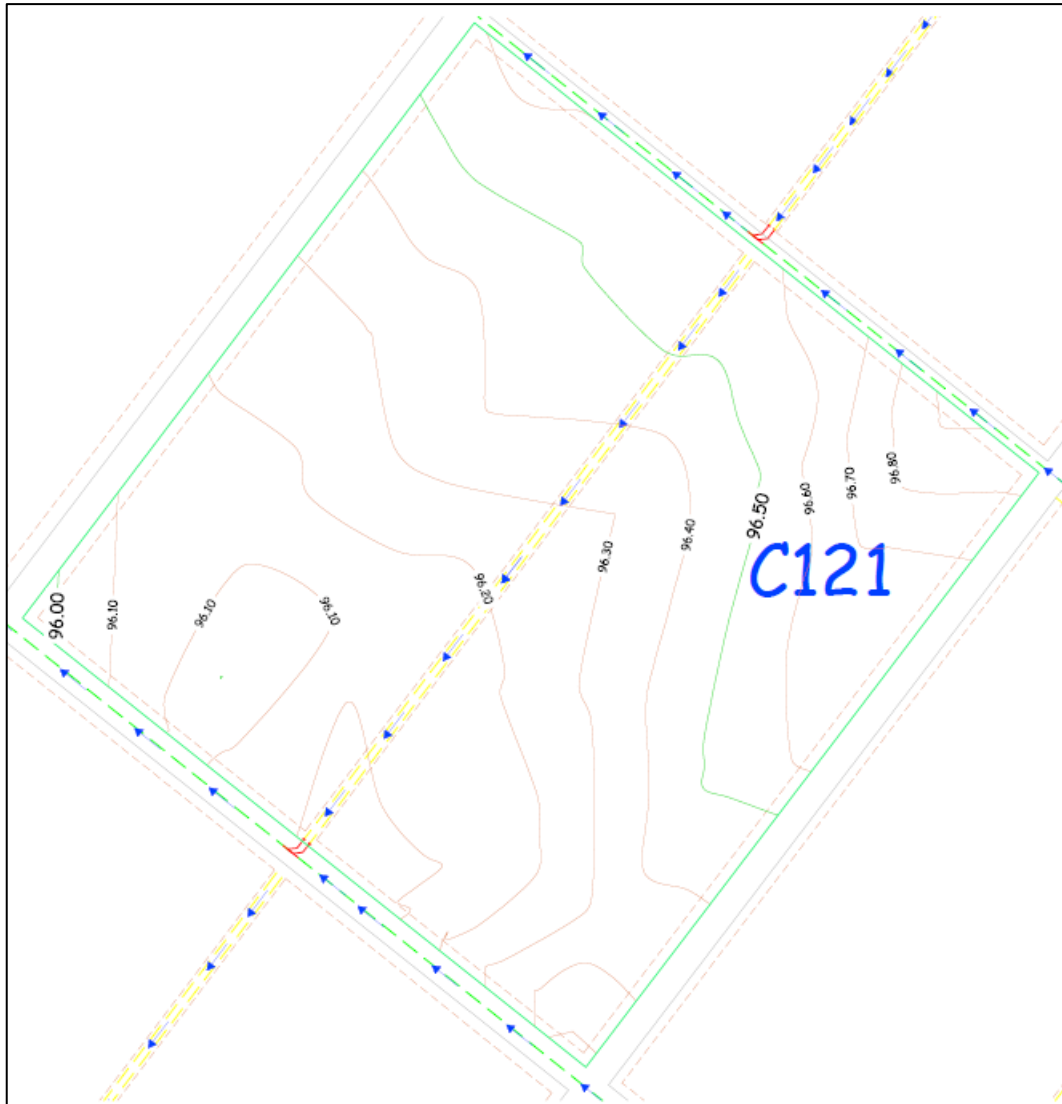


**Figura 14. Enmallado en campo para levantamiento geométrico**

FUENTE: Tomado de Google Earth 2021

Se tomo el módulo C121 y se dividió en una malla cuyas líneas estuvieron separas cada 20m. Levantándose en total treinta y seis puntos con los cuales se pudo obtener la siguiente superficie.





**Figura 15. Superficie creada del levantamiento topográfico por el método de nivelación geométrica.**

La superficie generada a partir del levantamiento topográfico por el método de nivelación geométrica muestra un comportamiento muy similar al mostrado en el plano topográfico brindado por la empresa por lo que se procedió a usar la información brindada para el diseño de las terrazas y los cálculos de movimiento de tierras.

### **3.3. Trabajo de Gabinete**

#### **3.3.1. Creación de perfiles longitudinales**

Los perfiles longitudinales fueron creados en el programa AutoCAD CIVIL 3D, contándose con la topografía del terreno ya realizada en este software. Fue creado un perfil longitudinal por cada módulo, el cual sirvió para proyectar la pendiente de la tubería colectora de drenaje

y como referencia para el diseño del plano de nivelación. La pendiente longitudinal del plano de nivelación se diseñó siendo la misma que la de la tubería colectora de drenaje para que esta quede uniformemente enterrada en el campo.

**Tabla 3. Pendientes longitudinales de las tuberías colectoras de drenaje**

CAMPO	MODULO	PLANO DE NIVELACION	PENDIENTE TUBERIA COLECTORA DRENAJE % (EJE Y)
ANA	C106	V9	0.71
		V11	
	C107	V10	0.32
		V12	
	C108	V13	1.19
V15			
C109	V14	0.88	
FELIPE	C112	V16	0.81
		V21	
	C113	V22	0.56
		V23	
	C114	V24	1.06
		V25	
	C115	V26	0.48
		V27	
	C116	V29	0.37
		V30	
	C117	V31	0.62
		V32	
	C118	V33	0.44
		V34	
	C119	V35	0.68
V36			
C120	V37	0.5	
	V38		
C121	V39	0.43	
	V40		
C122	V41	0.5	
	V42		
C123	V43	0.45	
	V44		
C124	V46	0.7	
	V47		
C125	V48	0.61	
	V49		

### 3.3.2. Diseño de terrazas

Como se mencionó anteriormente las terrazas fueron diseñados con una pendiente transversal de 1% y pendiente longitudinal igual a la de la línea de la tubería de drenaje, por lo que se tendría la siguiente disposición de cada plano de nivelación:

**Tabla 4. Pendientes longitudinales y transversales de las terrazas**

CAMPO	MODULO	PLANO DE NIVELACION	PENDIENTE NATURAL DEL CAMPO	PENDIENTE LONGITUDINAL % (EJE Y)	PENDIENTE TRANSVERSAL % (EJE X)
ANA	C106	V9	ANA	0.71	1
		V11	ANA	0.71	-1
	C107	V10	ANA	0.32	1
		V12	ANA	0.32	-1
	C108	V13	ANA	1.19	1
		V15	ANA	1.19	-1
	C109	V14	ANA	0.88	1
		V16	ANA	0.88	-1
	FELIPE	C112	V21	FELIPE 2	0.81
V22			FELIPE 2	0.56	1
C113		V23	FELIPE 2	1.06	1
		V24	FELIPE 2	0.48	-1
C114		V25	FELIPE 2	0.48	1
		V26	FELIPE 2	-0.37	-1
C115		V27	FELIPE 2	-0.37	1
		C116	V29	FELIPE 1	0.62
V30			FELIPE 1	0.62	-1
C117		V31	FELIPE 1	0.44	1
		V32	FELIPE 1	0.44	-1
C118		V33	FELIPE 1	0.68	1
		V34	FELIPE 1	0.68	-1
C119		V35	FELIPE 1	0.50	1
		V36	FELIPE 1	0.50	-1
C120		V37	FELIPE 1	0.43	1
		V38	FELIPE 1	0.43	-1
C121		V39	FELIPE 1	0.50	1
		V40	FELIPE 1	0.50	-1
C122		V41	FELIPE 1	0.5	1
		V42	FELIPE 1	0.5	-1
C123	V43	FELIPE 1	0.45	-1	
	V44	FELIPE 1	0.45	1	
C124	V46	FELIPE 1	0.7	1	
	V47	FELIPE 1	0.7	-1	
C125	V48	FELIPE 1	0.61	1	
	V49	FELIPE 1	0.61	-1	

Cada pendiente positiva es la que se diseñó en el mismo sentido de la línea de corriente de la pendiente principal de su campo, ya sea Ana o Felipe (Figura 11). Y las pendientes negativas son las que van en sentido contrario.

La profundidad a la que cada plano de nivelación se diseñó dependió exclusivamente de la relación corte relleno semejante a 1.3.

### 3.3.3. Creación de perfiles transversales

Los perfiles transversales también fueron elaborados en el software AutoCAD CIVIL 3D. El detalle de estos se visualiza en los anexos 02-36. Estos fueron creados cada 10m ya que el terreno no presentaba irregularidades significantes que afecten el cálculo del movimiento de tierras.

### 3.3.4. Cálculo de movimiento de tierras

El movimiento de tierras se realizó con el software AutoCAD CIVIL 3D, el cual uso el método de cálculo de las secciones transversales para llegar a los resultados deseados los cuales se visualizan en la Tabla 4.

**Tabla 5. Volúmenes de corte y relleno obtenidos de AutoCAD CIVIL 3D**

CAMPO	MODULO	PLANO DE NIVELACION	VOLUMEN DE CORTE (M3)	VOLUMEN DE RELLENO (M3)	RELACION CORTE/RELLENO	
ANA	C106	V9	113.06	84.4	1.3	
		V11	223.07	189.1	1.2	
	C107	V10	167.6	158.82	1.1	
		V12	489.76	420.39	1.2	
	C108	V13	187.54	160.05	1.2	
		V15	106.2	102.16	1.0	
	C109	V14	270.36	267.36	1.0	
		V16	298.09	286.46	1.0	
	FELIPE	C112	V21	281.78	169.48	1.7
			V22	218.38	204.53	1.1
C113		V23	687.53	633.28	1.1	
		V24	486.12	467.29	1.0	
C114		V25	1399.16	1223.66	1.1	
		V26	726.19	671.02	1.1	
C115		V27	401.13	326.66	1.2	
		V29	397.75	360.36	1.1	
C116		V30	136.46	101.96	1.3	
		V31	426.58	314.74	1.4	
C117		V32	253.22	190.3	1.3	
	V33	430.31	239.68	1.8		
C118	V34	522.7	345.46	1.5		
	V35	383.36	365.22	1.0		
C119	V36	340.42	245.55	1.4		
	V37	181.91	101.3	1.8		
C120	V38	280.6	175.73	1.6		
	V39	127.83	104.22	1.2		
C121	V40	356.22	277.49	1.3		

«Continuación»

C122	V41	219.23	120.42	1.8
	V42	466.26	278.43	1.7
C123	V43	211.52	188.6	1.1
	V44	132.49	121.85	1.1
C124	V46	464.89	272.13	1.7
	V47	391.81	295.02	1.3
C125	V48	375.95	238.8	1.6
	V49	643.83	528.59	1.2

Del cálculo se obtuvo que la cantidad total de material a acarrea es de 14 600m<sup>3</sup>.

### 3.3.5. Determinación de cotas de proyecto

Una vez diseñados las terrazas y obtenido los movimientos de tierra de cada plano, de cada superficie creada se sacaron las cotas a usar en el replanteo. Para conocer cada cota se pueden visualizar las secciones transversales en los anexos del 04-38.

### 3.3.6. Cálculo de producción de maquinaria

La selección de la maquinaria a usar en esta parte del trabajo fue la del tractor topador Bulldozer ya que es la que presenta mejor rendimiento, según Caterpillar, para la distancia transversal de acarreo que tienen las terrazas, que es aproximadamente 50m.

El modelo del tractor Bulldozer que se uso fue el D6T ya que es el más comercial disponible en el mercado.

El método de cálculo se realizó usando las gráficas de producción máxima del fabricante y los factores de corrección brindados por este.

Ingresando en la Figura 8. con una distancia promedio de 50m, para la curva F, se obtiene una producción máxima de 152.5 m<sup>3</sup>/h.

Ingresando en la Tabla 2 se tomaron las siguientes consideraciones:

- Uso de tractor tipo cadenas ya que se necesitaría mayor tracción para aumentar la fuerza de empuje al momento de cortar el suelo. El uso de un tractor de ruedas fue descartado ya que, en el plan piloto realizado por la empresa, las ruedas dejaron muchas irregularidades en las terrazas.
- La eficiencia del operador como deficiente ya que en la zona no existen operadores

especializados para el tipo de trabajo que es la de nivelar con una pendiente deseada y no solo la de acarrear un material sin tomar en cuenta consideración de diseño en campo.

- Material seco difícil de empujar ya que se tratan de parcelas con suelo agrícola compactado por el riego pesado que la empresa solía darle a su cultivo de cucurbitáceas.
- Eficiencia de trabajo 50min/h.
- No se tomará factor de corrección por pendiente ya que el campo presenta pendientes naturales menores al 1%.

Según las consideraciones tomadas el factor de corrección sería  $F_c = 0.6 \times 0.8 \times 0.83 = 0.4$

Se obtuvo por tanto el siguiente rendimiento de producción:

$$\text{Rendimiento} = 152.5 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.4 = 61 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **3.3.7. Elaboración de presupuesto**

Para la elaboración del presupuesto se tomaron las siguientes consideraciones:

- La elaboración del informe con el diseño y el cálculo del movimiento de tierras fue considerado en el presupuesto como servicio aparte al de la supervisión de la ejecución.
- Se alquiló un camión para el traslado de los materiales a usar en campo.
- El proveedor de la maquinaria Bulldozer D6T era de la región Ica, por lo que se tuvo que considerar el pago de una cama baja para el traslado.
- El acabado final del movimiento de tierras se consideró con una rufa hidráulica como recomendación de la empresa, dado a los buenos resultados que esta daba en la nivelación de sus demás campos.
- Se consideró el uso de una grada pesada debido a que existía 1ha con aun presencia de camas para siembra en suelo, las cuales debían ser niveladas.
- Para el metrado de las horas máquinas del Bulldozer se tuvo que:

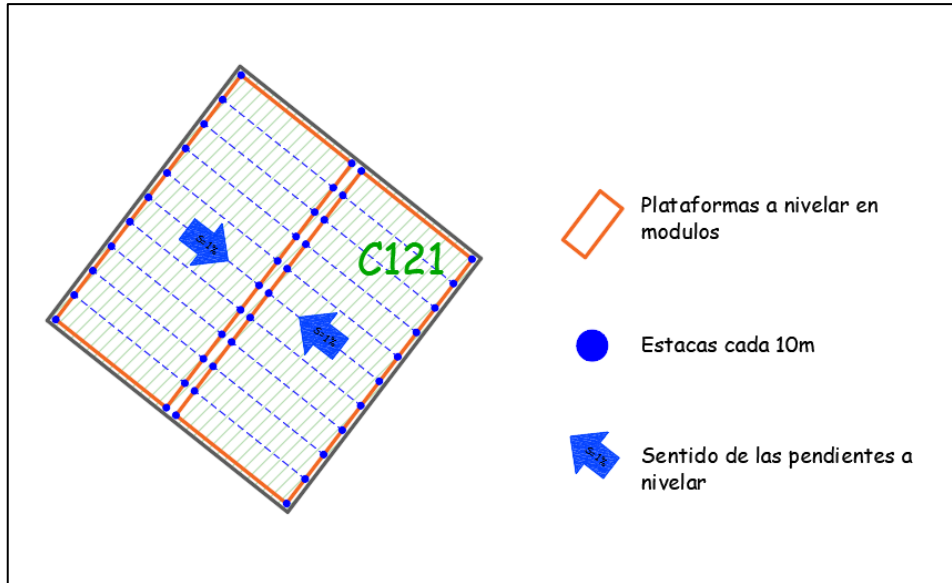
$$\text{Cantidad hm} = 14600\text{m}^3/61\text{m}^3/\text{h} = 240\text{hm}$$

ITEM	DESCRIPCION	DETALLE	MEDIDA	CANTIDAD		COSTO	MONTO
				TOTAL	STOCK	UNITARIO S/	TOTAL S/
<b>1 SERVICIOS</b>							
1.1	Elaboracion de expediente y ejecución		und	1	0	9000.00	9000.00
1.2	Camion para traslado de palos		hr	4	0	20.00	80.00
<b>TOTAL DE ELABORACION DE EXPEDIENTE Y EJECUCION</b>							<b>S/. 9'080.00</b>
<b>2 MATERIALES Y EQUIPOS</b>							
2.1	Estacas de madera 2" x 0.7m		und	756	756	2.00	0.00
2.2	Cal de obra x 20 kg		und	30	0	15.00	450.00
2.3	Nivel de ingeniero		und	1	1	1200.00	0.00
2.4	Wincha 50m		und	1	1	60.00	0.00
2.5	Driza 1/4" x 50 m		und	1	1	35.00	0.00
2.6	Comba 8 lb		und	1	0	50.00	50.00
2.7	Disco de corte de madera 14"		und	1	0	120.00	120.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>							<b>S/. 620.00</b>
<b>3 MAQUINARIA (corte y relleno de 14 600m3)</b>							
				Rendimiento	61m3/hr		
3.1	Tractor oruga D6		hr	240	0	283.20	67968.00
3.2	Cama baja para D6		und	1	0	2400.00	2400.00
3.3	Rufa Hidraulica		hr	60	0	94.40	5664.00
3.4	Grada Pesada		hr	5	0	135.00	675.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>							<b>S/. 76'707.00</b>
<b>4 MANO DE OBRA</b>							
4.1	Supervision de maquinaria		jr	25	0	85.00	2125.00
4.2	Personal para trazado de perimetro de modulos (36)		jr	20	0	85.00	1700.00
4.3	Asistente portamira para nivelacion		jr	30	0	85.00	2550.00
4.4	Apoyo para plantilleo		jr	30	0	85.00	2550.00
4.5	Elaboracion de estacas 2"x 0.7m		jr	3	0	85.00	255.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>							<b>S/. 9'180.00</b>
							<b>S/95'587.00</b>
SUB TOTAL PPTO S/							S/95'587.00
IMPREVISTOS 5% S/							S/4'779.35
TOTAL PPTO S/							S/100'366.35

Figura 16. Presupuesto elaborado para el proyecto de nivelación y movimiento de tierras

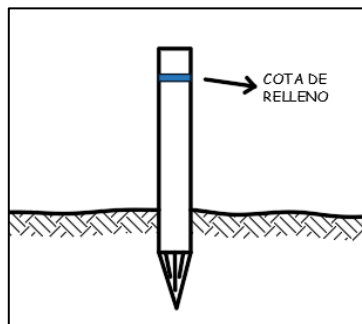
### 3.4. Replanteo de cotas de proyecto

Para el replanteo en campo se delimito con cal de obra las terrazas y se ubicaron estacas en el campo con la siguiente disposición:



**Figura 17. Disposición de ubicación de estacas para replanteo**

- Las estacas se ubicaron en campo como se muestra en las siguientes figuras;

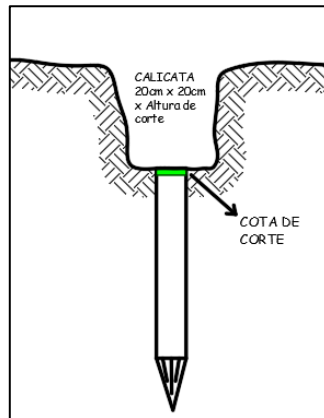


**Figura 18. Ubicación de estacas en secciones de relleno**





**Figura 19. Ubicación de estacas en campo en secciones de relleno**



**Figura 20. Ubicación de estacas en secciones de corte**

### **3.5. Movimiento de tierras**

Una vez se ubicaron en campo las estacas de corte y relleno se realizó el movimiento de tierras con la maquinaria seleccionada.

#### **3.5.1. Corte y relleno de terrazas**

El tipo de suelo presente en la obra es suelo agrícola compactado con presencia de arcillas y materiales granulares. Del cálculo del movimiento de tierras se determinó que los cortes varían en campo entre 20 y 80cm. La maquinaria seleccionada cortara este material de las

cotas de corte y las empujara a las cotas de relleno (Figura 21), a la vez que compacta el material con su peso propio.



**Figura 21. Tractor Bulldozer realizando corte de suelo**

### **3.5.2. Perfilado final de terrazas**

El acabado final se realizó con un tractor agrícola con rufa hidráulica. La velocidad de esta maquinaria y el gran volumen de arrastre que brinda permitió realizar con mayor velocidad la nivelación de algunos huecos que dejó el corte y relleno que realizó el tractor topador. La rufa recorrió el campo levantando y soltando material con la palanca hidráulica que tiene. Esta herramienta permitió soltar material en las zonas deseadas hasta llegar al acabado final (Ver Figura 23).



**Figura 22. Tractor con rufa hidráulica en nivelación final**



**Figura 23. Nivelación final del plano de nivelación válvula 21**

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- La empresa Natucultura al estar dedicada principalmente al desarrollo de cultivos, el área de operaciones no contaba con el personal de ingeniería necesario para la ejecución del proyecto de nivelación y movimiento de tierras. Debido a esto, los resultados obtenidos fueron deficientes por no contar con personal técnico capacitado para la nivelación, desarrollado en la sede Piura. Estas deficiencias en la nivelación produjeron encharcamiento de parcelas y consecuentemente incidencia de enfermedades en algunas áreas de los invernaderos.
- La aplicación de la metodología descrita en el desarrollo del presente trabajo proviene de la formación universitaria y de la experiencia en topografía realizada en diferentes proyectos. Debido a esto los pasos descritos y la experiencia previa fueron las herramientas necesarias para la solución del problema.
- Al iniciar todo proyecto de movimiento de tierras se debe realizar un levantamiento topográfico el cual servirá para los futuros cálculos. En el presente proyecto ya se contaba con esta información como antecedente por lo que la verificación del levantamiento topográfico fue el primer paso que se tuvo que realizar. Esto debido a que la calidad de esta información es determinante para el éxito del proyecto.
- Para realizar el cálculo del movimiento de tierras y la ejecución del mismo la empresa contaba con 2 meses, según el diagrama de Gantt del proyecto en macro. Por lo que cumplir este plazo era uno de los principales objetivos del trabajo. El uso del software AutoCAD CIVIL 3D resultó ser la herramienta ideal para cumplir esta meta, ya que permitió realizar con velocidad y versatilidad el diseño y cálculo del movimiento de tierras de las 35 terrazas.

- Otro de los objetivos planteados por la empresa fue la de ajustar el proyecto al presupuesto máximo previamente aprobado para realizar el trabajo. Este presupuesto inicial fue una proyección realizada en base a la ejecución de su plan piloto. Por lo que el presupuesto elaborado en el presente trabajo pretendió no pasarse de ese monto, sin dejar de lado el brindar un acabado de calidad.
- Realizar el trabajo de campo fue la etapa concluyente del presente trabajo en el que se tuvo que afrontar cumplir con el rendimiento de la producción calculada y con 240 de horas maquina proyectadas. Los resultados fueron los esperados

## V. CONCLUSIONES

- Se ejecuto la nivelación y movimiento de tierras de las 35 terrazas de ubicadas en los módulos invernadero de propagación de cultivos de cucurbitáceas, con la pendiente transversal brindada de 1% y la pendiente longitudinal de cada módulo, sienta esta ultima la pendiente natural del terreno las cuales variaron desde 0.3% a 1.19%.
- El levantamiento topográfico brindado sirvió como antecedente base para realizar los cálculos del movimiento de tierras. Sin embargo, se realizaron correcciones en la triangulación para dibujar correctamente las curvas de nivel de la superficie del terreno. Finalmente, la superficie natural del terreno fue trabajada con curvas de nivel cada 0.2m ya que el terreno no presento irregularidades importantes en su superficie.
- En el proceso de cálculo del movimiento de tierras se obtuvieron relaciones de corte/relleno que variaron de 1 a 1.8. Las alturas de corte y relleno obtenidas variaron desde 20cm hasta 80cm, las cuales dieron en total una movilización de tierra de 14,600.00 m<sup>3</sup> para las 35 terrazas.
- La ejecución del proyecto fue realizada con las 240 horas maquina proyectadas para el Bulldozer, en las 35 terrazas, obteniéndose un rendimiento de producción de 61m<sup>3</sup>/h. Cumpliéndose así el tiempo de ejecución proyectado el cual fue de 104 días. A la vez se ejecutó en su totalidad el presupuesto proyectado de s/. 100,366.35 incluyendo IGV.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a las áreas de operaciones agrícolas y riego servicios que en el proceso constructivo de los invernaderos la construcción de la estructura y la instalación de la red de distribución del sistema de riego sean elaborados luego de concluir la ejecución de la nivelación y movimiento de tierras, ya que al ser realizada en forma paralela perjudican el movimiento de la maquinaria.
- Se recomienda al área de operaciones agrícolas incorporar esta metodología en el proceso constructivo de los futuros proyectos de construcción de invernaderos, ya que, a pesar del corto presupuesto asignado, se alcanzaron los objetivos planteados de la empresa.
- Se recomienda al área de operaciones agrícolas considerar el paso de un arado de discos para soltar el terreno previo al uso del tractor topador Bulldozer, ya que la hora máquina de este último es al menos el doble de costoso.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Caterpillar Inc. (2009). Manual de Rendimiento. (39na ed.). Caterpillar Inc.

Franquet, J. & Querol, A. (2010). Nivelación de Terrenos por Regresión Tridimensional. (1ra ed.). UNED-Tortosa. C/ Cervantes.

McCormac, J. (2003). Topografía. (1ra ed.). Limusa Wiley.

Mendoza, J. (2019). Topografía y Geodesía. (1ra ed.). Editores Maraucano E.I.R.L.

Sánchez, N.V. (2020). Topografía Aplicada. Macro.

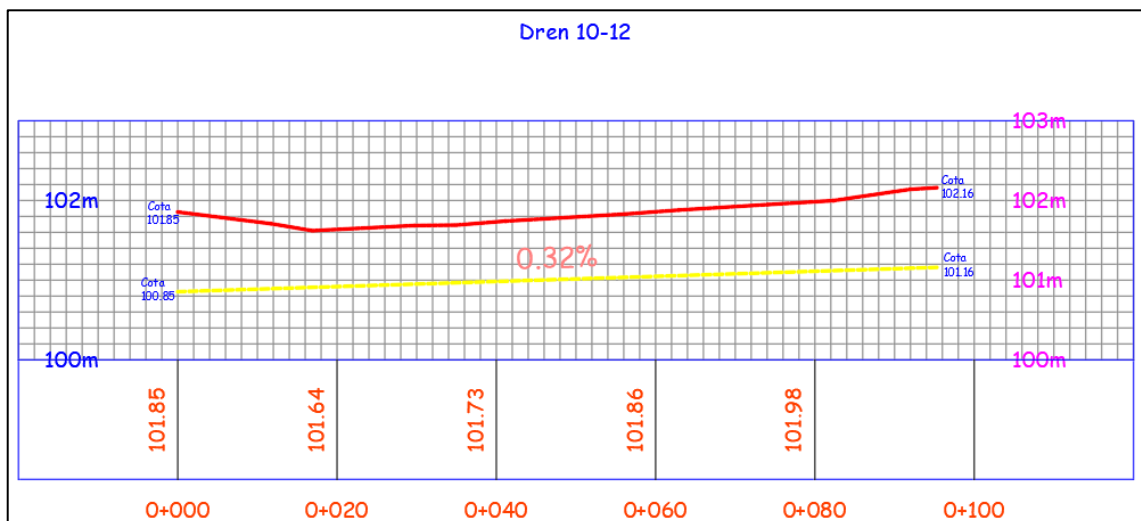
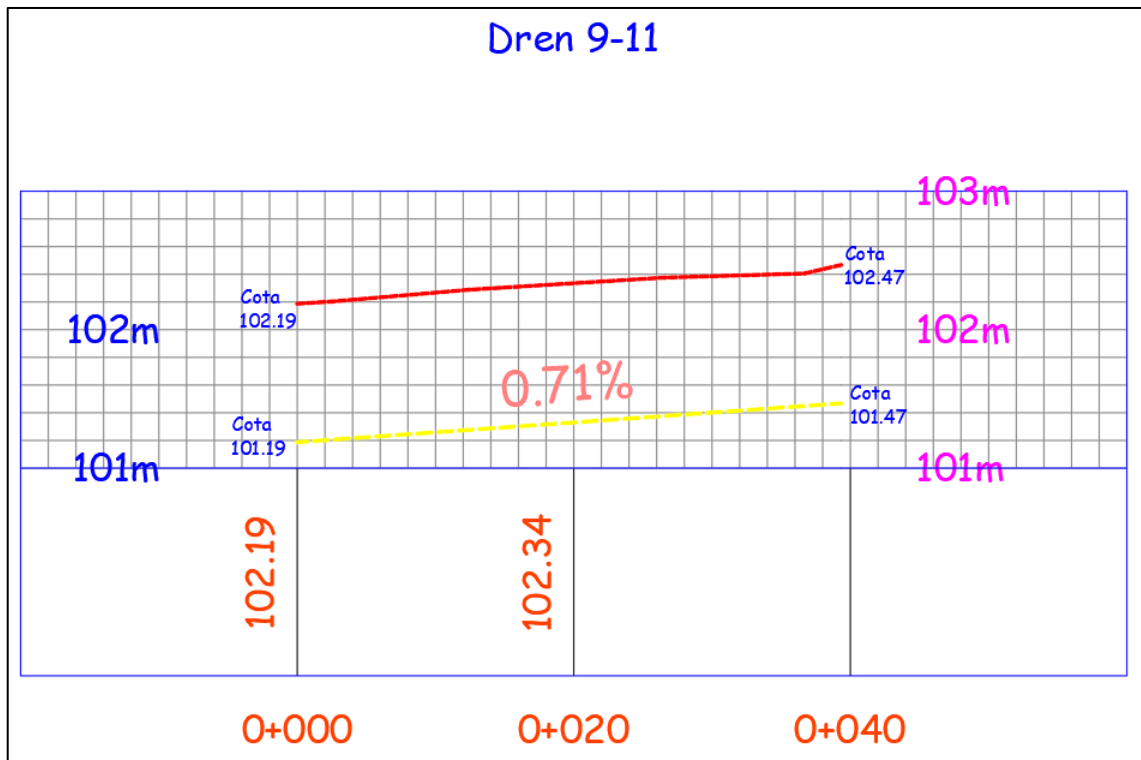
Tiktin, J. (1997). Movimiento de Tierras. (3ra ed.). E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Wirshig, J. & Wirshing, R. (1987). Introducción a la Topografía. (1ra ed.). McGraw-Hill Book Co.

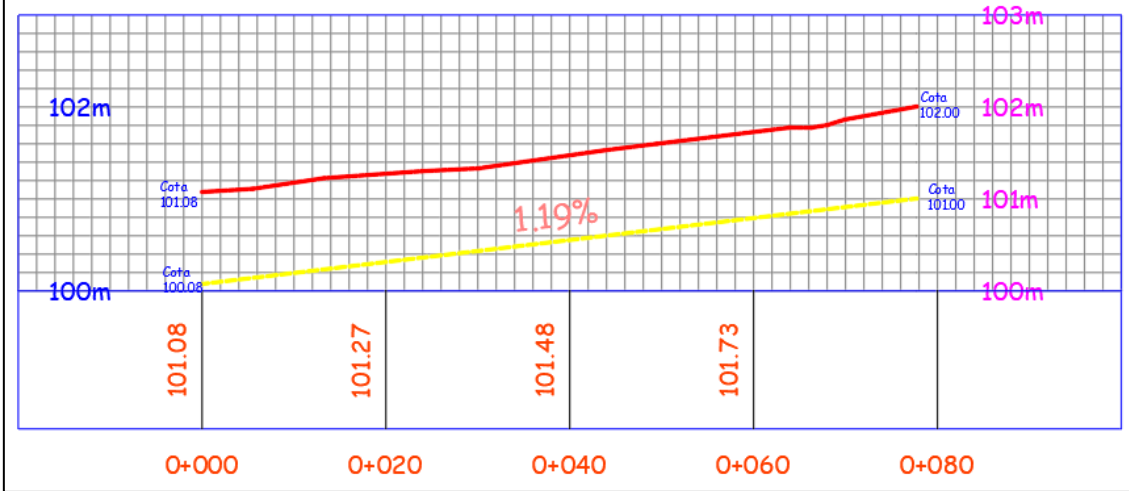


## VIII. ANEXOS

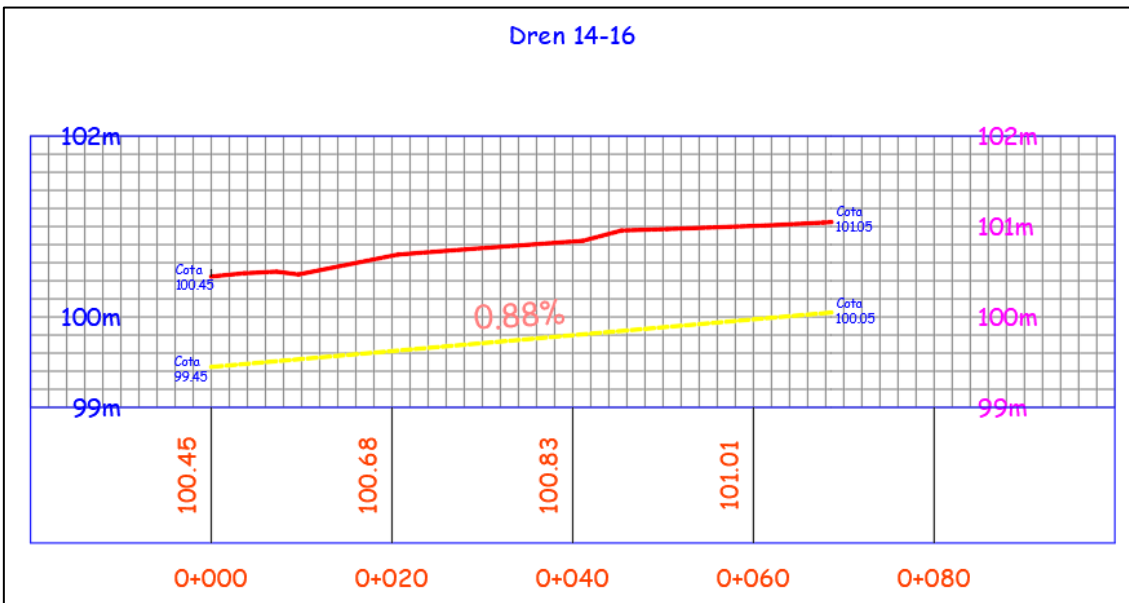
### Anexo 1: Perfiles longitudinales de los módulos del Campo Ana



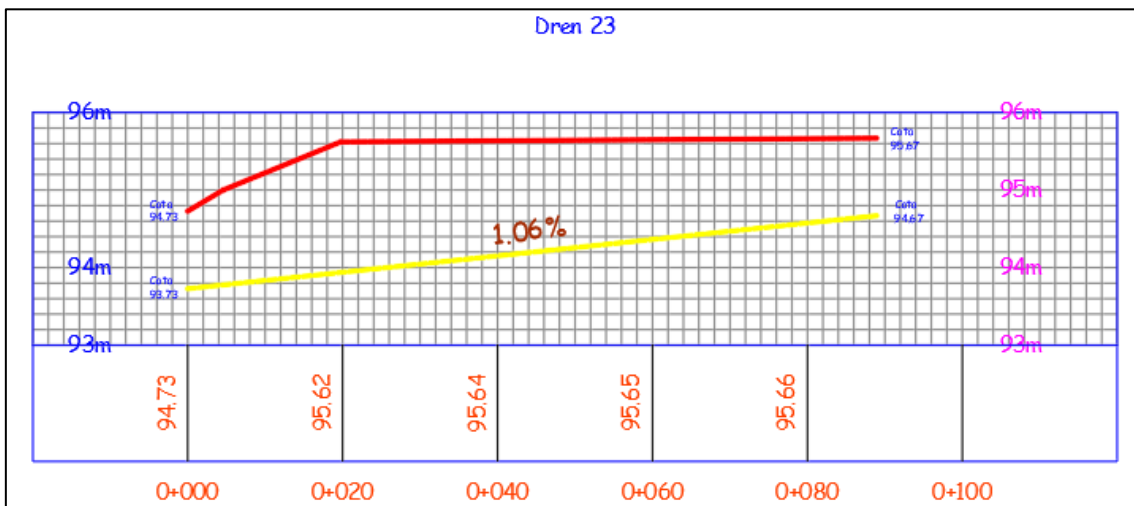
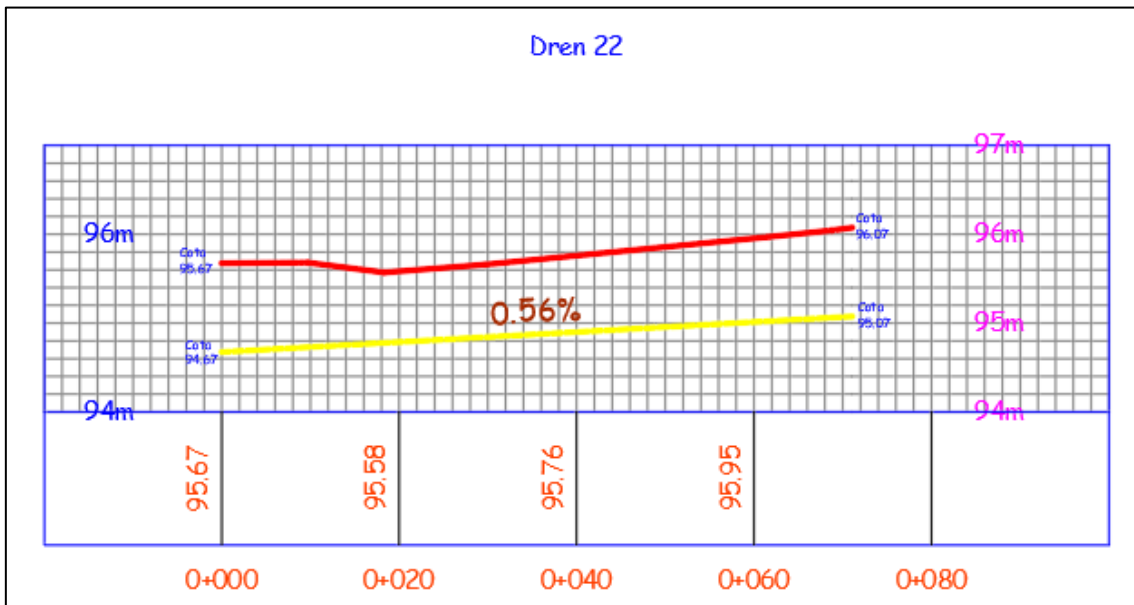
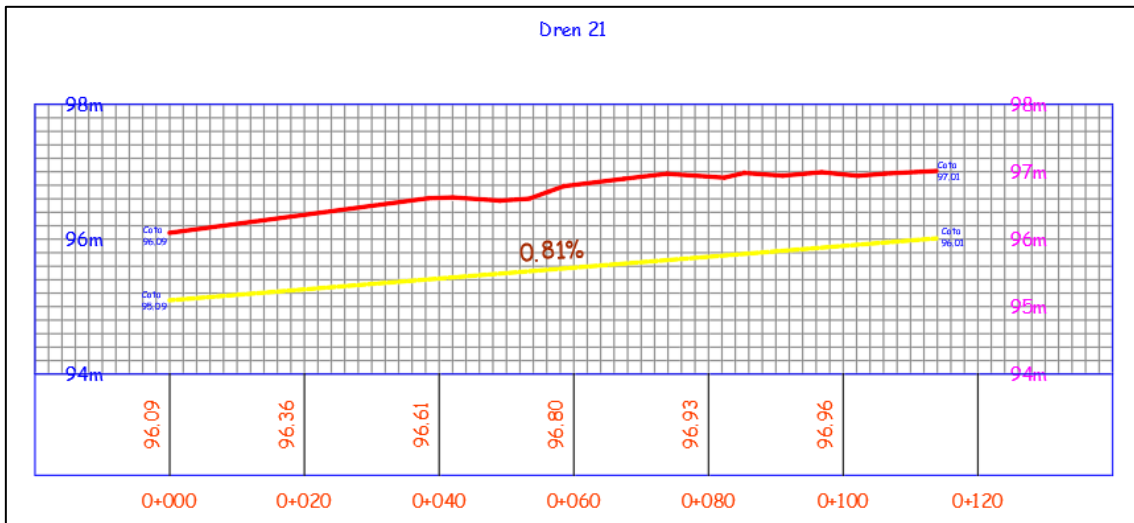
Dren 13-15

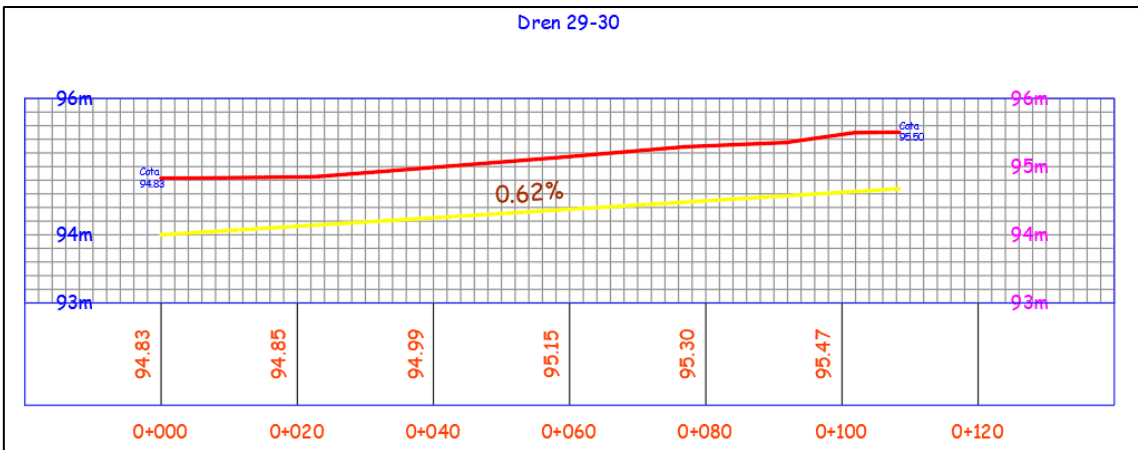
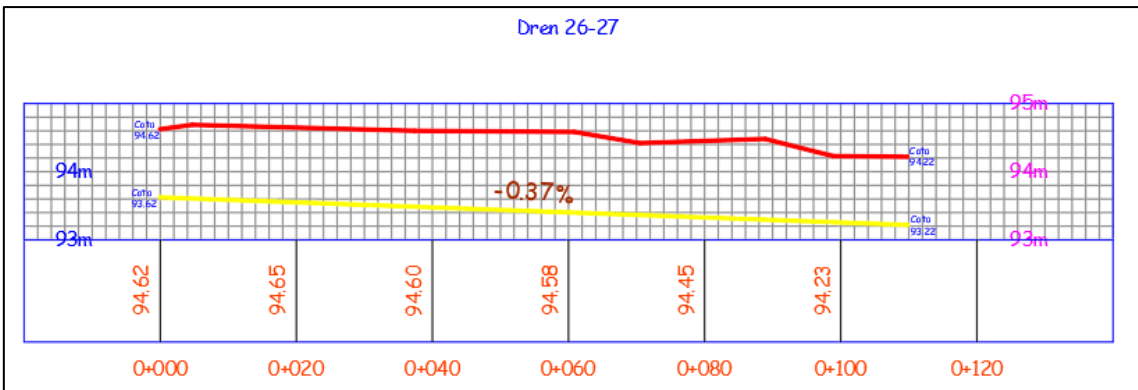
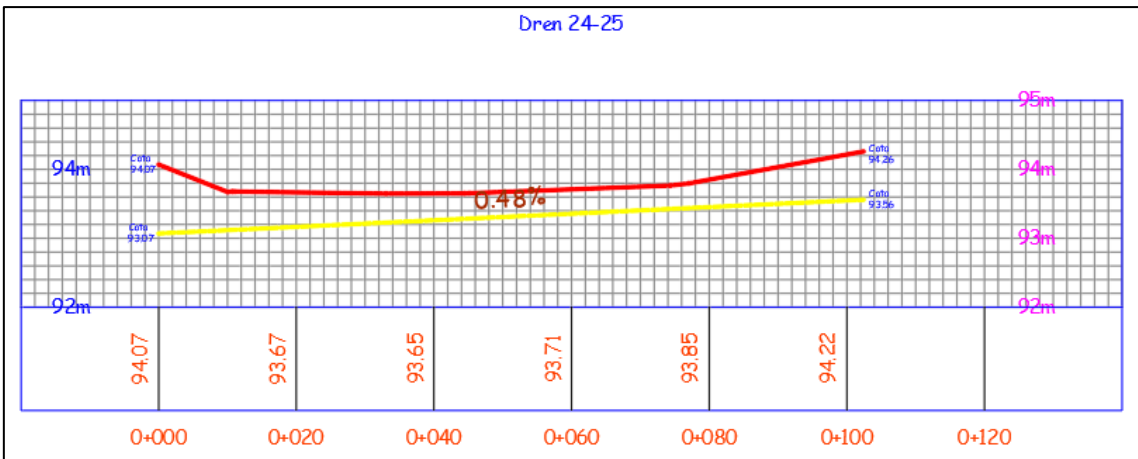


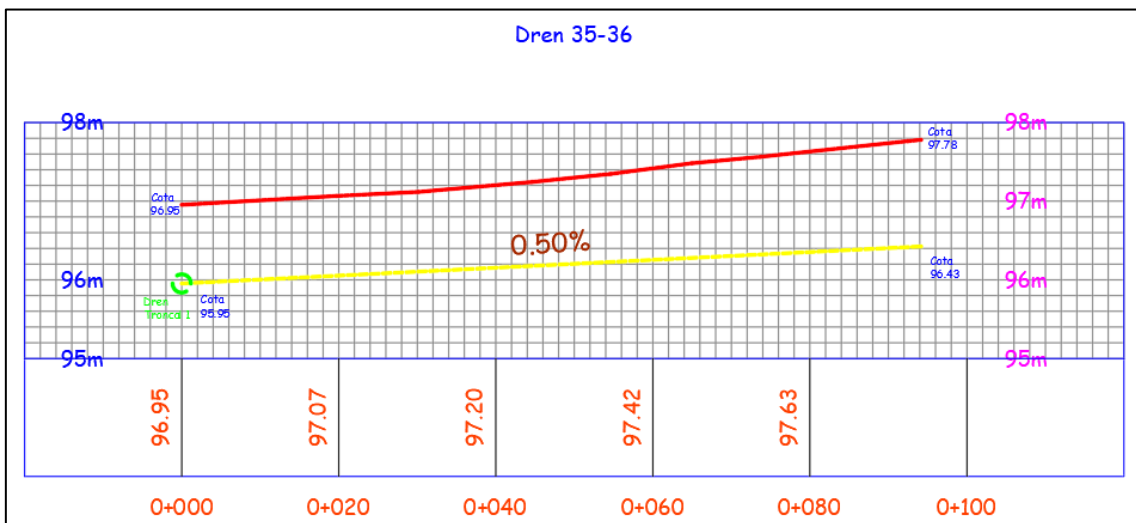
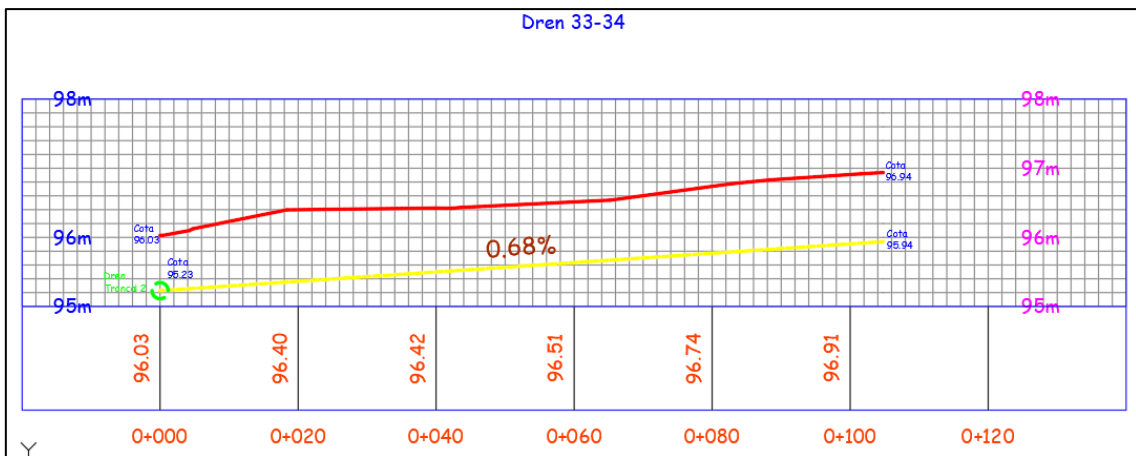
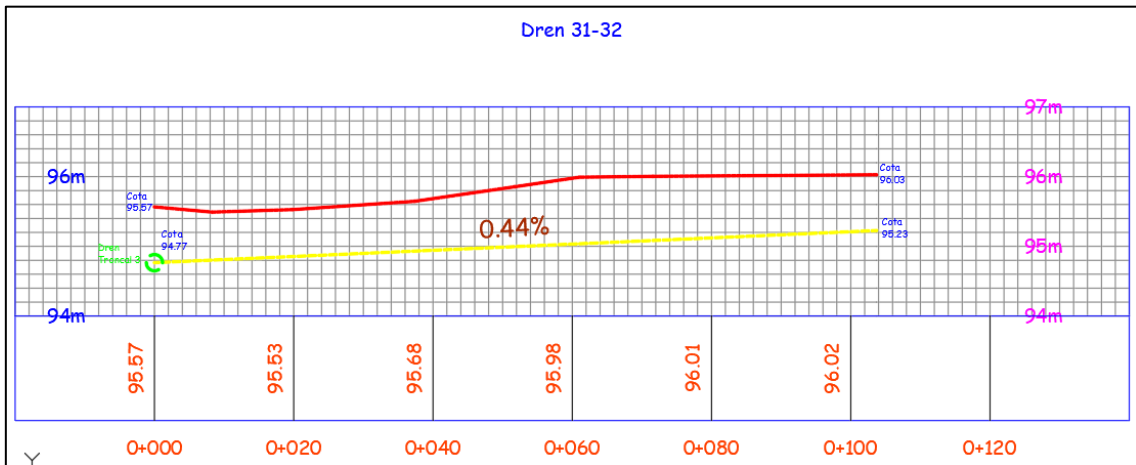
Dren 14-16

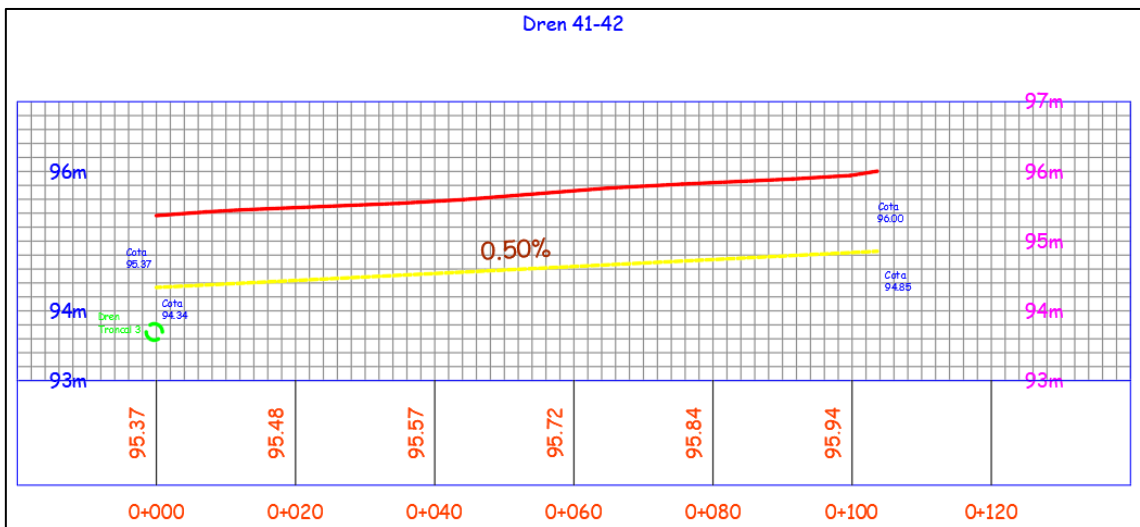
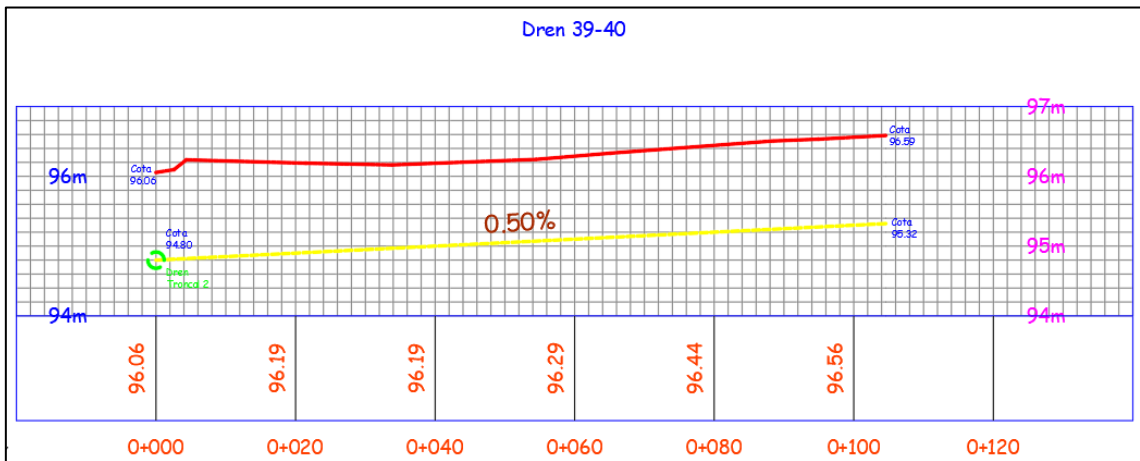
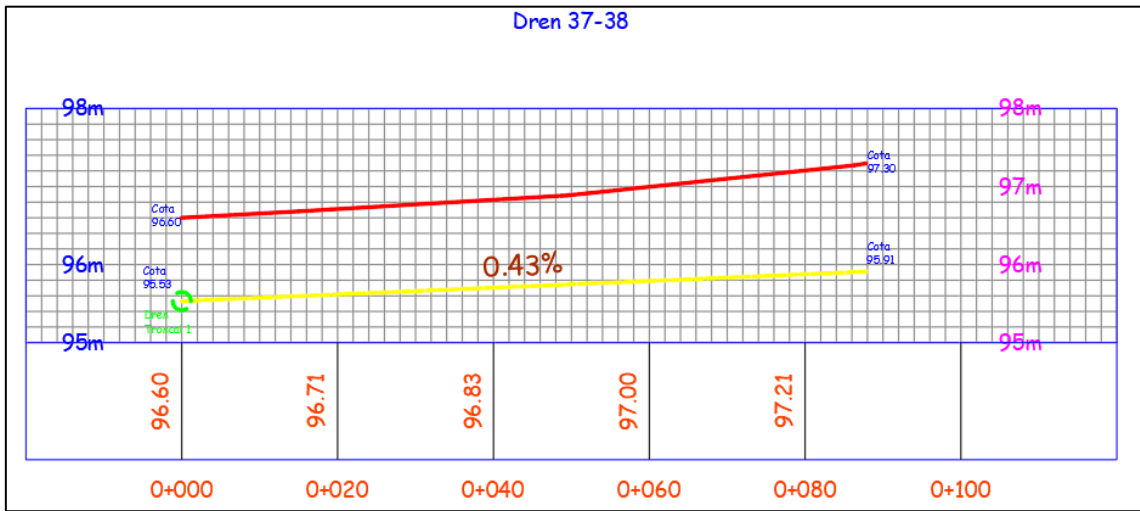


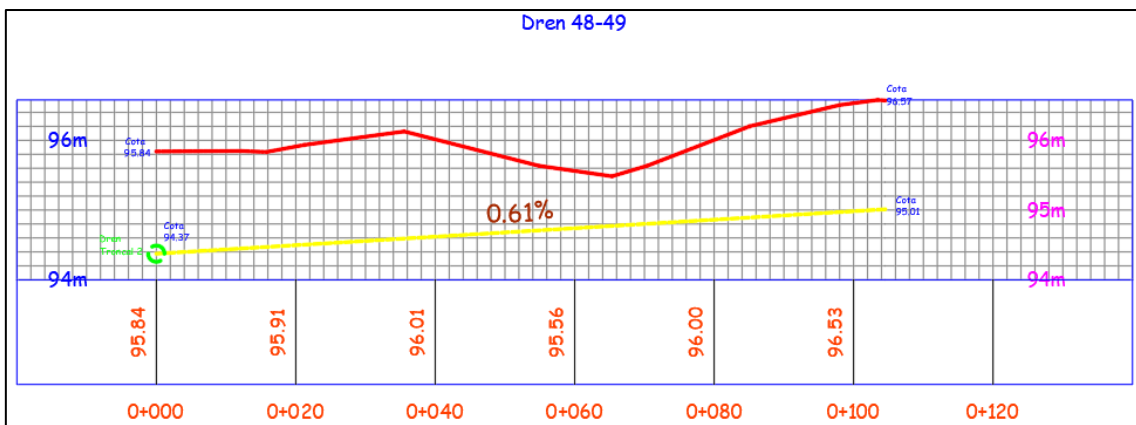
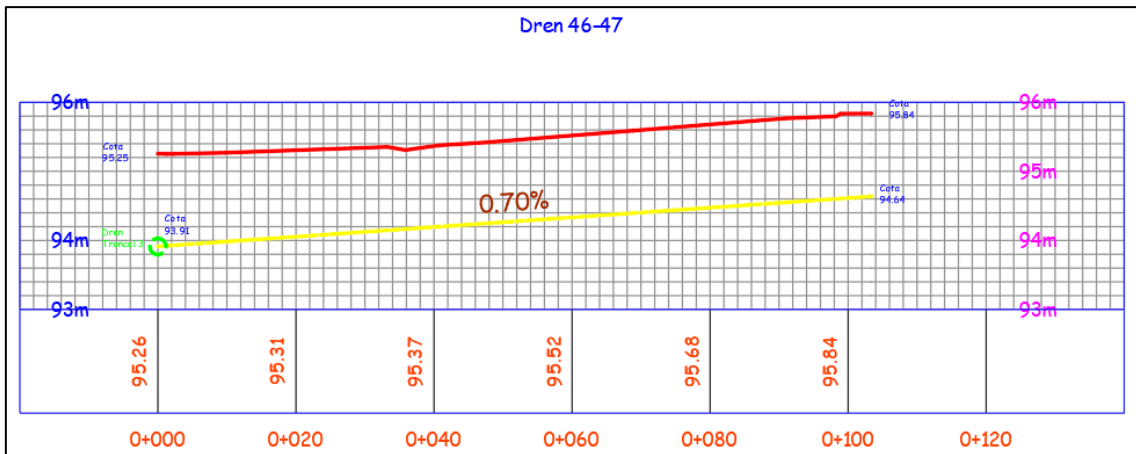
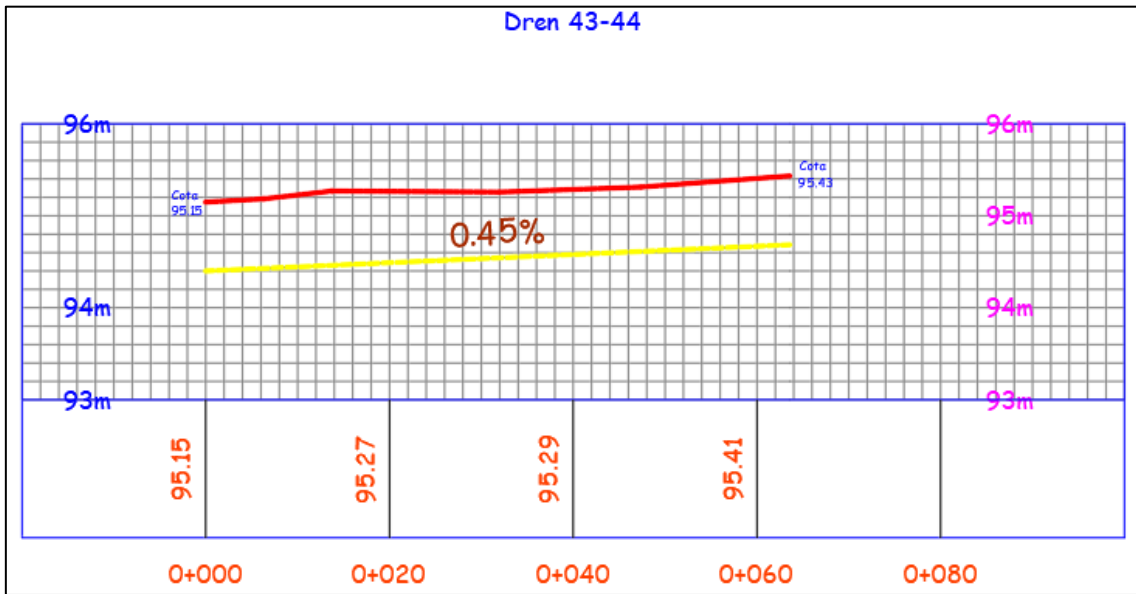
## Anexo 2: Perfiles longitudinales de los módulos del Campo Felipe





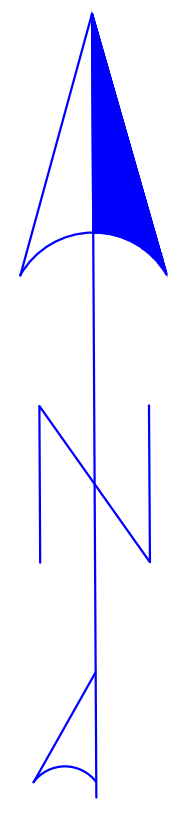








**COPIA CONTROLADA**



PROP. DE TERCEROS  
C. PALTA

PROP. DE TERCEROS

PROP. DE TERCEROS

PROP. DE TERCEROS  
101.25

PROP. DE TERCEROS

CAMINO CARROZABLE

CAMINO CARROZABLE

CAMINO CARROZABLE

**NATU PERÚ - SEDE CAÑETE**  
**ÁREA DE RIEGOS Y SERVICIOS**  
TÍTULO:  
**PROYECTO SUSTRATO 2**

PLANO:

**TOPOGRAFIA CAMPO ANA 2 Y FELIPE**

VERSIÓN:

**V.1.0**  
3/05/2021

FECHA: ABRIL-2021  
PROYECTA: CAÑETE  
DISEÑO: ING. N° CIP. 246568 D. A. ARIAS HIDALGO  
DIBUJO: L.J. VARGAS MAMANI

REVISADO POR: FELIPE VR.  
ESCALA: 1/1000  
ING. R.D. MENDEZ FLORES

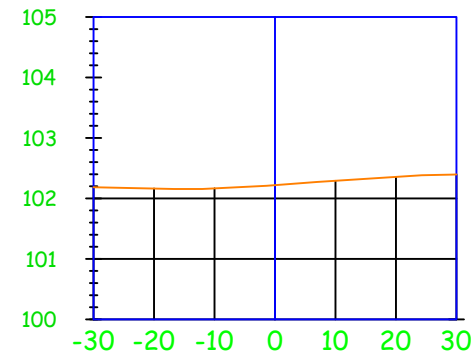
REVISADO POR: ING. P. CASAFRANCA

EQUIPO DE SISTEMA DE RIEGO-SERVICIOS  
TECNATURA: D.A. ARIAS HIDALGO  
ASIST. RIEGO: C. TRUJILLO CHUCOSPUIMA  
ASIST. RIEGO: W.C. REVILLA RITAY  
ASIST. RIEGO: L.J. VARGAS MAMANI  
ASIST. ADMIN: J. YACTIVO RAMOS



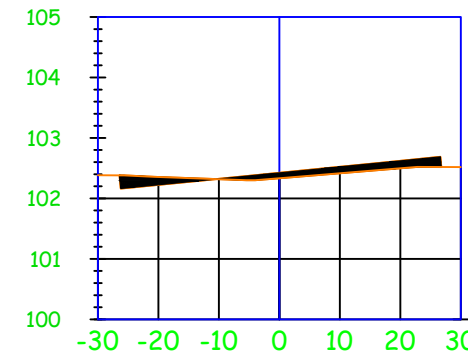
# TERRAZA VALVULA 9

0+000.00



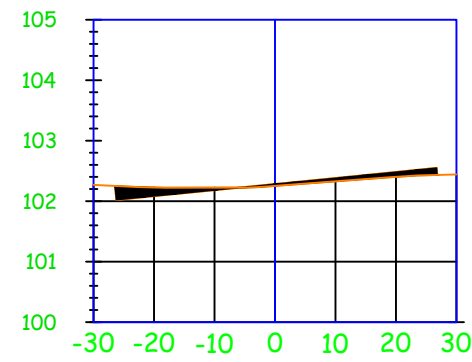
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 9	0.00	0.00	0.00
RELLENO 9	0.00	0.00	0.00

0+030.00



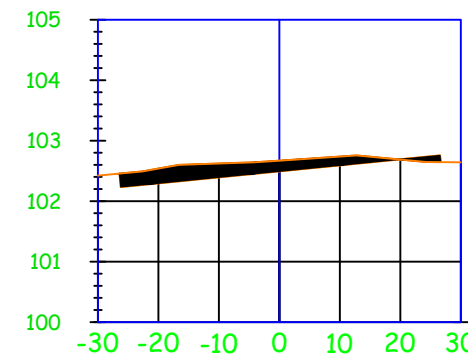
Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 9	1.74	18.30	49.55
RELLENO 9	3.66	31.82	63.34

0+010.00



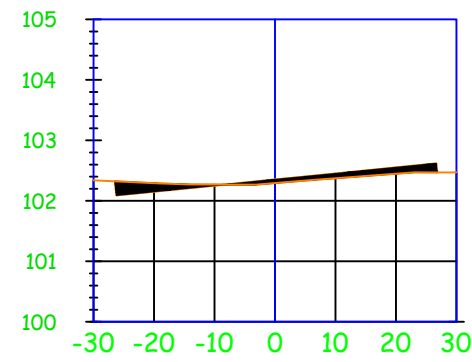
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 9	2.17	10.83	10.83
RELLENO 9	1.80	9.01	9.01

0+040.00



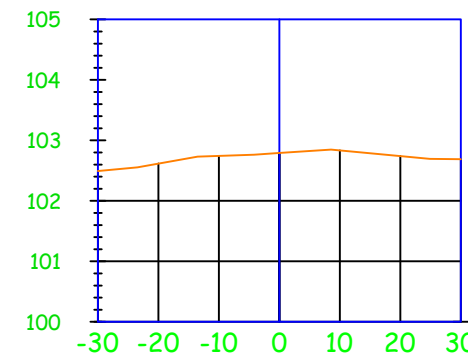
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 9	8.40	50.73	100.27
RELLENO 9	0.42	20.42	83.76

0+020.00



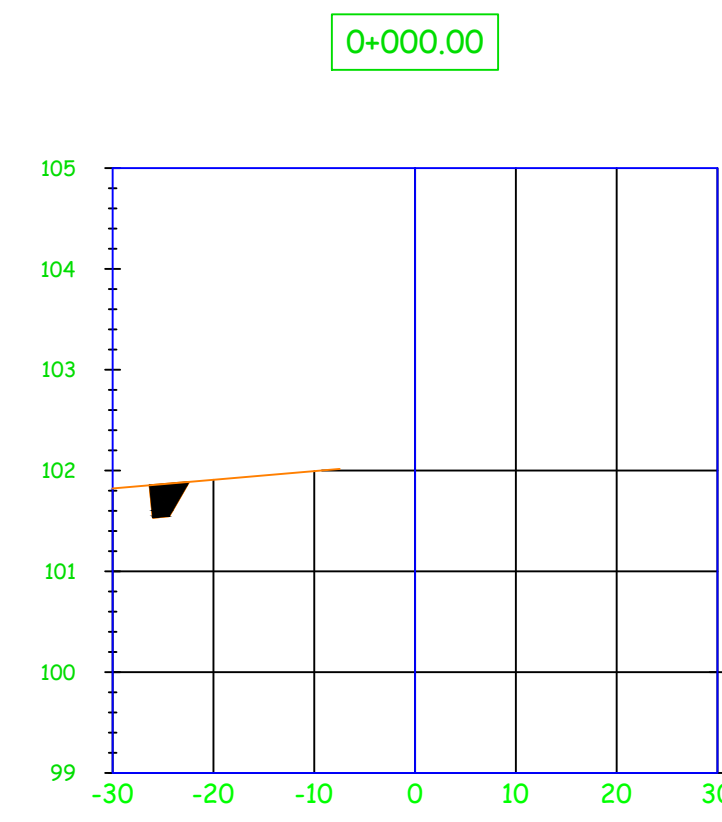
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 9	1.92	20.42	31.25
RELLENO 9	2.70	22.52	31.53

0+043.04

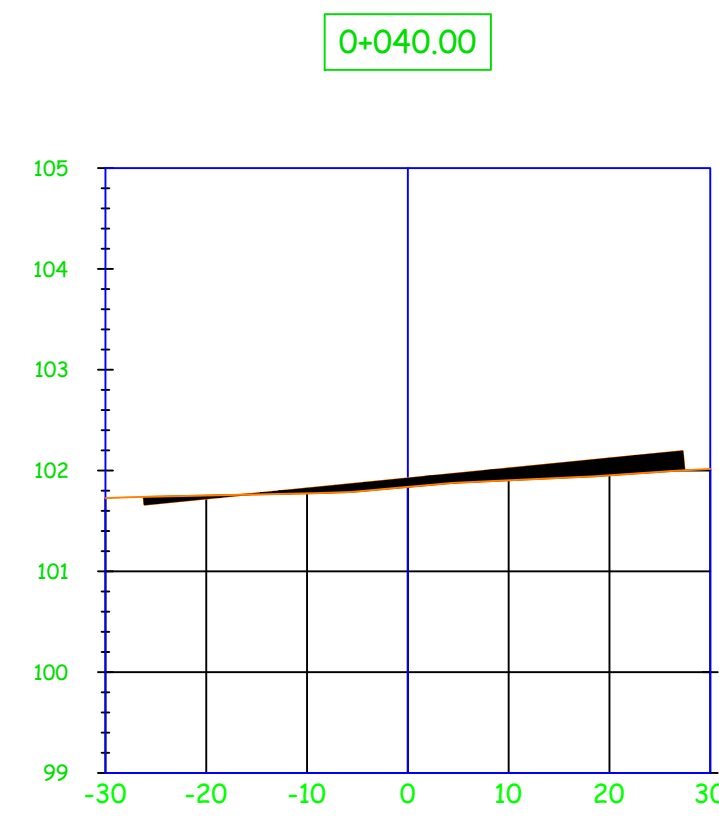


Material(s) at Station 0+043.04			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 9	0.00	12.79	113.06
RELLENO 9	0.00	0.64	84.40

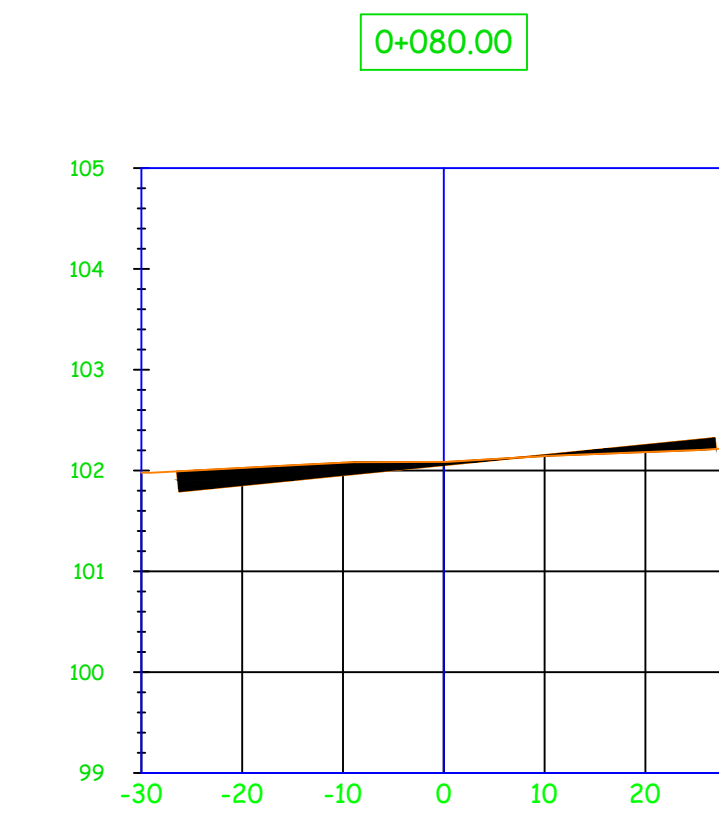
# TERRAZA VALVULA 10



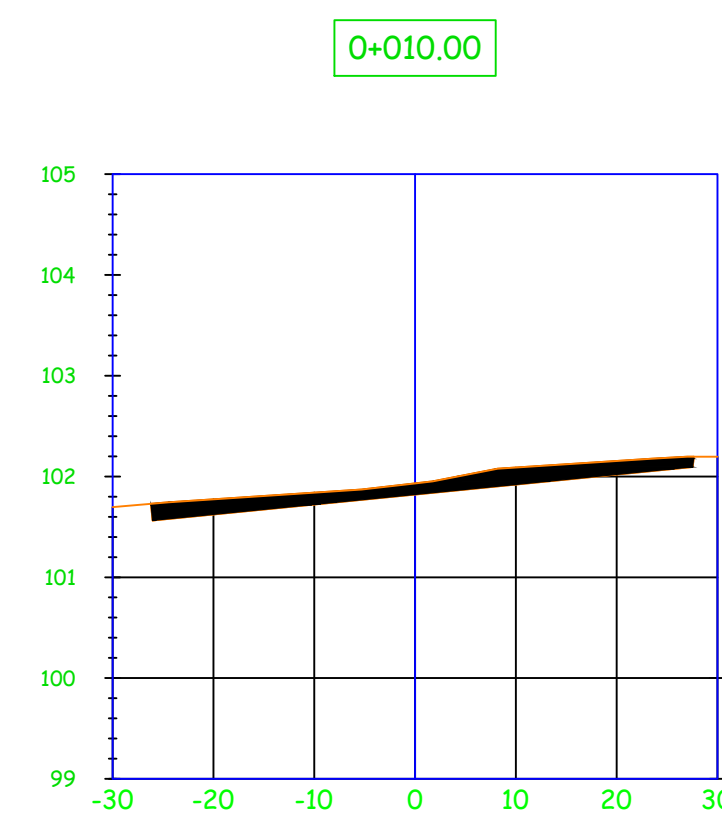
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	0.89	0.00	0.00
RELLENO 10	0.00	0.00	0.00



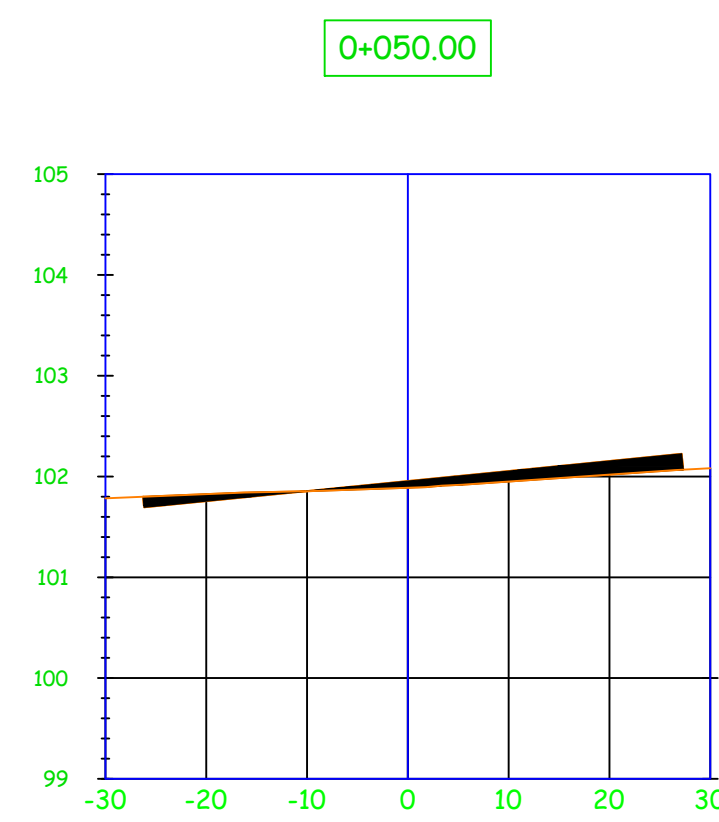
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	0.38	3.16	89.15
RELLENO 10	4.60	42.33	67.71



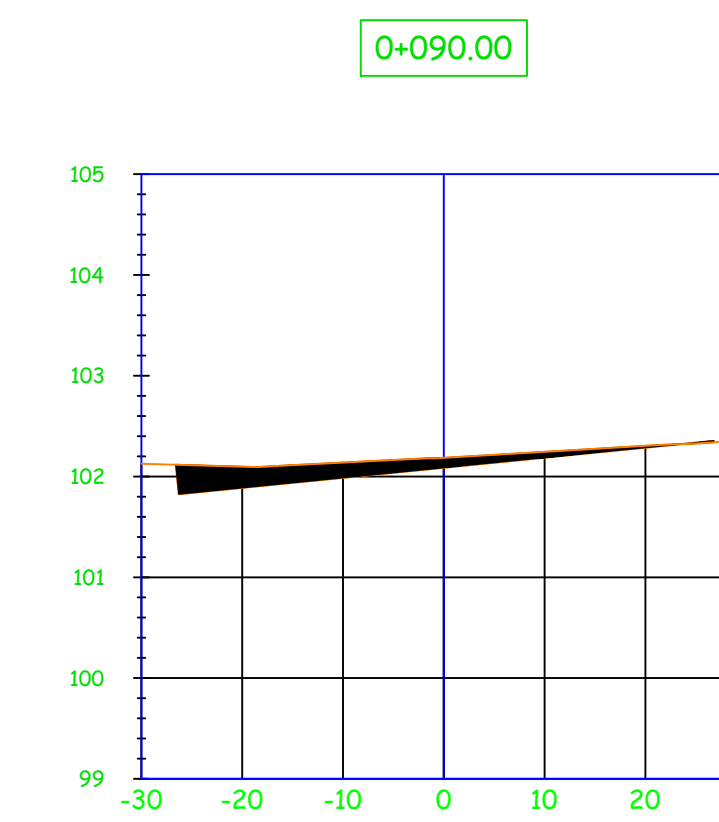
Material(s) at Station 0+080.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	3.56	29.84	157.72
RELLENO 10	1.04	18.41	183.70



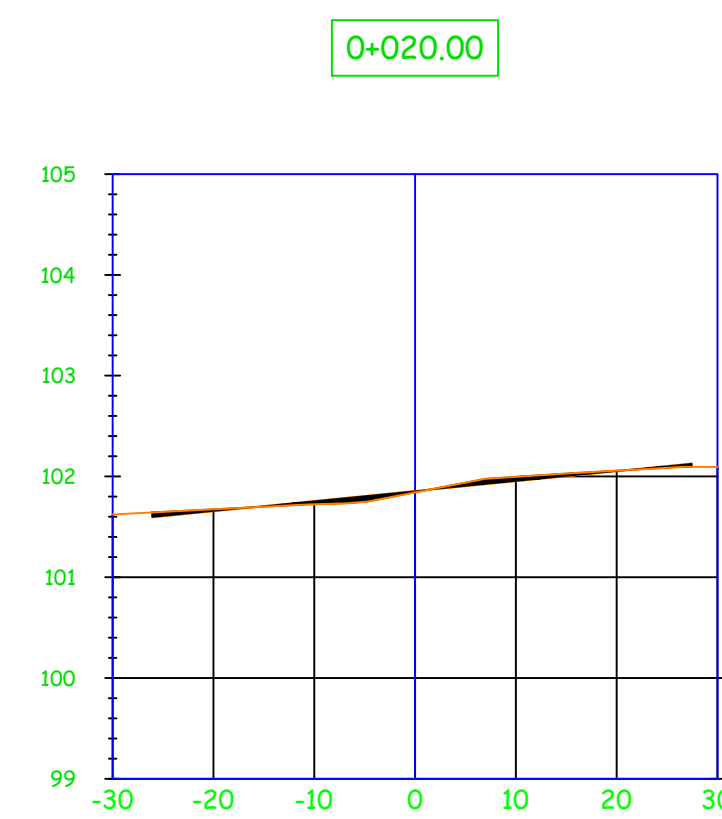
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	7.24	40.68	40.68
RELLENO 10	0.00	0.00	0.00



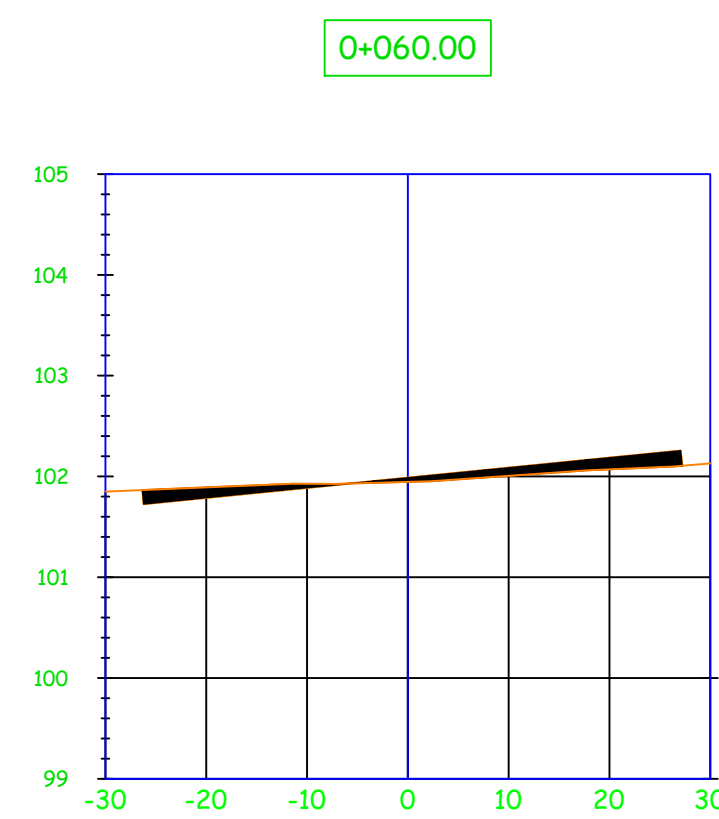
Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	0.91	6.42	95.57
RELLENO 10	3.45	40.24	107.95



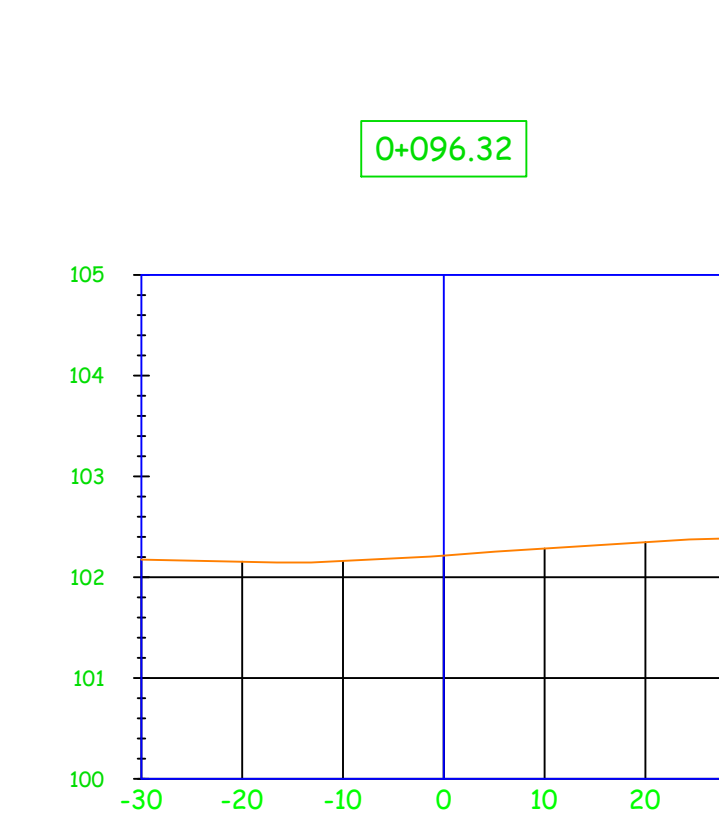
Material(s) at Station 0+090.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	5.83	46.93	204.66
RELLENO 10	0.03	5.32	189.02



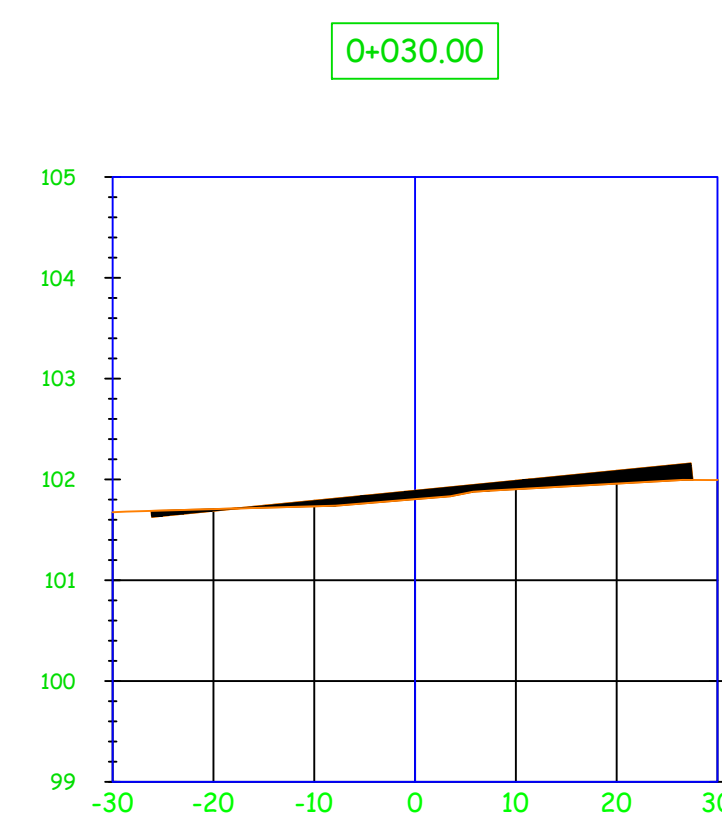
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	0.78	40.13	80.80
RELLENO 10	0.61	3.04	3.04



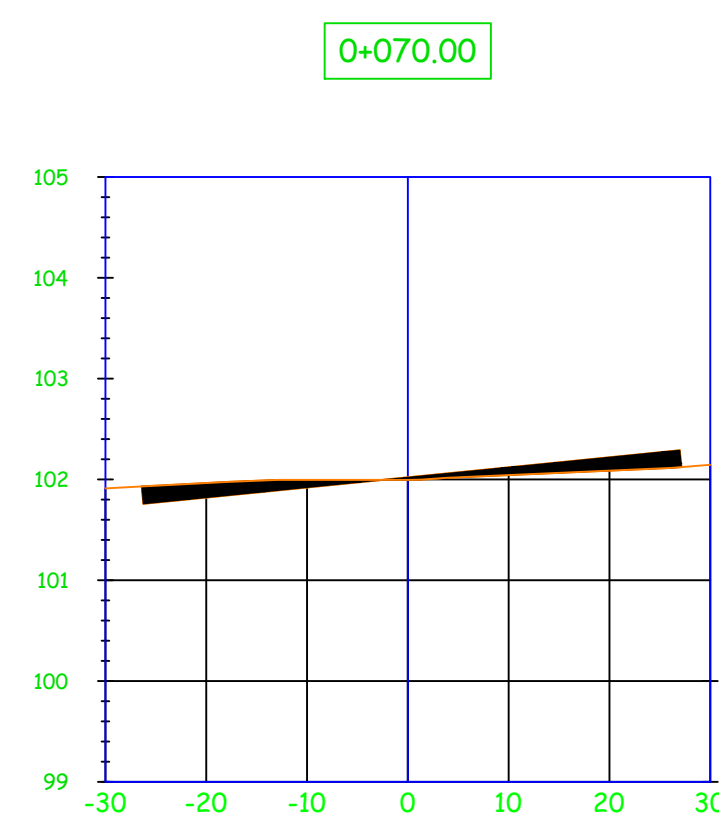
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	1.57	12.39	107.96
RELLENO 10	2.69	30.67	138.62



Material(s) at Station 0+096.32			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	0.00	18.41	223.07
RELLENO 10	0.00	0.08	189.10



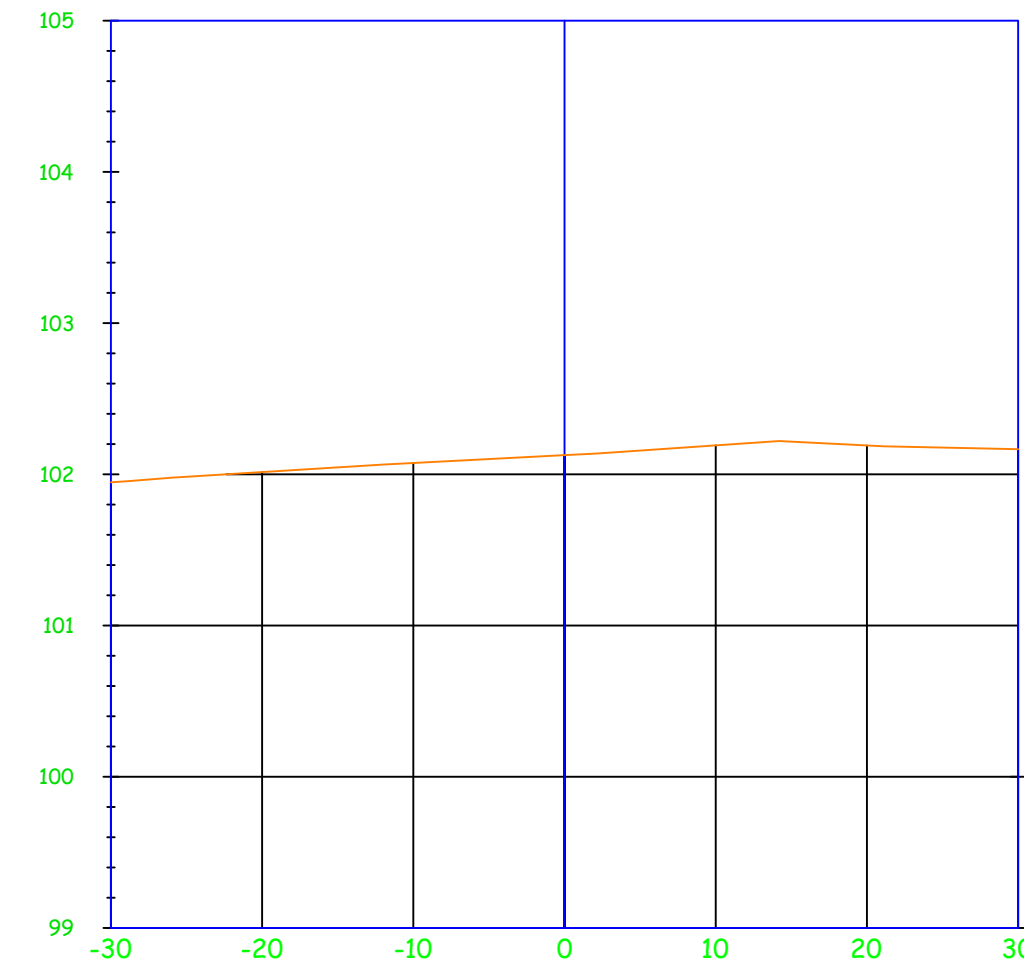
Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	0.25	5.19	85.99
RELLENO 10	3.86	22.35	25.38



Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 10	2.41	19.92	127.88
RELLENO 10	2.65	26.67	165.29

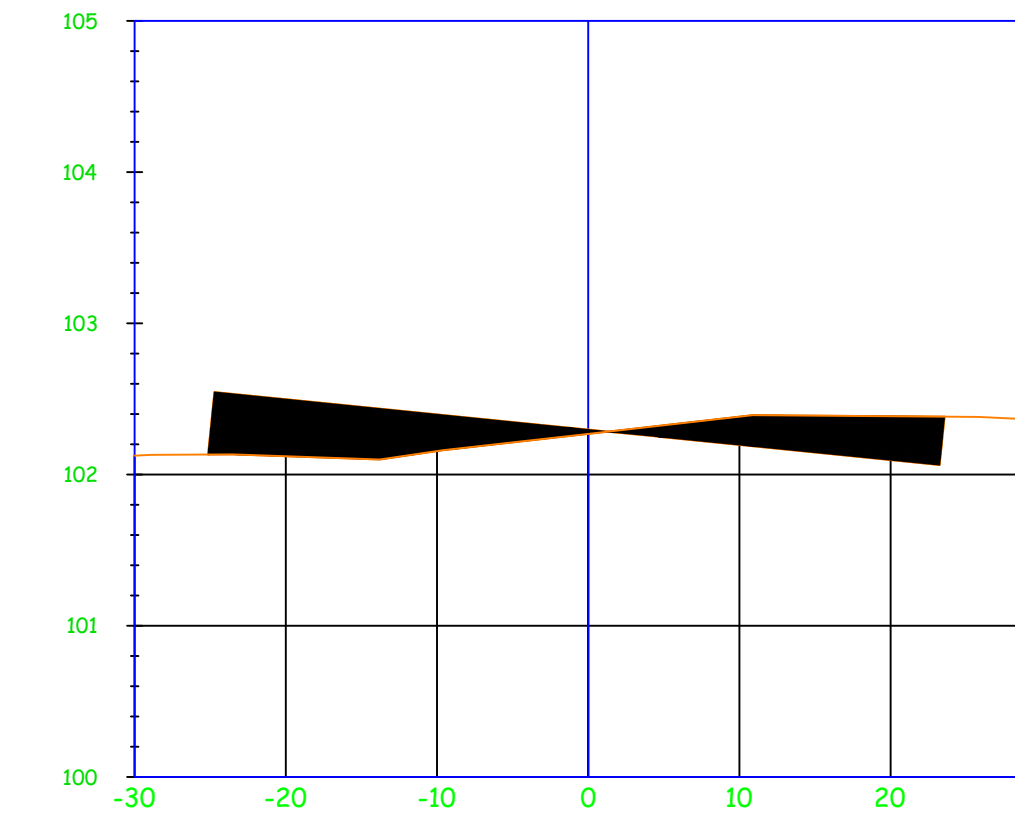
# TERRAZA VALVULA 11

0+000.00



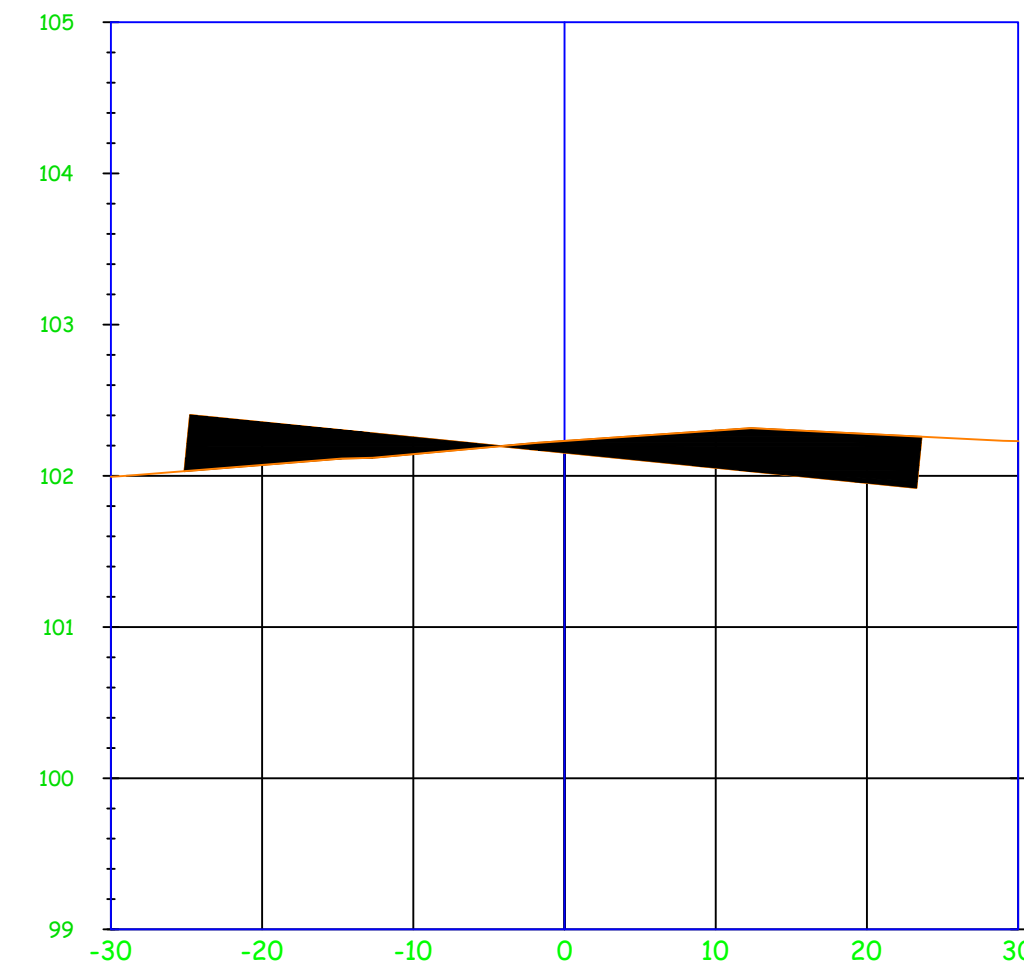
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 11	0.00	0.00	0.00
RELLENO 11	0.00	0.00	0.00

0+030.00



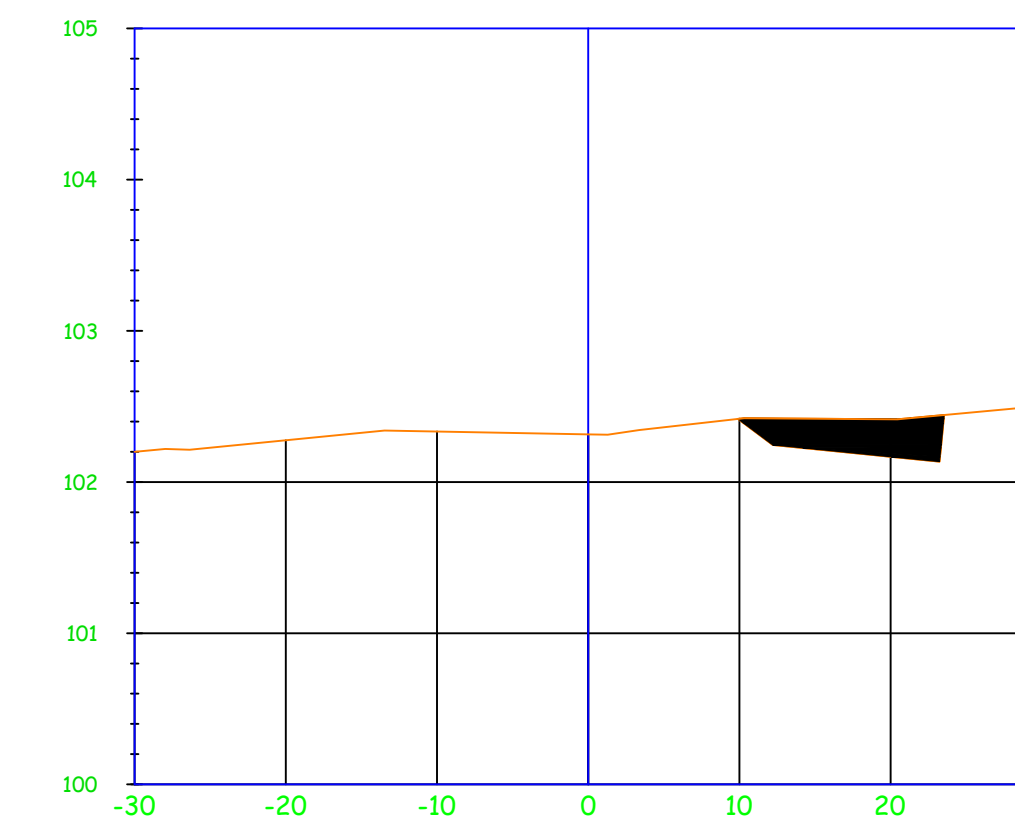
Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 11	4.27	46.88	131.14
RELLENO 11	6.61	59.98	125.76

0+010.00



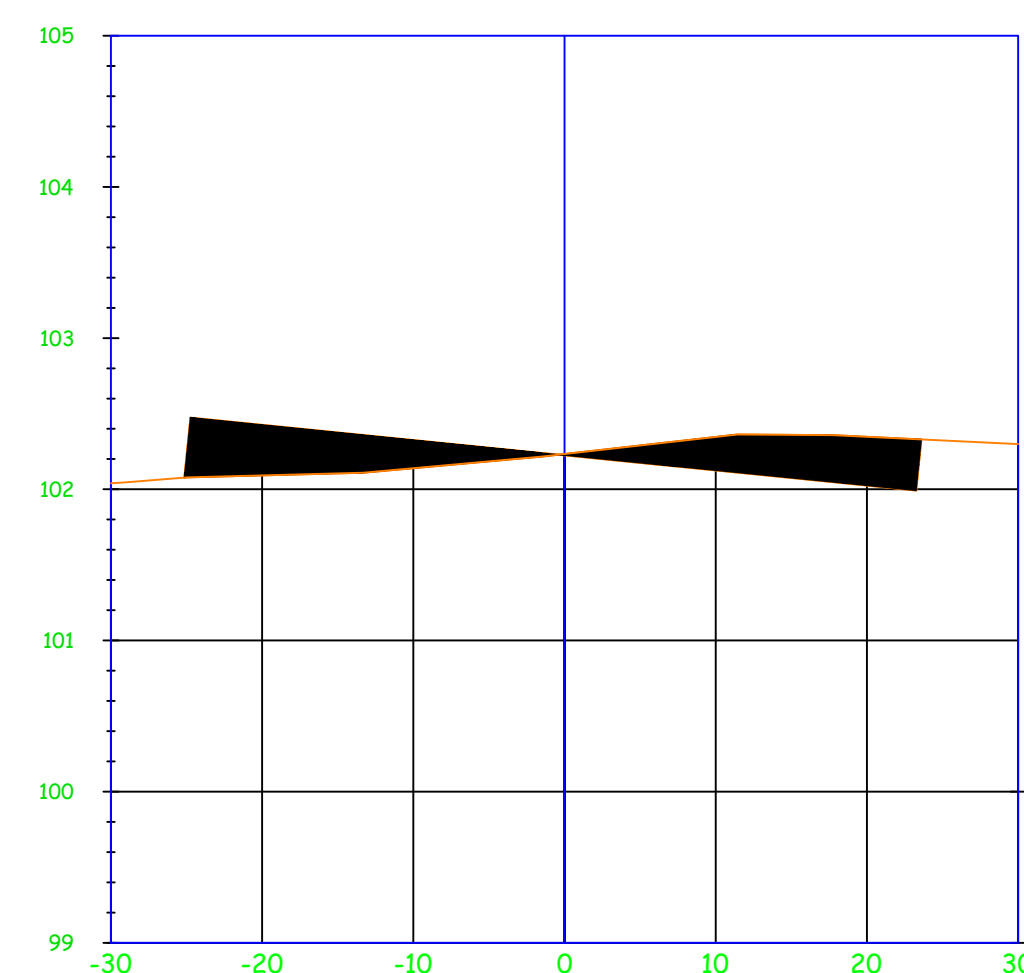
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 11	5.87	29.36	29.36
RELLENO 11	3.88	19.42	19.42

0+040.00



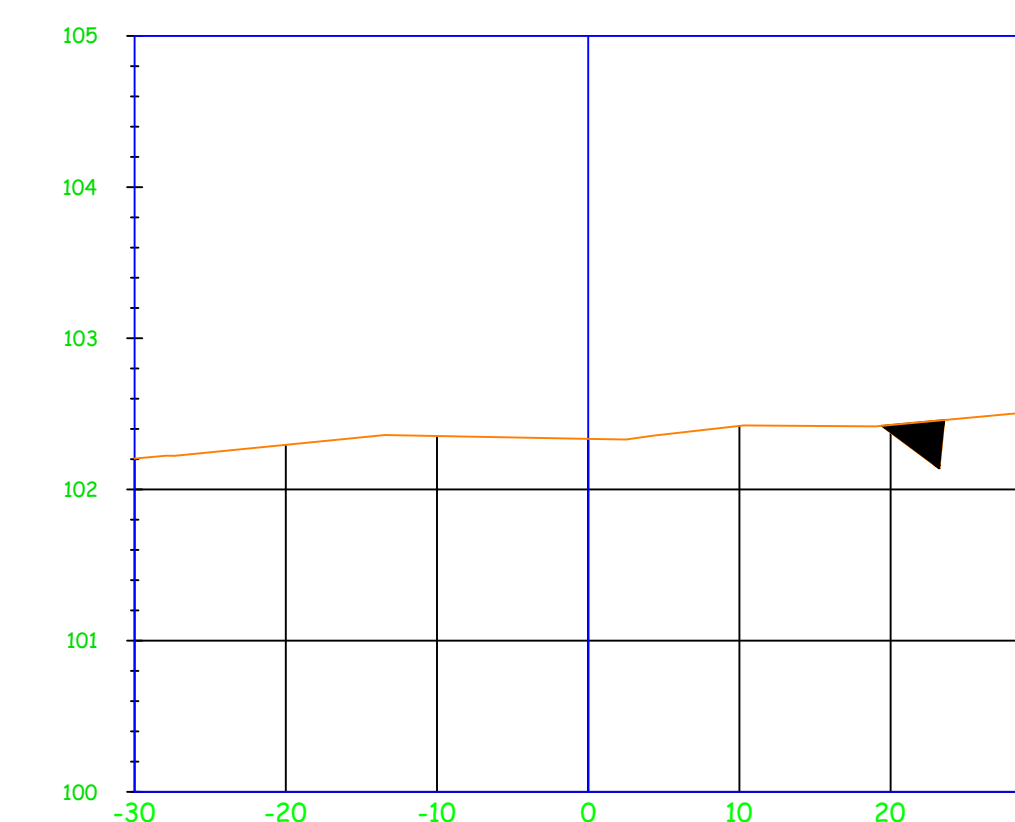
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 11	2.78	35.24	166.38
RELLENO 11	0.00	33.06	158.82

0+020.00



Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 11	5.11	54.90	84.26
RELLENO 11	5.39	46.35	65.78

0+040.71



Material(s) at Station 0+040.71			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 11	0.66	1.22	167.60
RELLENO 11	0.00	0.00	158.82

PLANO:

PLANTEAMIENTO DE DRENAJE AGRÍCOLA DE SUSTRATO

PLANO:

**P.11**

11/06/2021

NATU PERÚ - SEDE CAÑETE  
ÁREA DE OPERACIONES AGRICOLAS

TÍTULO:  
PROYECTO SUSTRATO 2

EQUIPO DE OPERACIONES AGRICOLAS  
DISEÑO Y EJECUCIÓN: OSCAR LEYVA  
APOYO: \_\_\_\_\_

REVISADO POR:  
ING. F. CASAFRANCA

ESCALA: 1/500

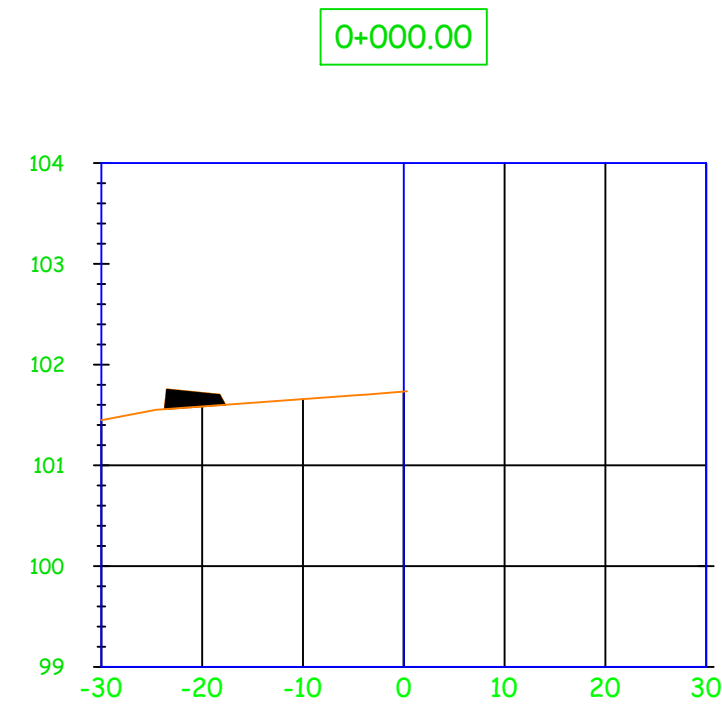
CAMPO: FELIPE VR.  
O.A.L.B.

PROYECTA: CAÑETE  
DISEÑO: \_\_\_\_\_

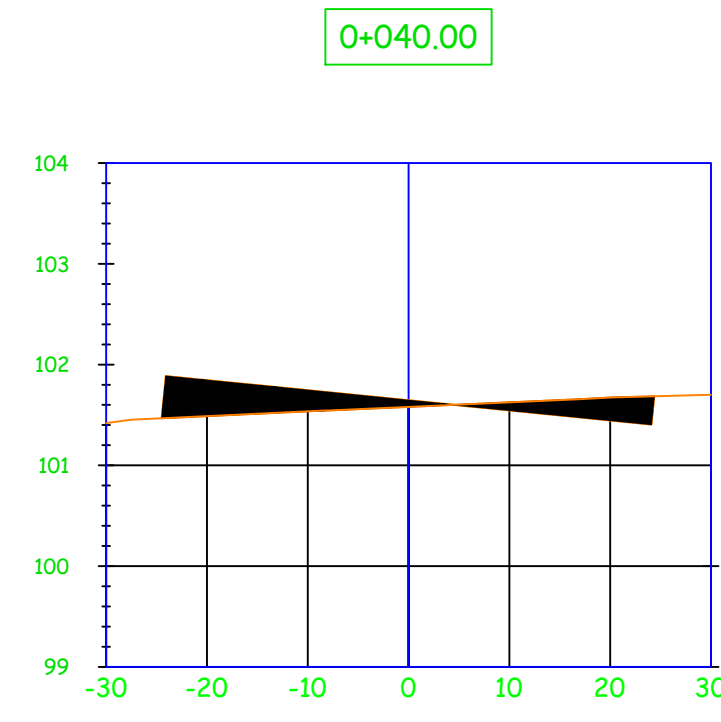
REG. JUNTO-5021  
DISEÑO: \_\_\_\_\_



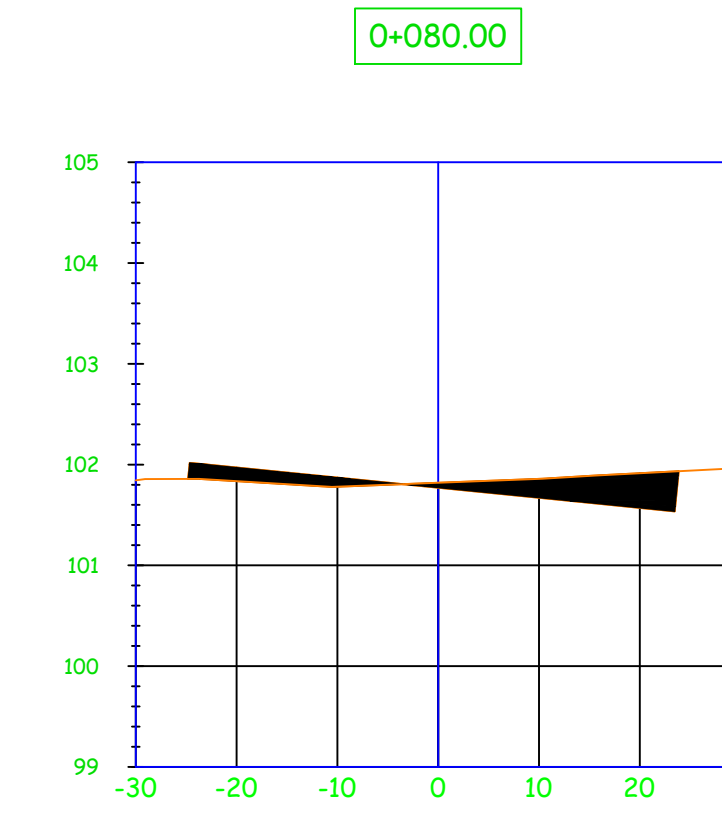
# TERRAZA VALVULA 12



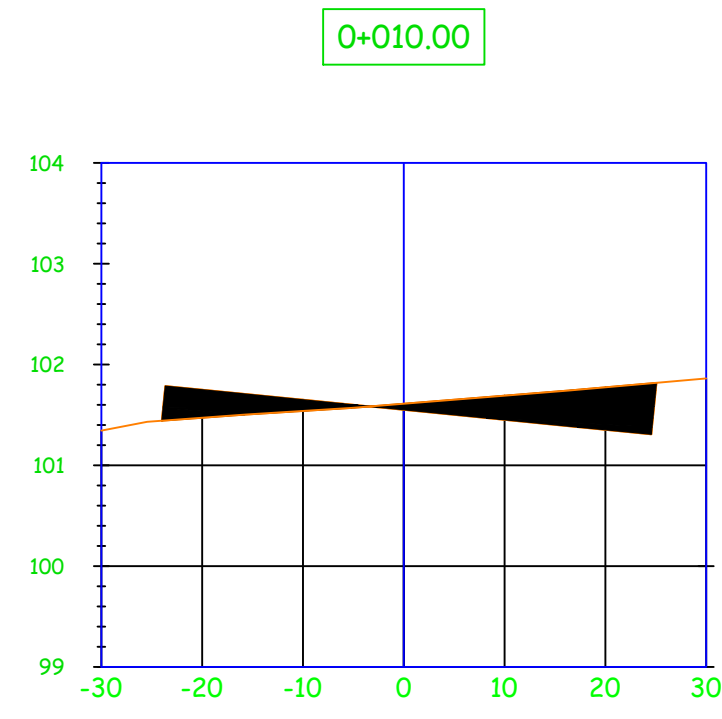
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	0.00	0.00	0.00
RELLENO 12	0.82	0.00	0.00



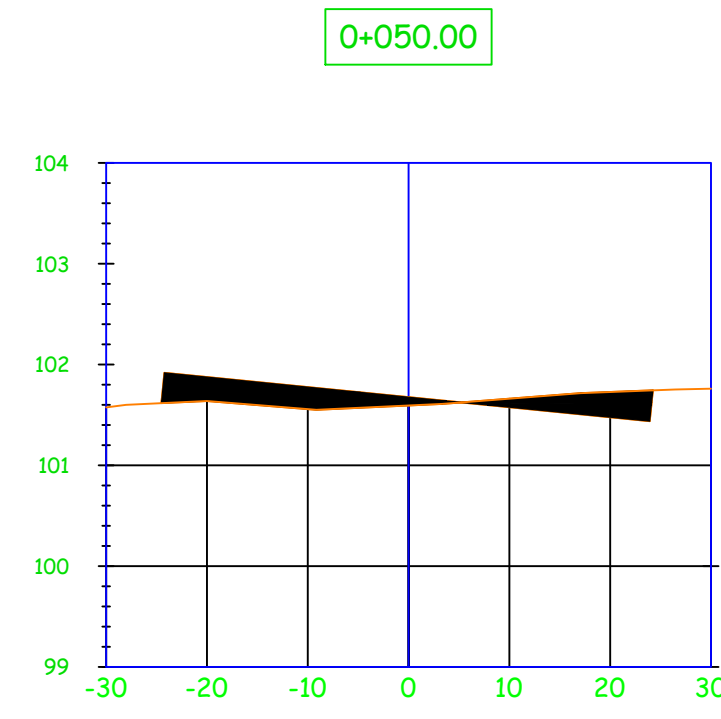
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	2.82	26.48	143.69
RELLENO 12	6.00	66.01	215.24



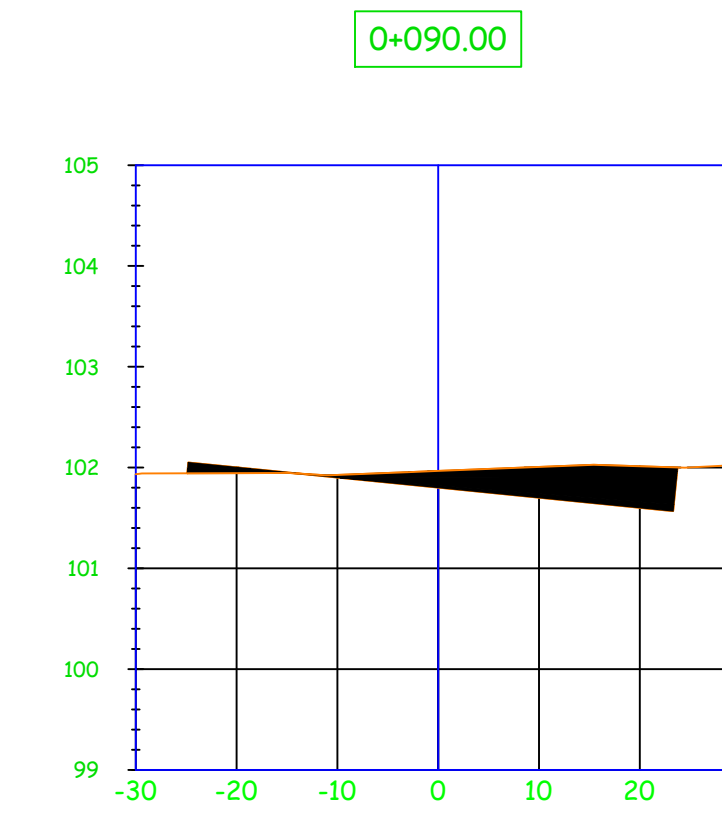
Material(s) at Station 0+080.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	5.30	48.50	294.40
RELLENO 12	2.14	30.47	400.01



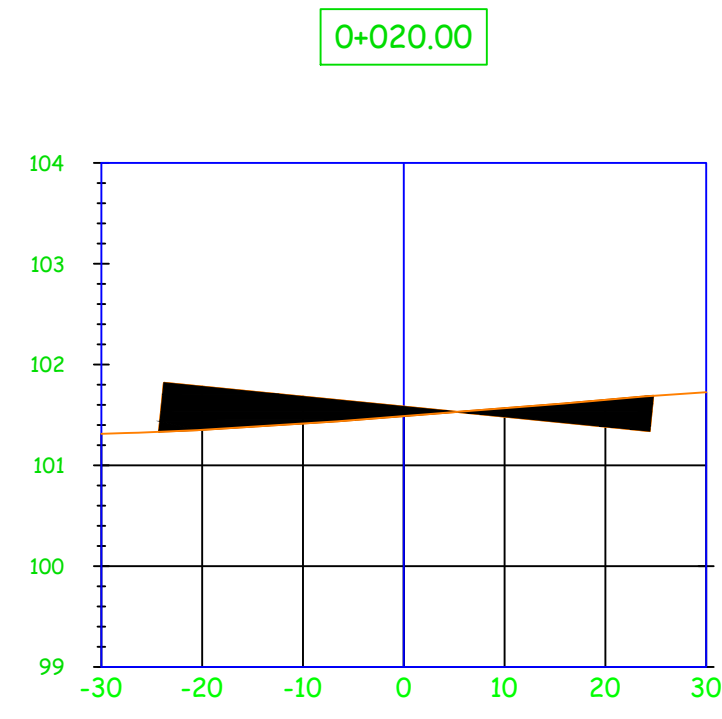
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	7.13	35.66	35.66
RELLENO 12	3.50	21.63	21.63



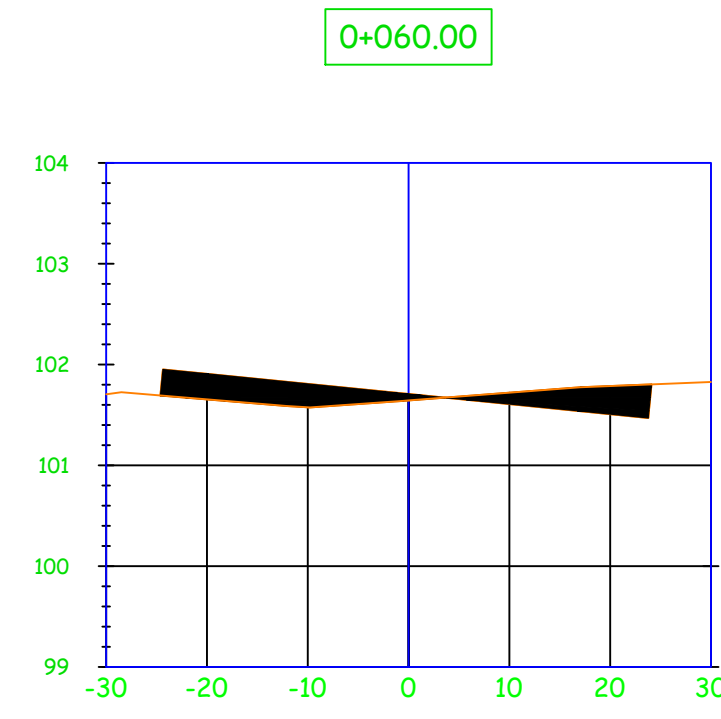
Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	3.05	29.32	173.01
RELLENO 12	5.24	56.18	271.42



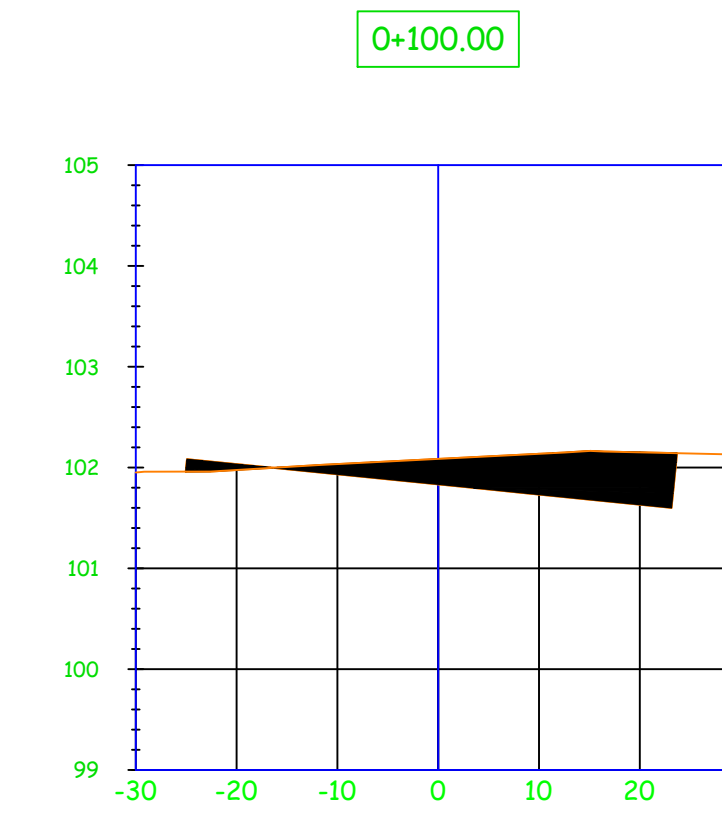
Material(s) at Station 0+090.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	8.49	68.91	363.31
RELLENO 12	0.56	13.48	413.49



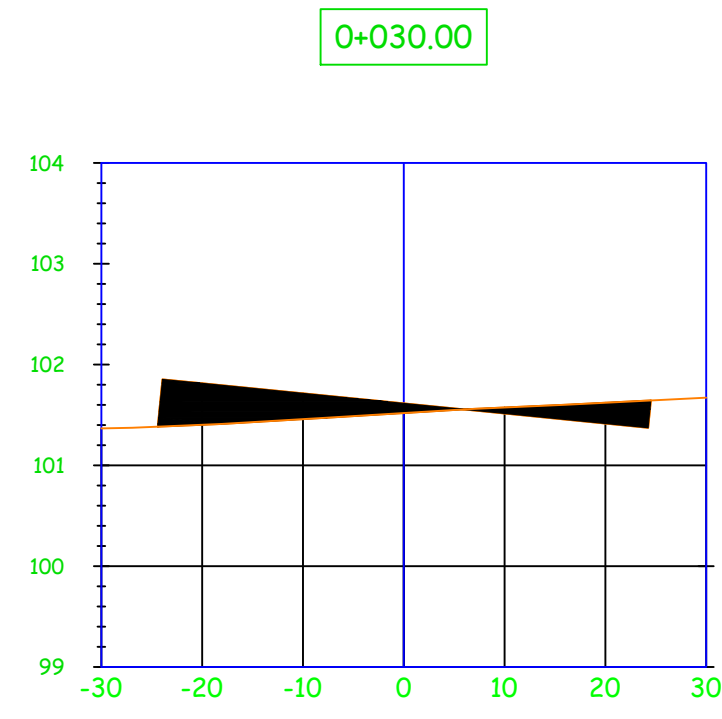
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	3.35	52.40	88.06
RELLENO 12	7.41	54.55	76.18



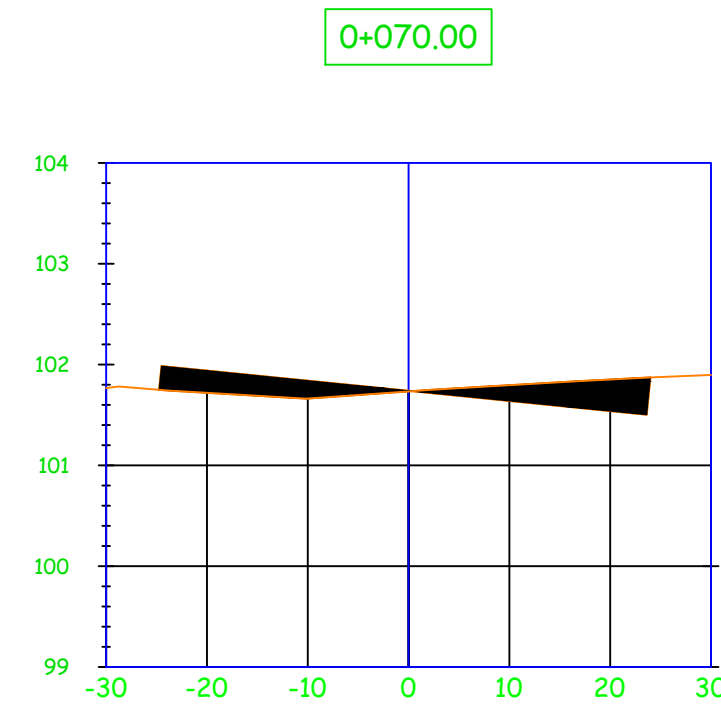
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	3.56	33.05	206.07
RELLENO 12	5.21	52.25	323.68



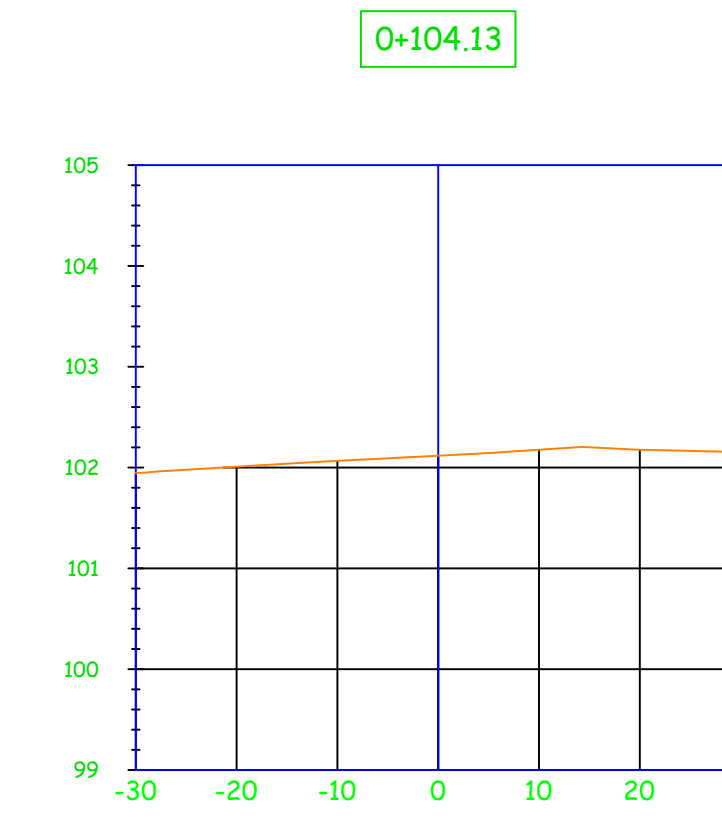
Material(s) at Station 0+100.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	11.89	101.90	465.21
RELLENO 12	0.58	5.70	419.19



Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	2.48	29.15	117.21
RELLENO 12	7.20	73.05	149.23

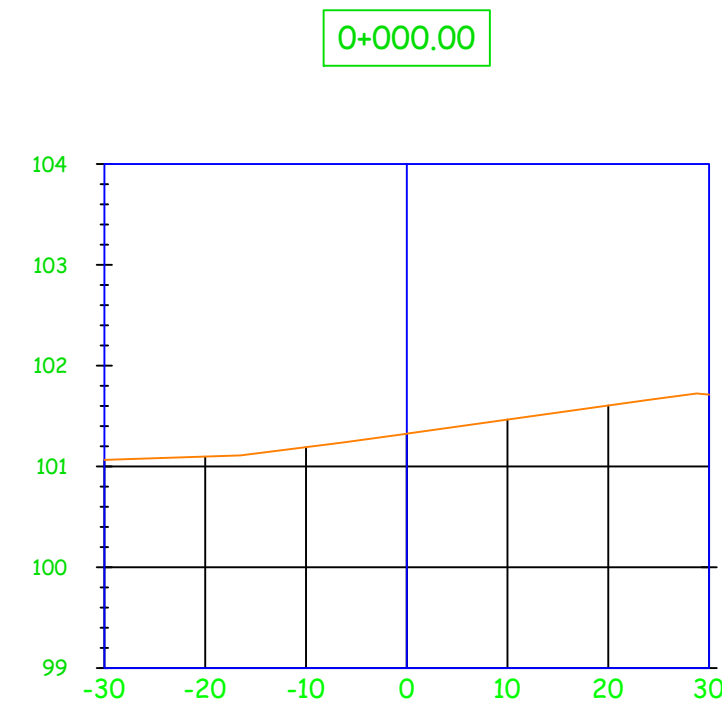


Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	4.40	39.83	245.90
RELLENO 12	3.96	45.87	369.54

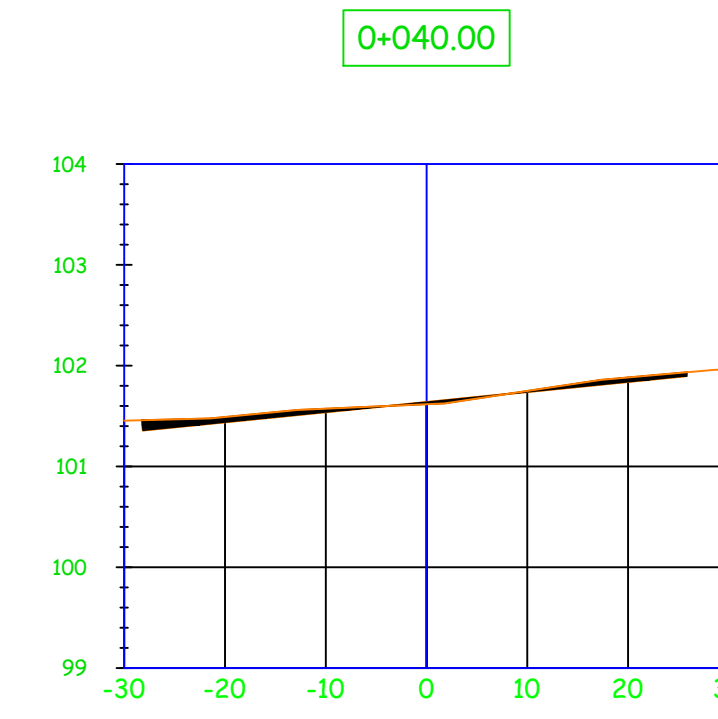


Material(s) at Station 0+104.13			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 12	0.00	24.55	489.76
RELLENO 12	0.00	1.20	420.39

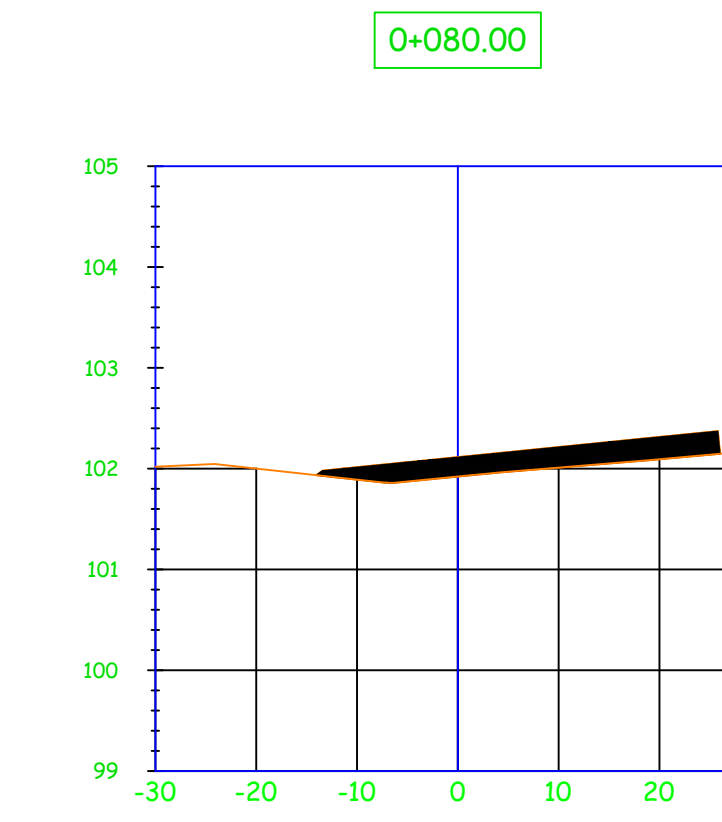
# TERRAZA VALVULA 13



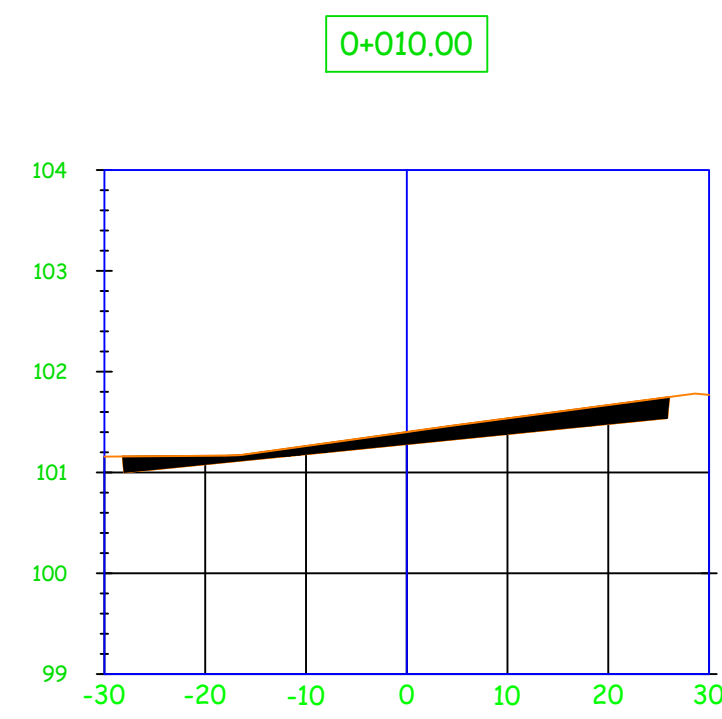
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	0.00	0.00	0.00
RELLENO 13	0.00	0.00	0.00



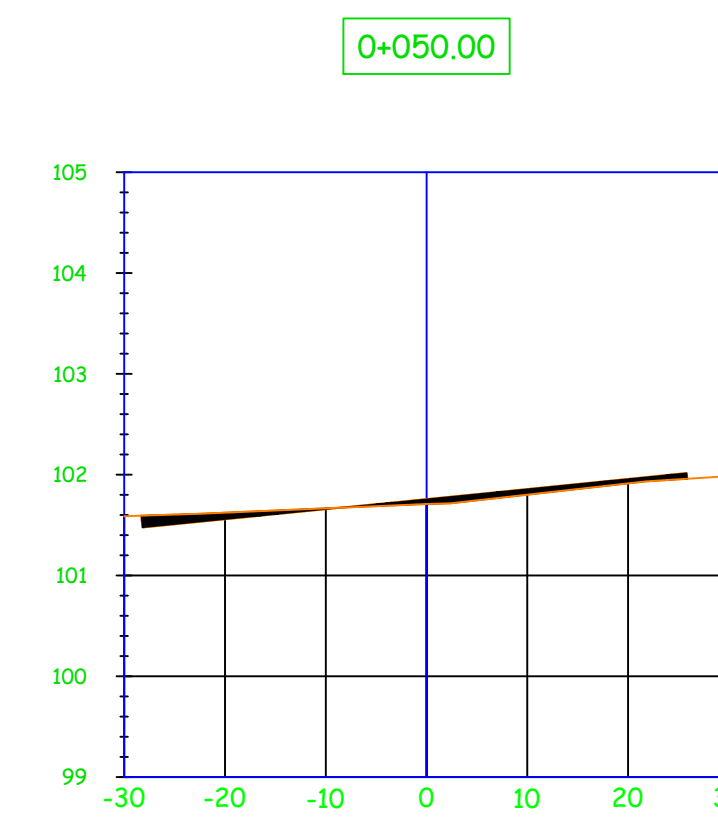
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	1.77	20.61	146.60
RELLENO 13	0.18	0.92	0.92



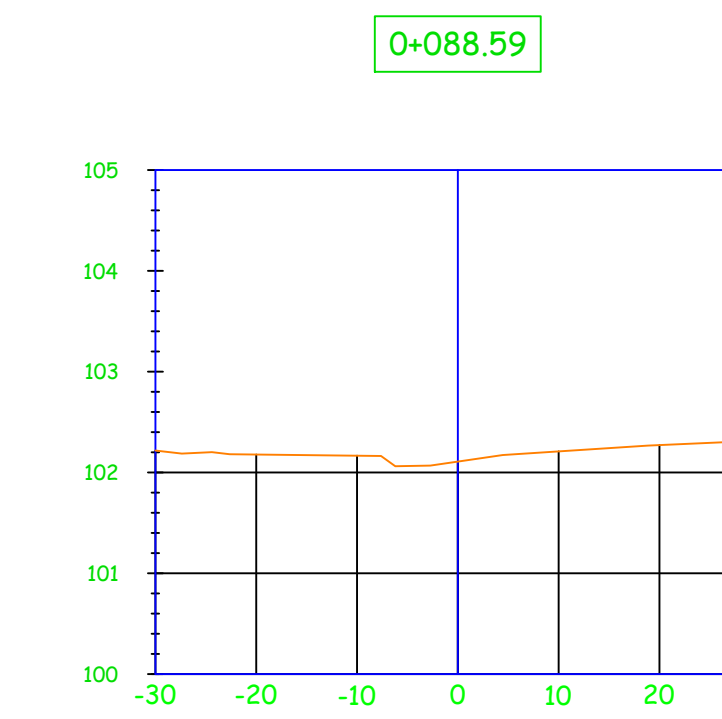
Material(s) at Station 0+080.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	0.00	4.46	187.54
RELLENO 13	7.51	60.82	127.76



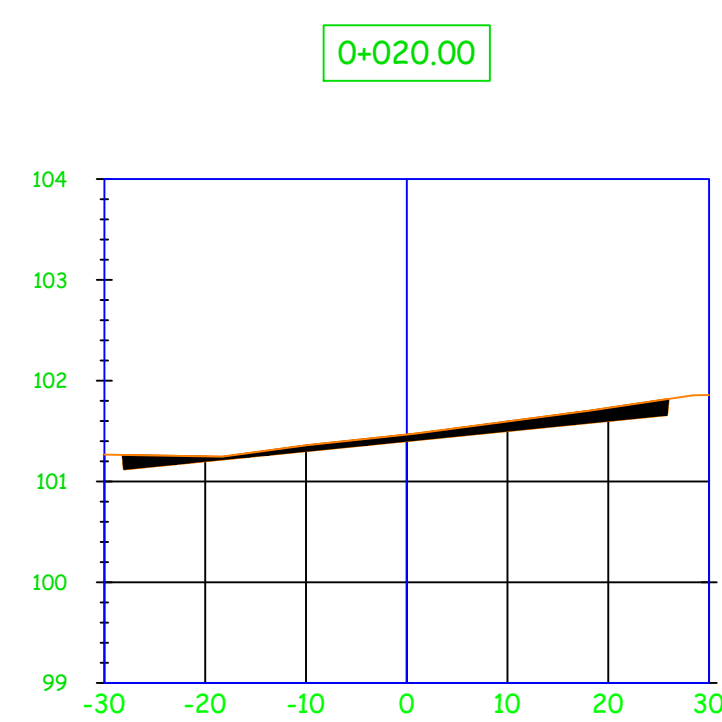
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	6.89	34.43	34.43
RELLENO 13	0.00	0.00	0.00



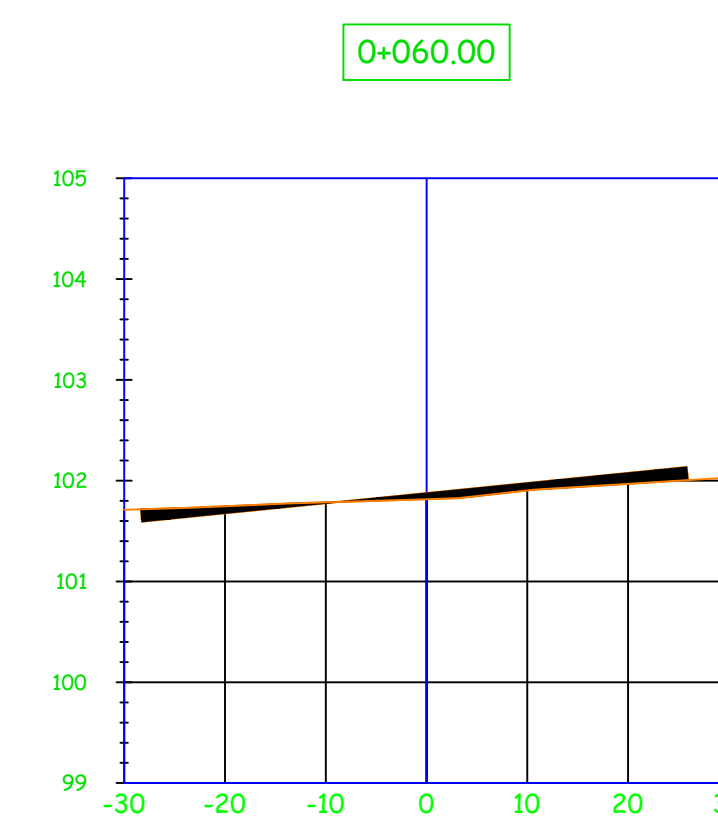
Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	1.13	14.49	161.09
RELLENO 13	1.57	8.78	9.71



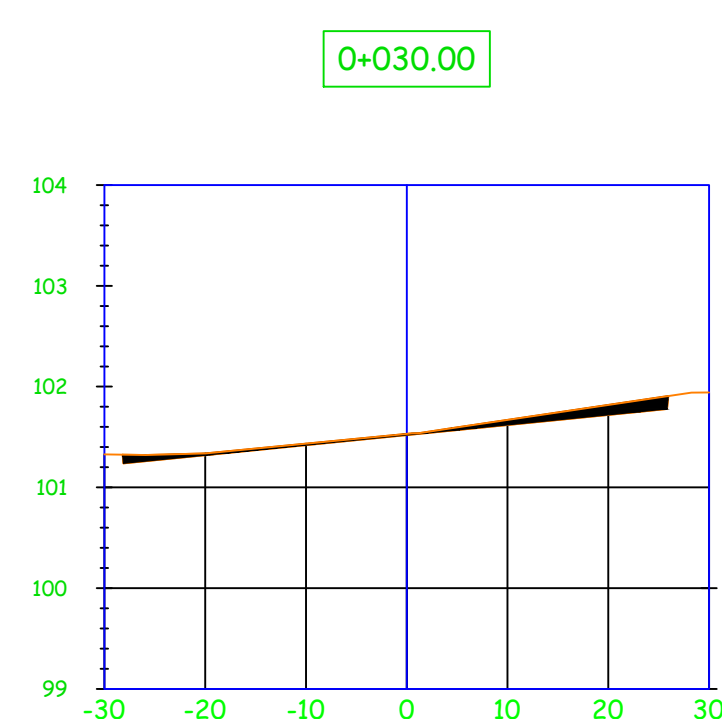
Material(s) at Station 0+088.59			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	0.00	0.00	187.54
RELLENO 13	0.00	32.29	160.05



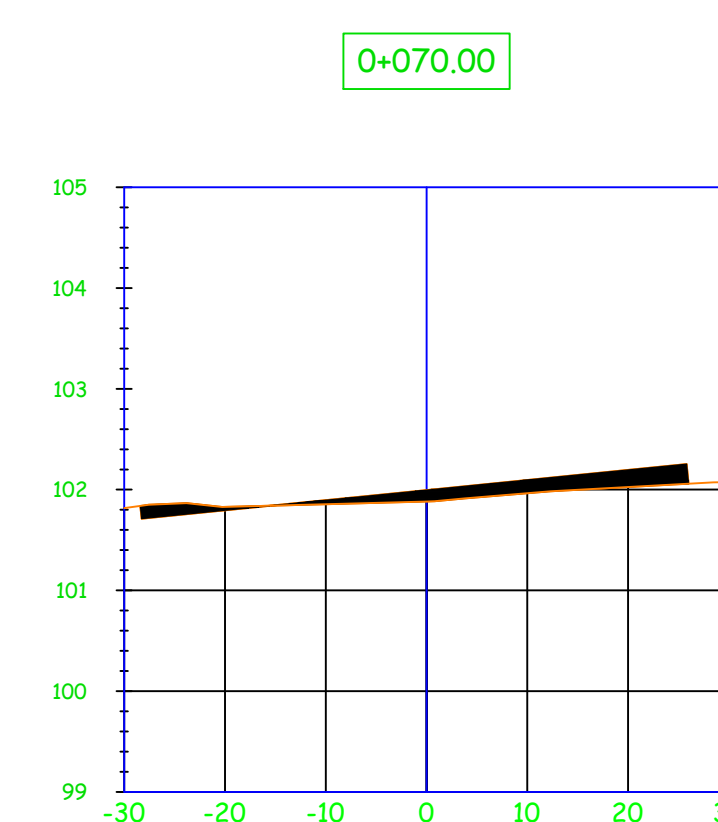
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	4.54	57.13	91.55
RELLENO 13	0.00	0.00	0.00



Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	1.19	11.58	172.67
RELLENO 13	2.61	20.92	30.63

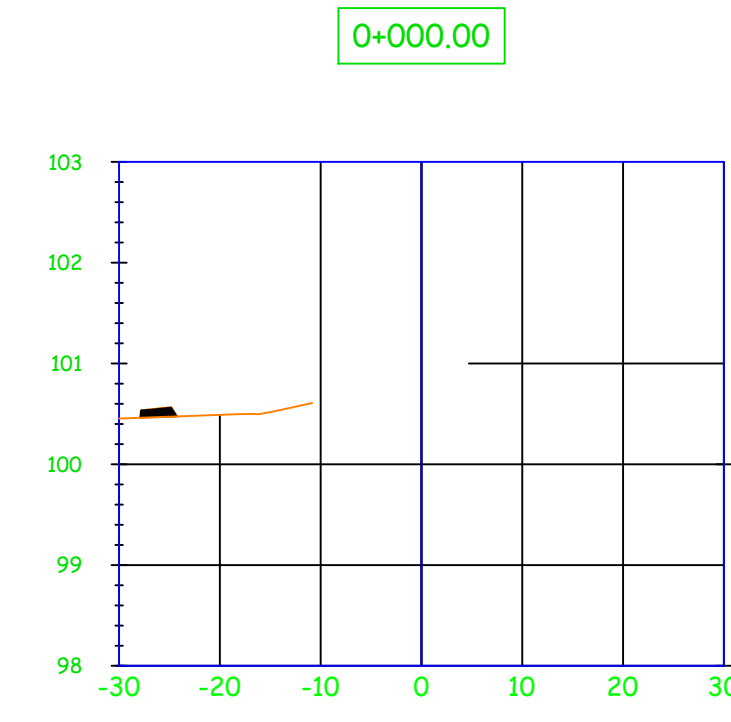


Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	2.35	34.44	126.00
RELLENO 13	0.00	0.00	0.00

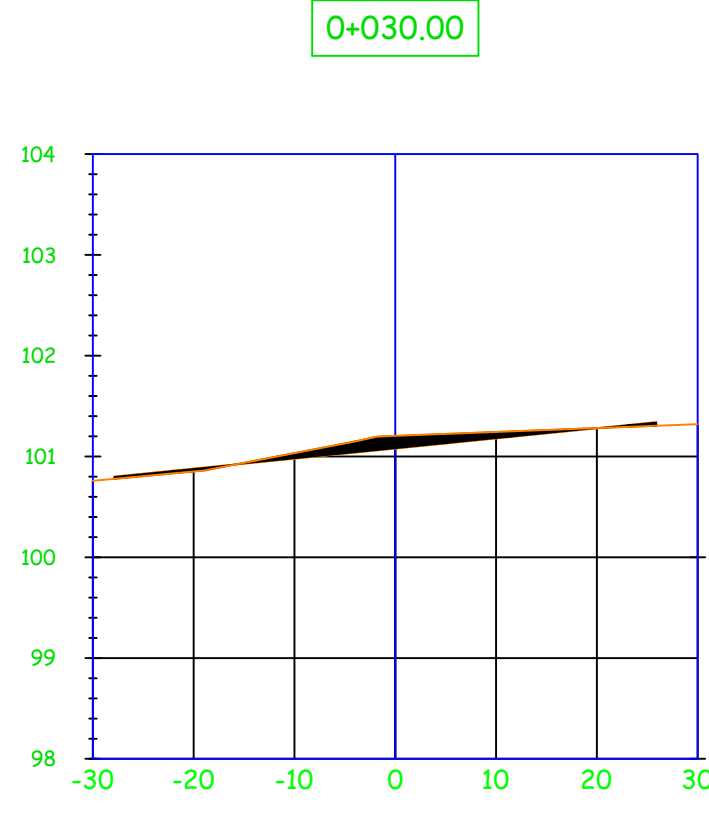


Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 13	0.89	10.41	183.08
RELLENO 13	4.65	36.31	66.94

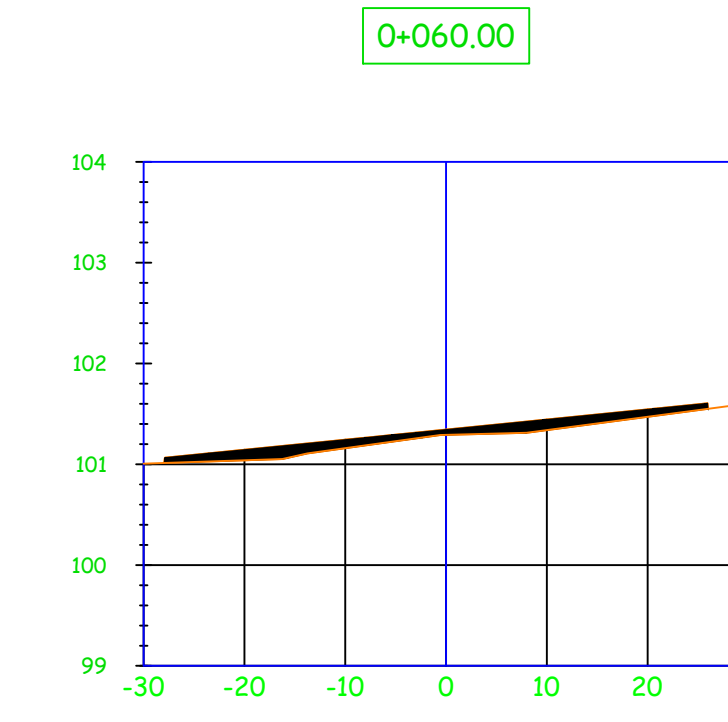
# TERRAZA VALVULA 14



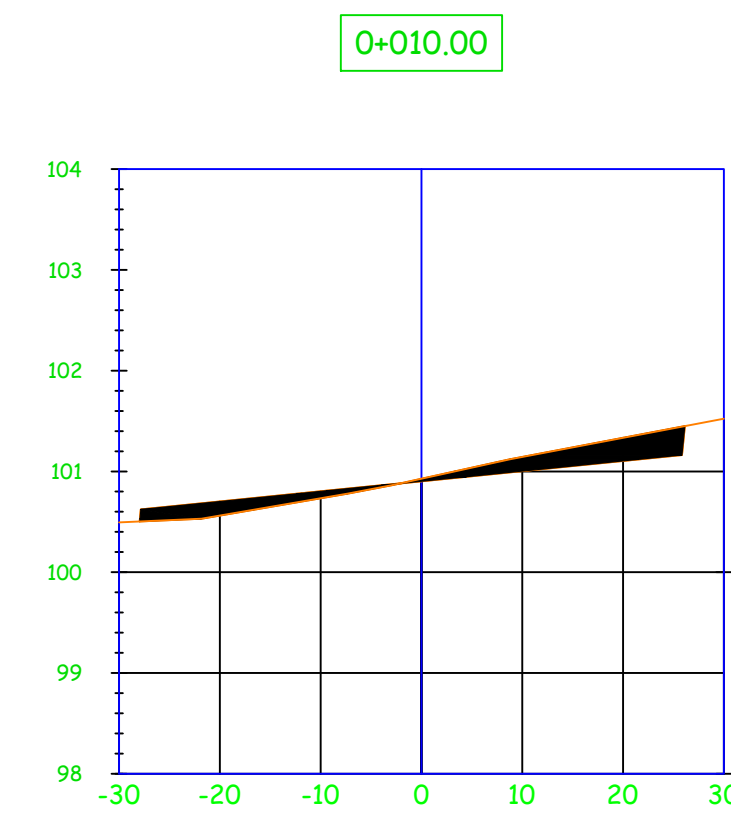
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	0.00	0.00	0.00
RELLENO 14	0.28	0.00	0.00



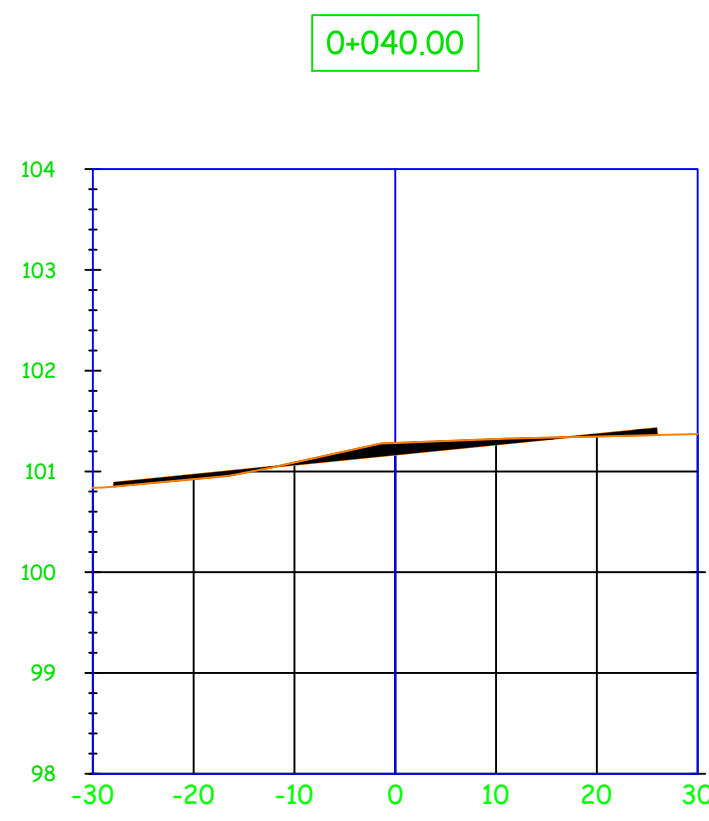
Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	2.41	19.05	68.54
RELLENO 14	0.36	3.81	31.33



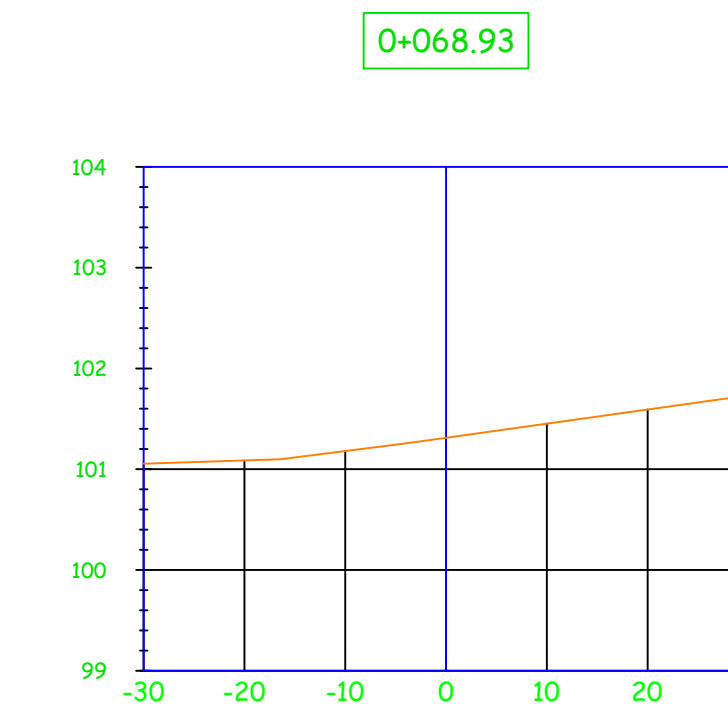
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	0.00	3.59	106.20
RELLENO 14	4.47	31.40	82.19



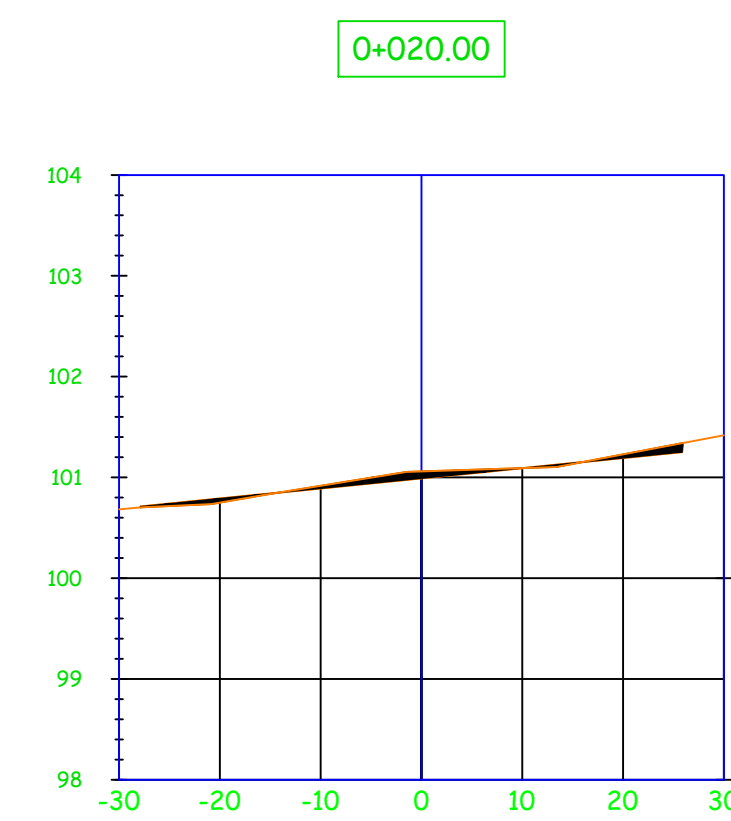
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	4.25	21.24	21.24
RELLENO 14	2.41	13.45	13.45



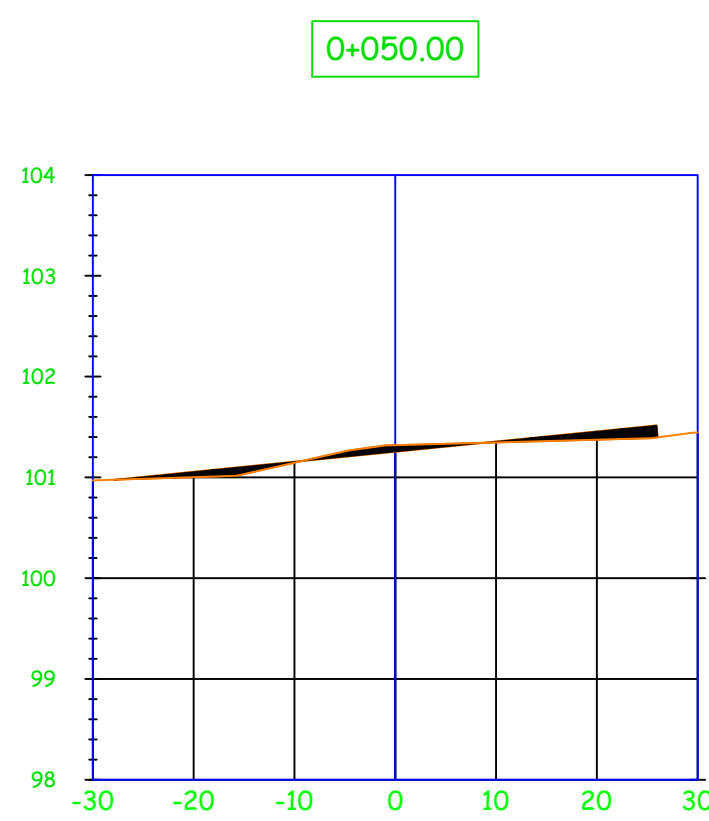
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	1.84	21.26	89.80
RELLENO 14	0.86	6.11	37.44



Material(s) at Station 0+068.93			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	0.00	0.00	106.20
RELLENO 14	0.00	19.96	102.16



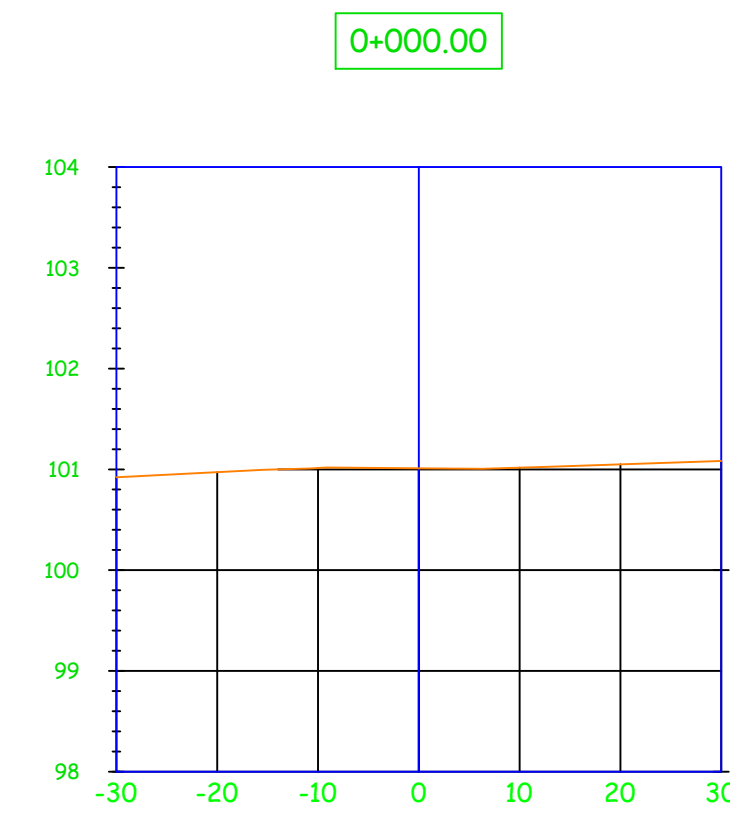
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	1.40	28.25	49.49
RELLENO 14	0.40	14.08	27.52



Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 14	0.72	12.81	102.61
RELLENO 14	1.81	13.36	50.79

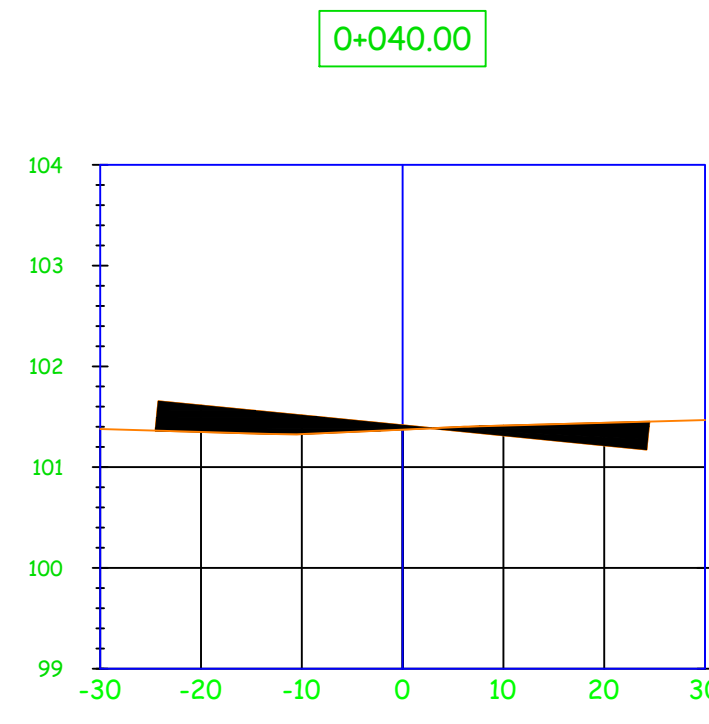


# TERRAZA VALVULA 15



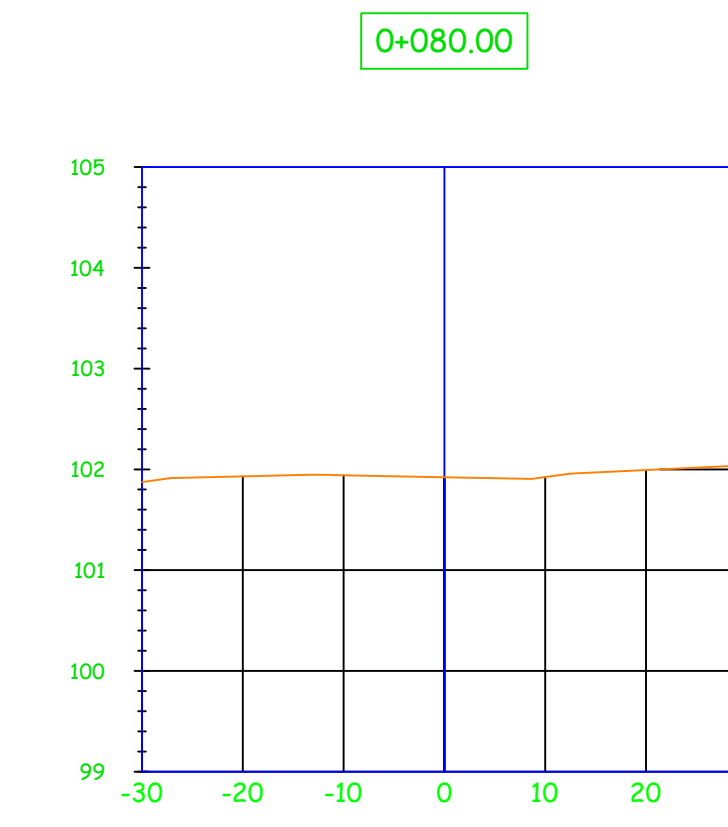
Material(s) at Station 0+000.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	0.00	0.00	0.00
RELLENO 15	0.00	0.00	0.00



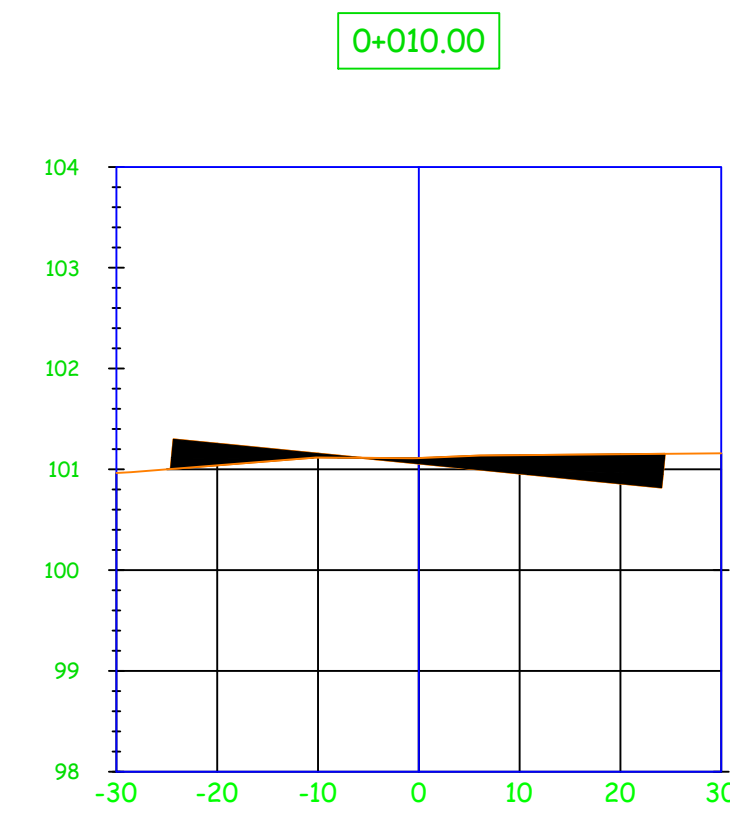
Material(s) at Station 0+040.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	3.02	34.84	161.48
RELLENO 15	4.68	39.70	105.12



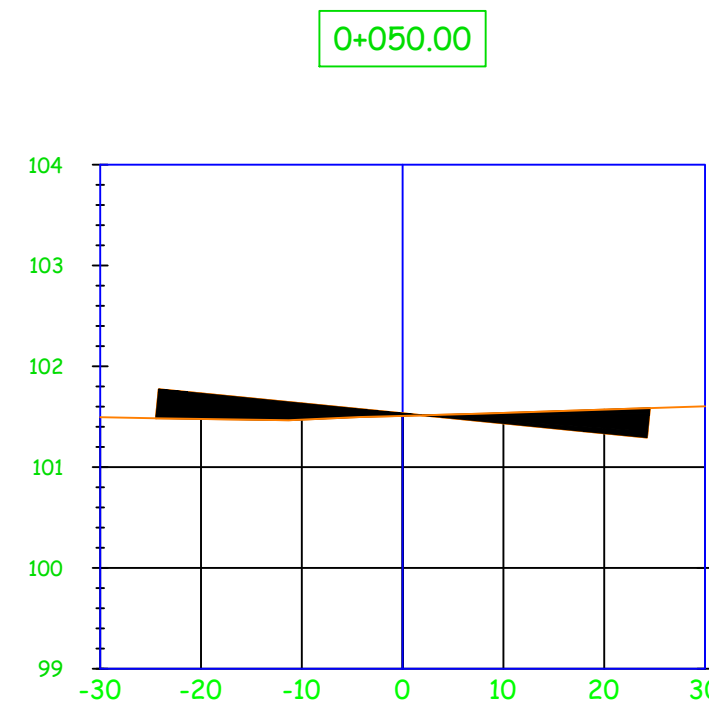
Material(s) at Station 0+080.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	0.00	10.29	262.36
RELLENO 15	0.00	25.85	267.36



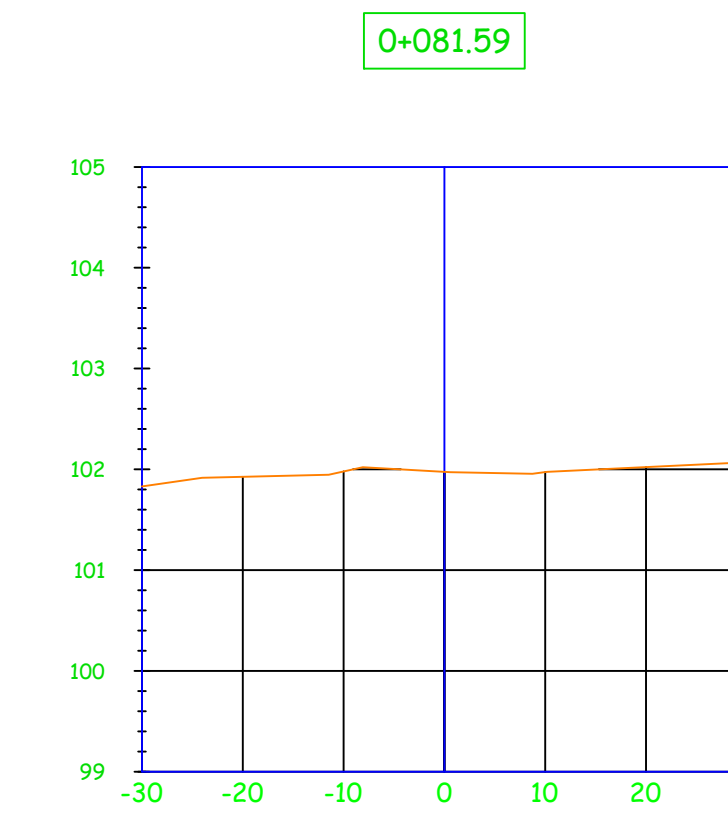
Material(s) at Station 0+010.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	5.05	25.23	25.23
RELLENO 15	2.48	12.39	12.39



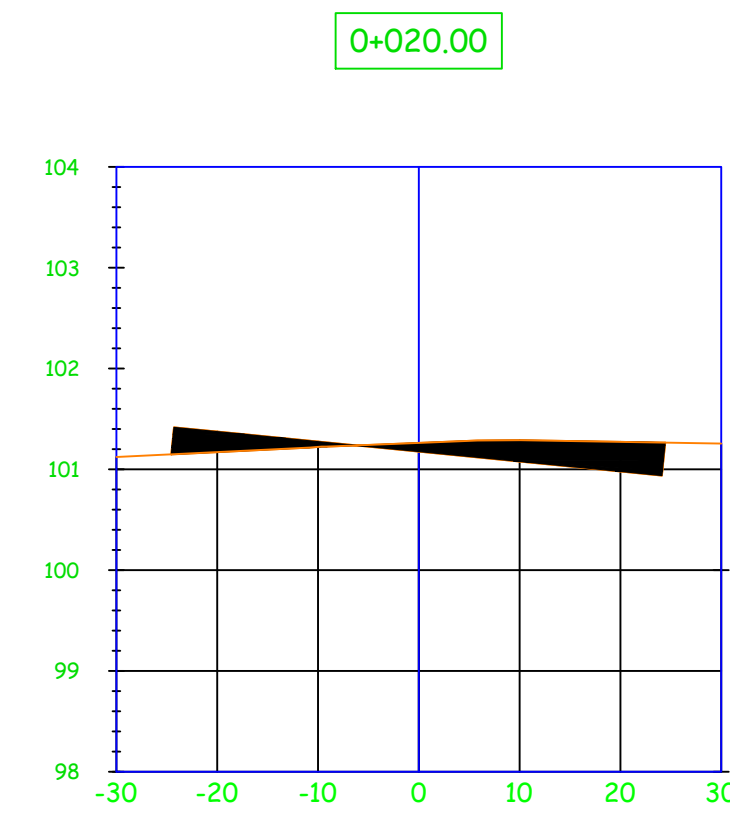
Material(s) at Station 0+050.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	3.25	31.36	192.84
RELLENO 15	4.20	44.42	149.54



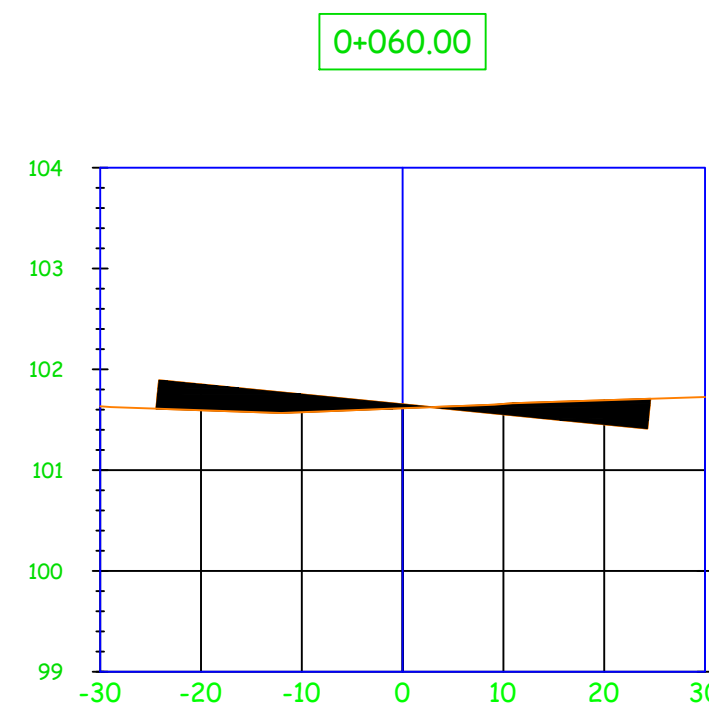
Material(s) at Station 0+081.59

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	0.00	0.00	262.36
RELLENO 15	0.00	0.00	267.36



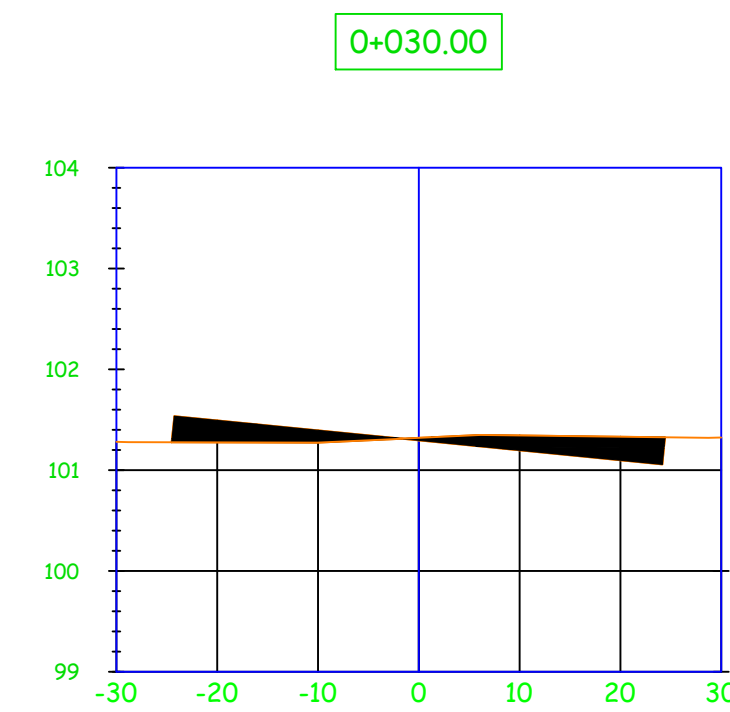
Material(s) at Station 0+020.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	5.65	53.46	78.69
RELLENO 15	2.43	24.57	36.96



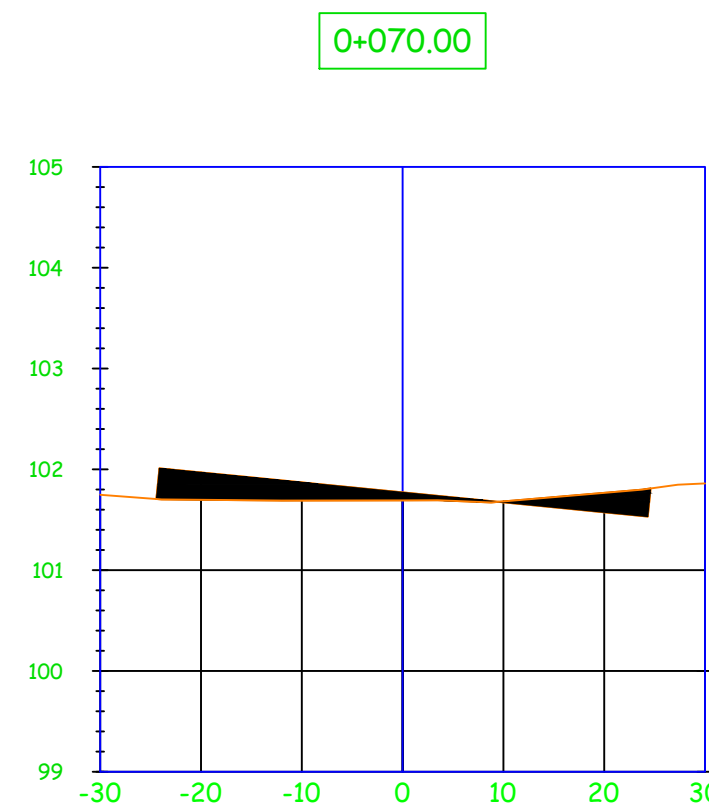
Material(s) at Station 0+060.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	3.27	32.60	225.43
RELLENO 15	4.51	43.57	193.11



Material(s) at Station 0+030.00

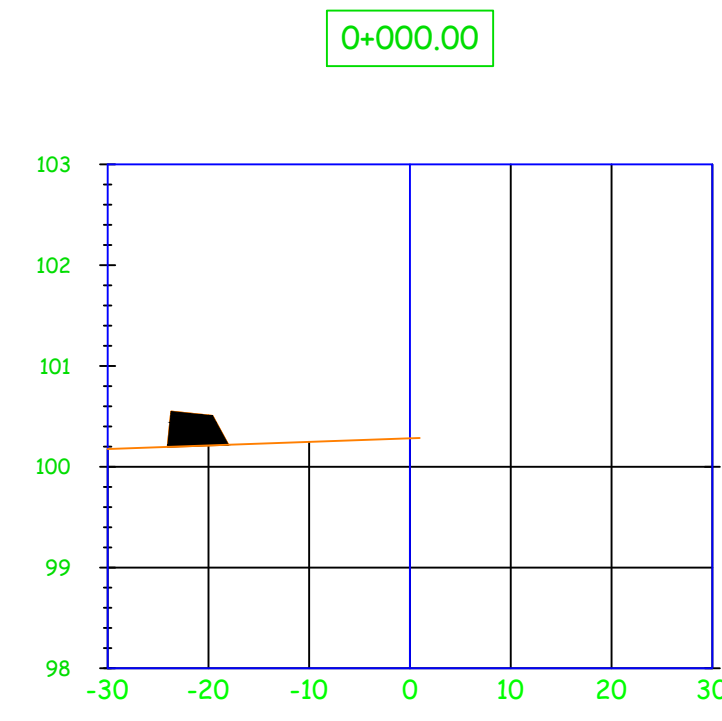
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	3.94	47.95	126.64
RELLENO 15	3.26	28.47	65.43



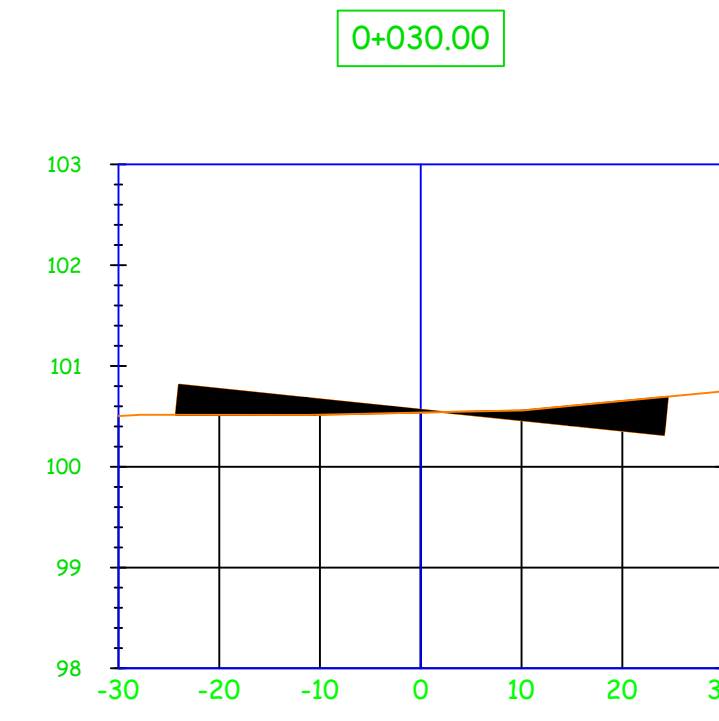
Material(s) at Station 0+070.00

Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 15	2.06	26.64	252.08
RELLENO 15	5.17	48.40	241.51

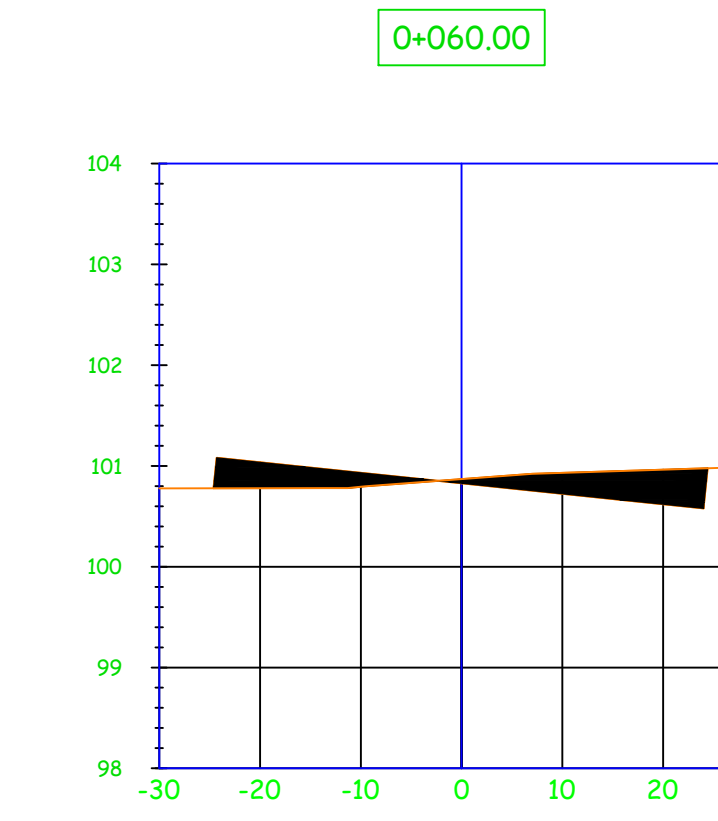
# TERRAZA VALVULA 16



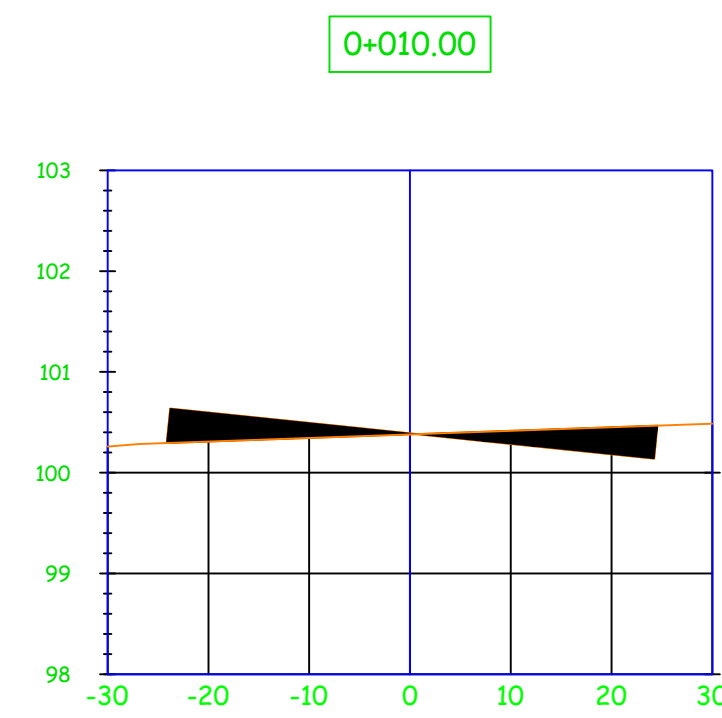
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	0.00	0.00	0.00
RELLENO 16	1.60	0.00	0.00



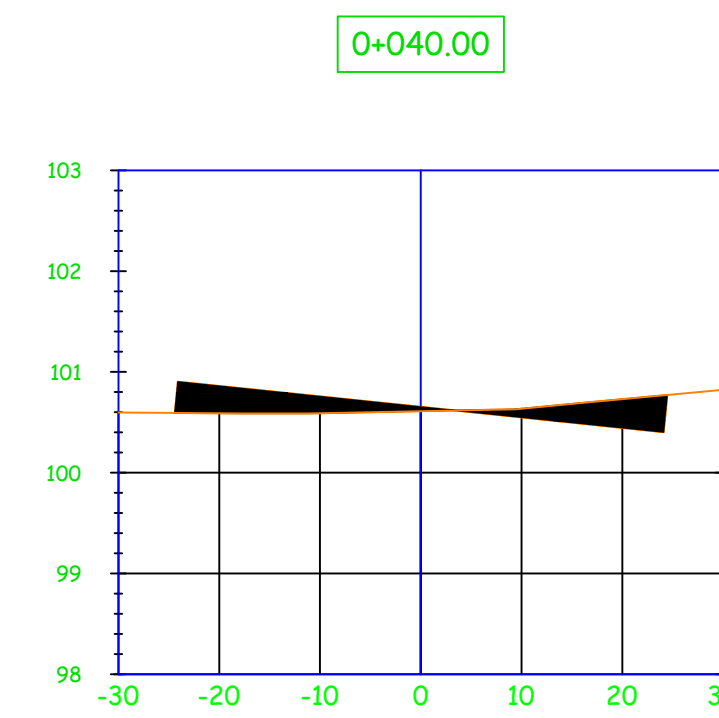
Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	3.79	35.86	91.77
RELLENO 16	4.16	41.87	113.05



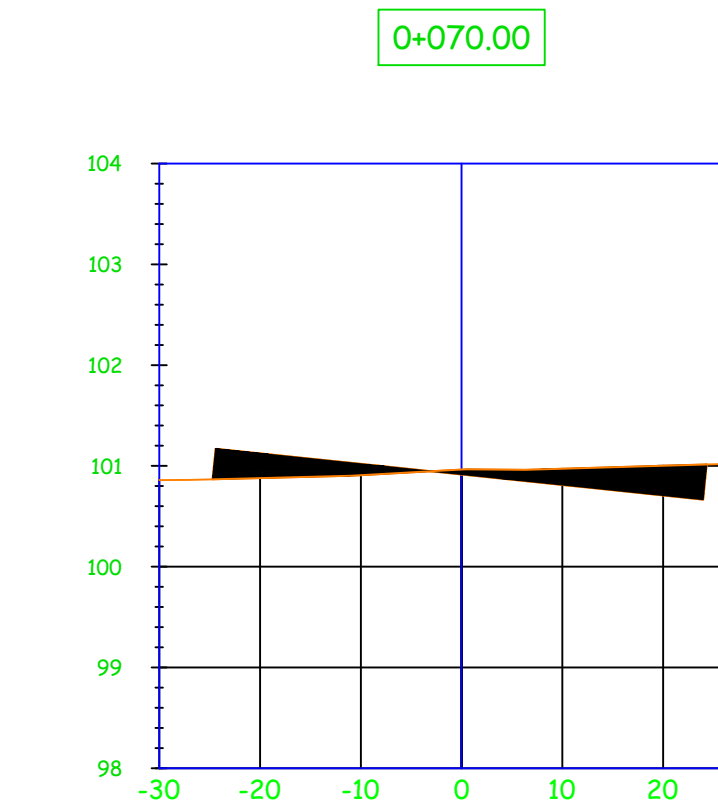
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	5.64	55.74	229.19
RELLENO 16	3.80	38.69	237.69



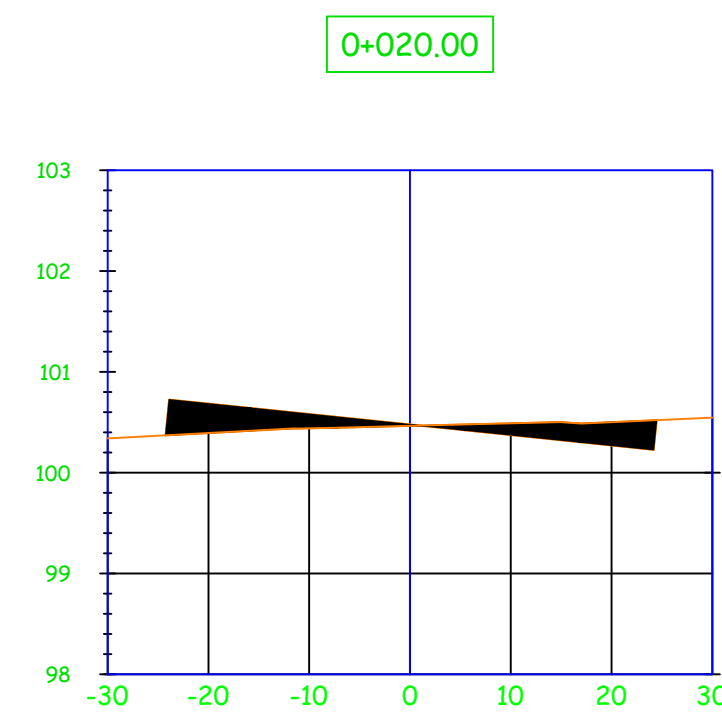
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	3.90	19.49	19.49
RELLENO 16	4.21	29.05	29.05



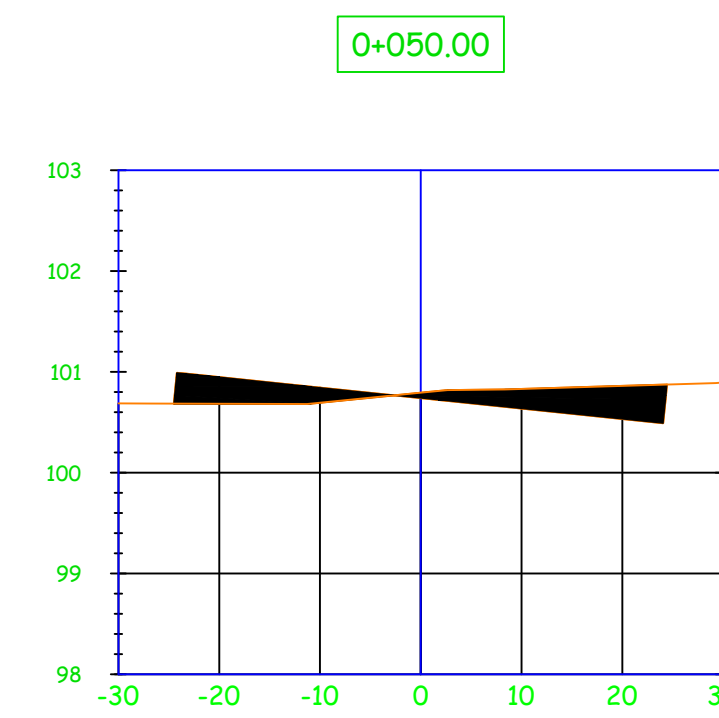
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	3.52	36.54	128.31
RELLENO 16	4.55	43.53	156.59



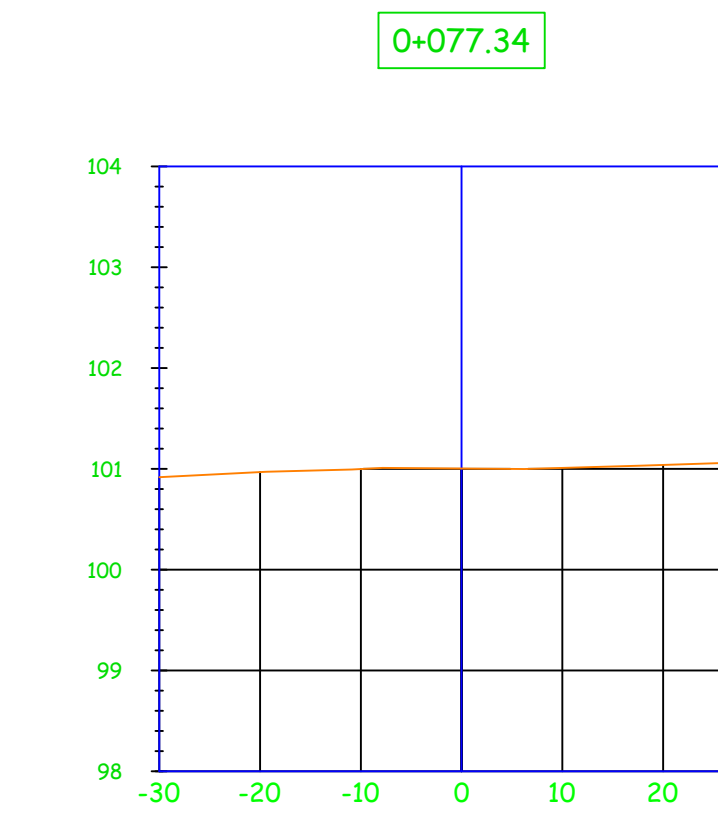
Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	4.69	51.68	280.86
RELLENO 16	3.43	36.18	273.87



Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	3.39	36.42	55.91
RELLENO 16	4.21	42.13	71.18



Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	5.51	45.14	173.45
RELLENO 16	3.93	42.41	198.99

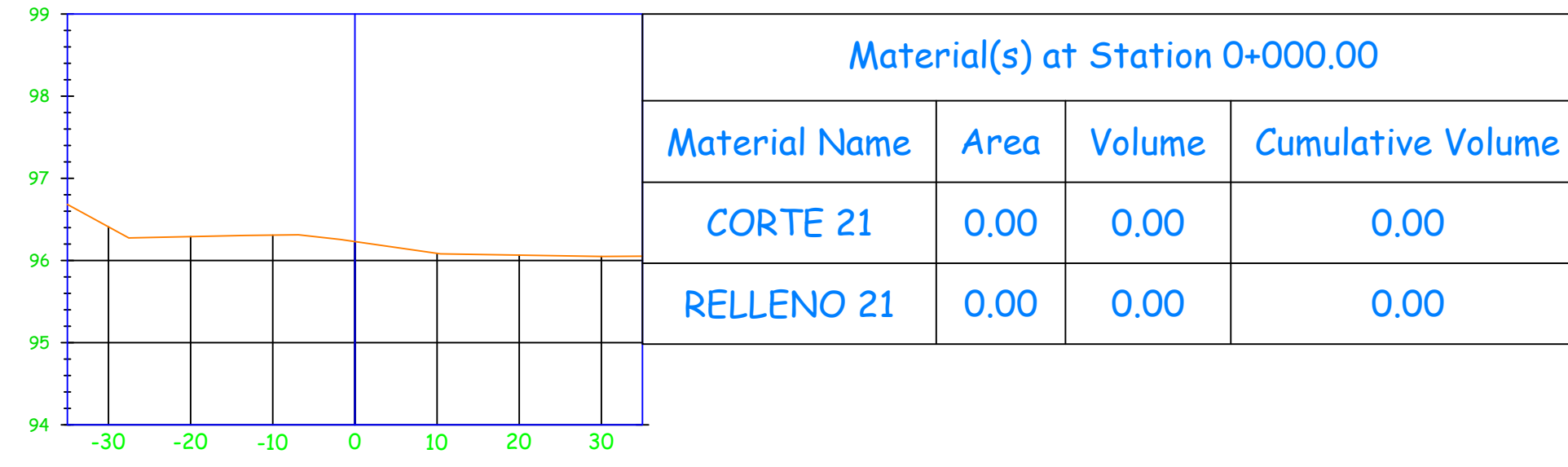


Material(s) at Station 0+077.34			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 16	0.00	17.22	298.09
RELLENO 16	0.00	12.59	286.46

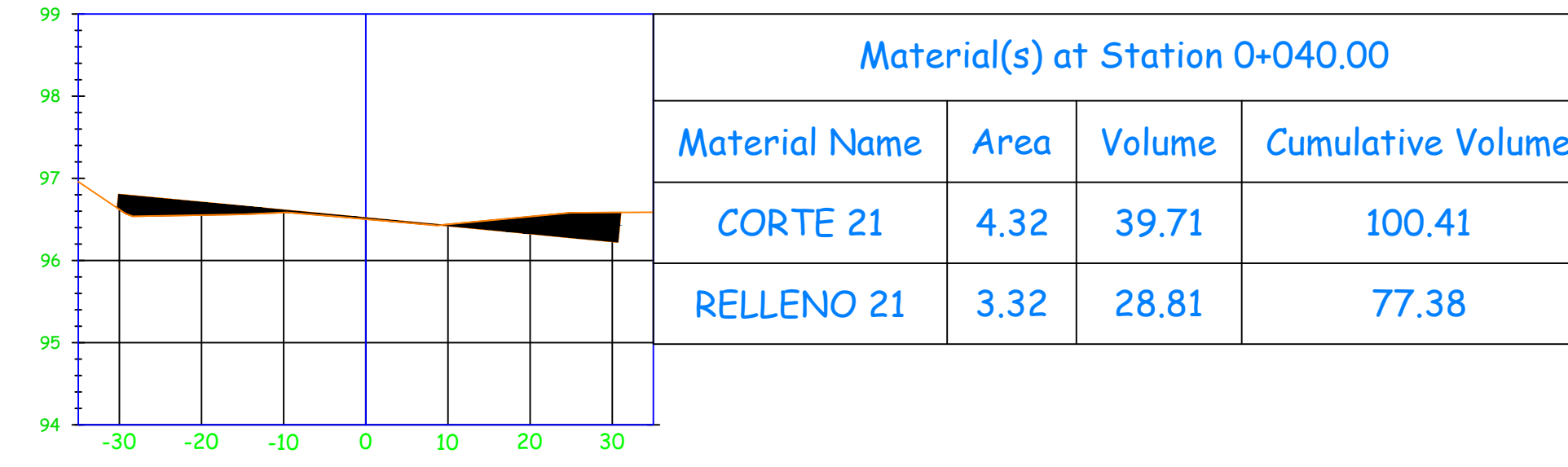


# TERRAZA VALVULA 21

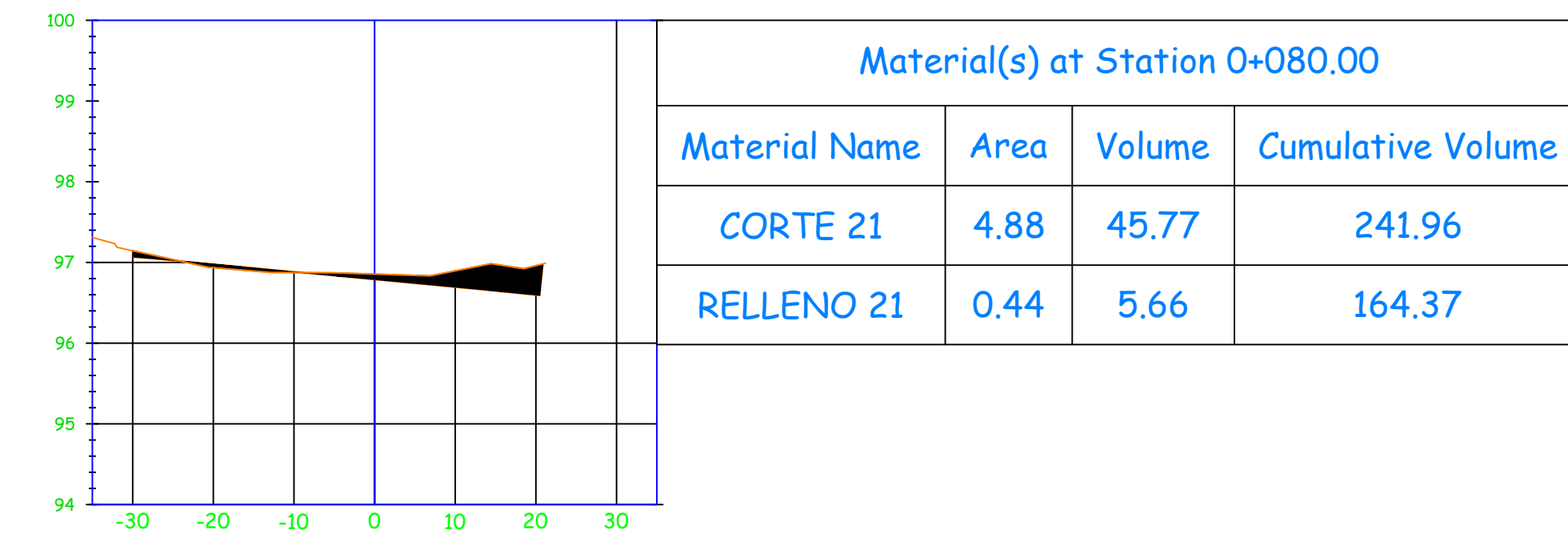
0+000.00



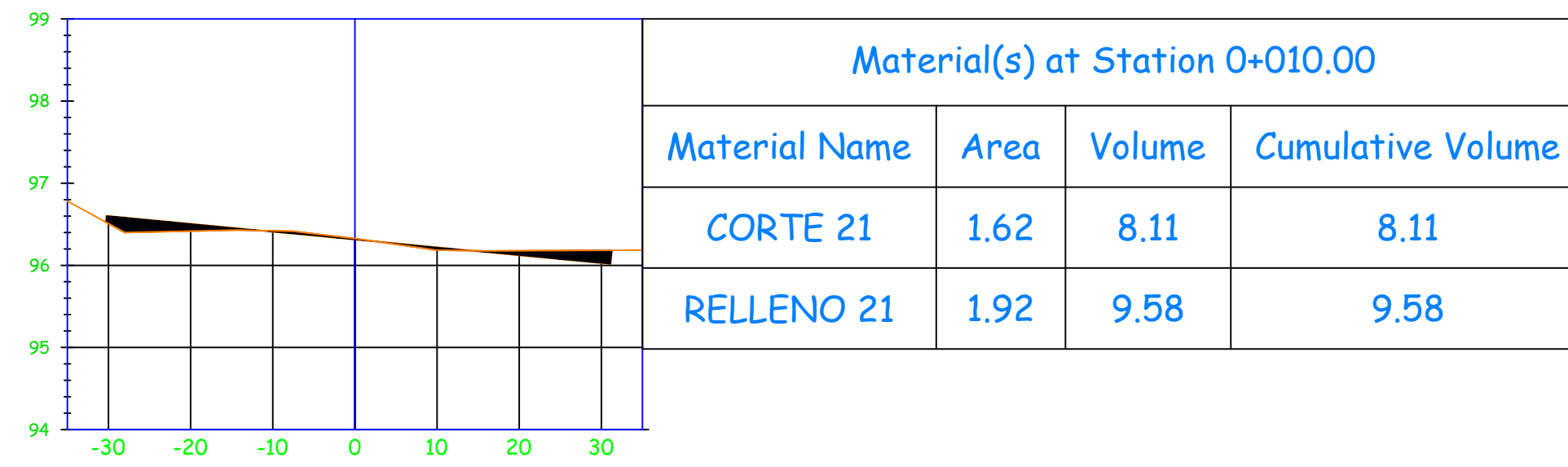
0+040.00



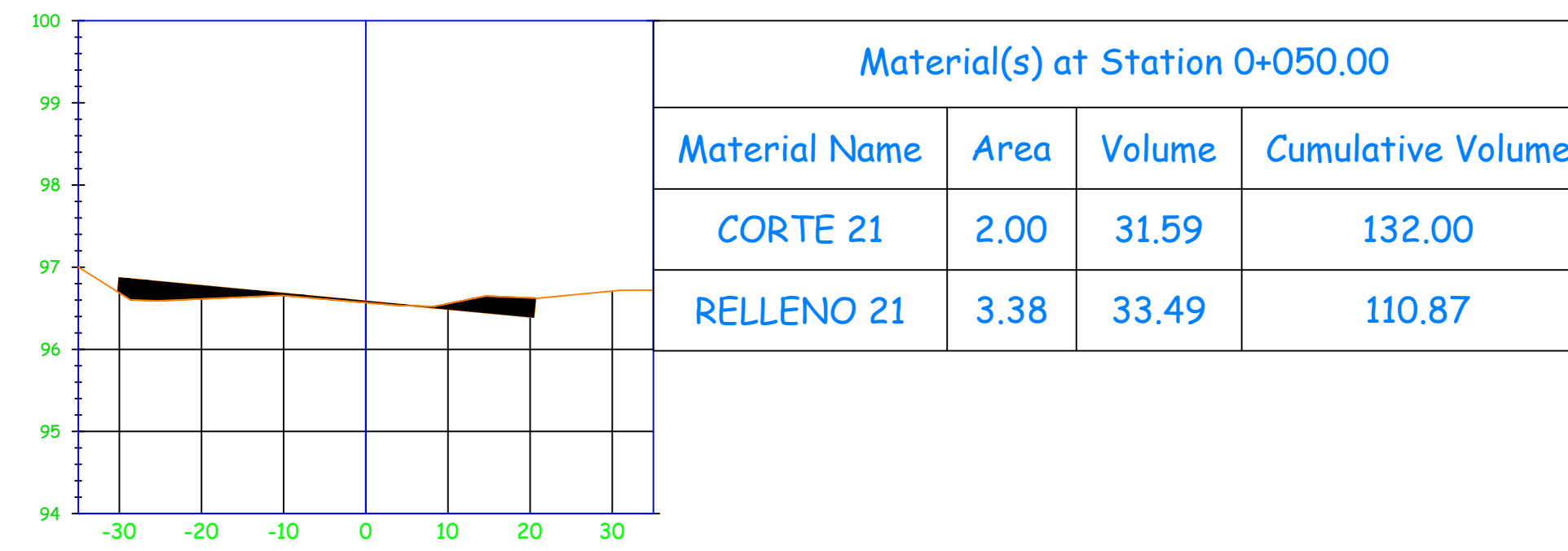
0+080.00



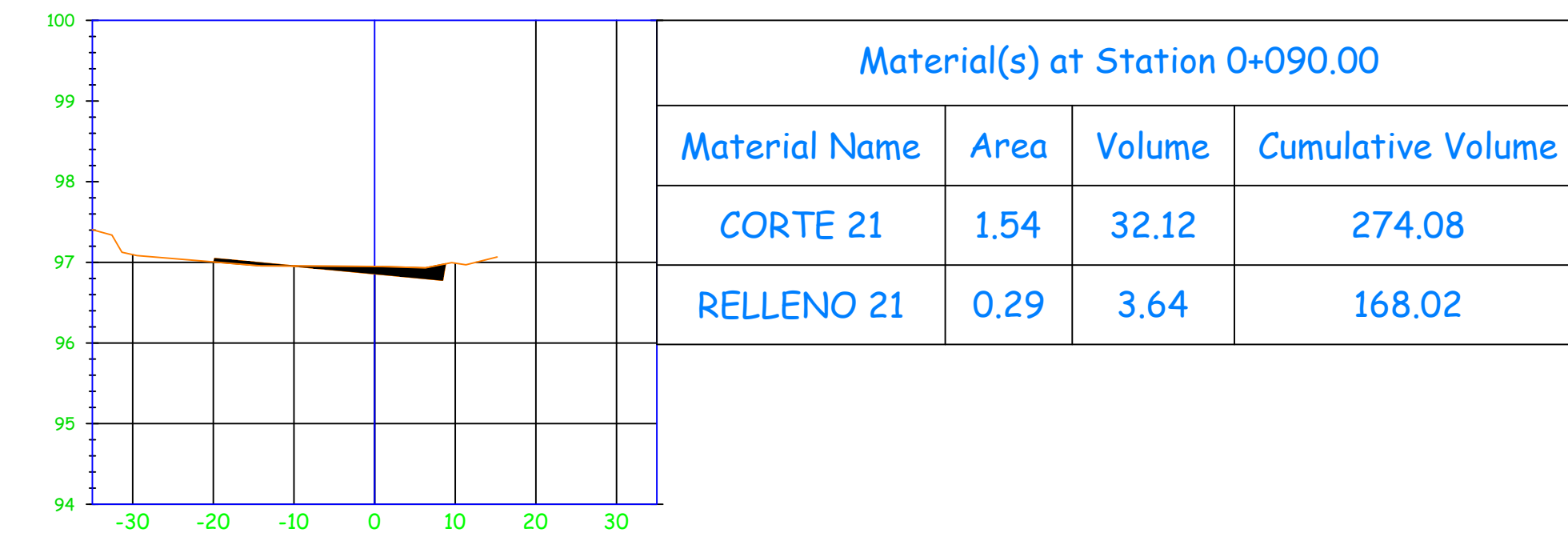
0+010.00



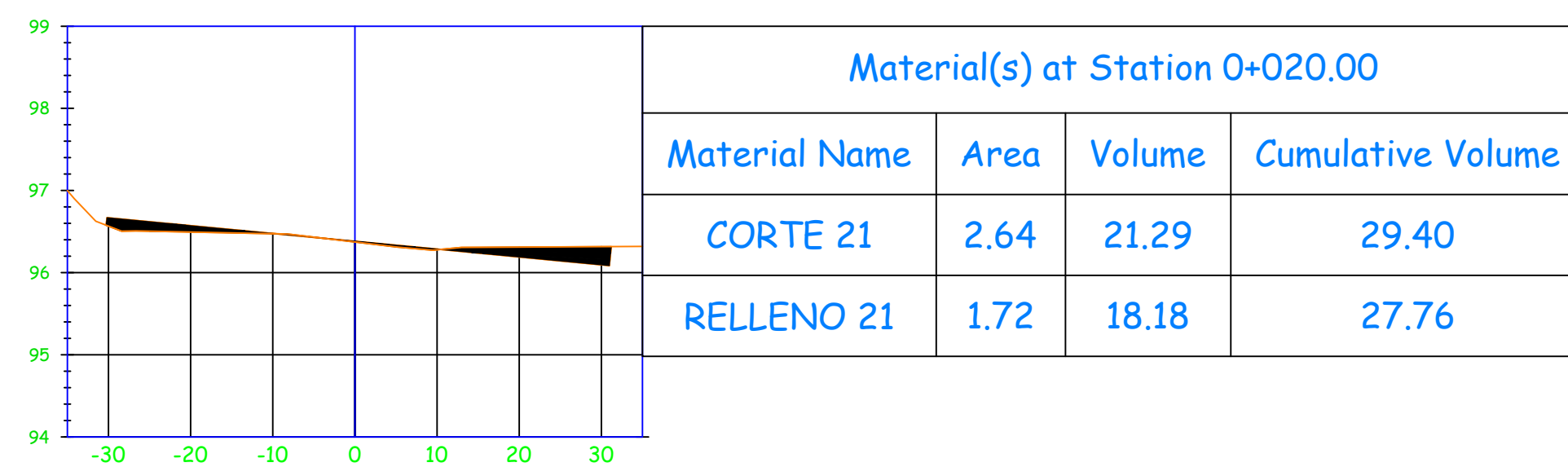
0+050.00



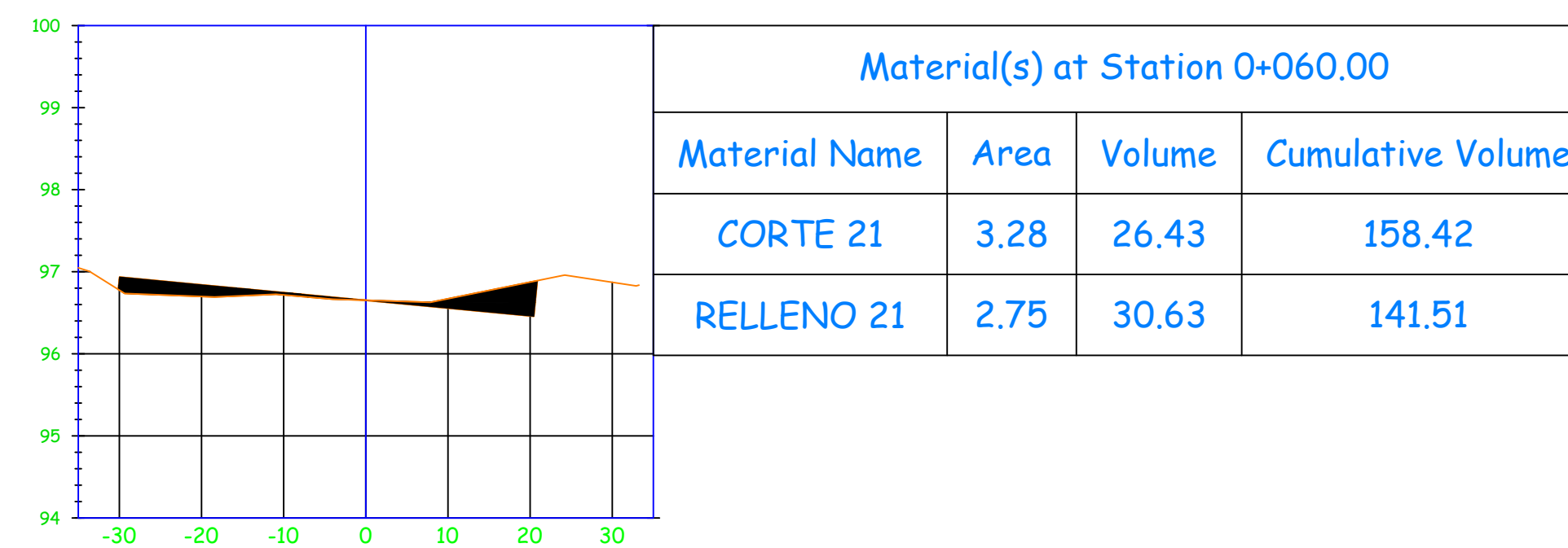
0+090.00



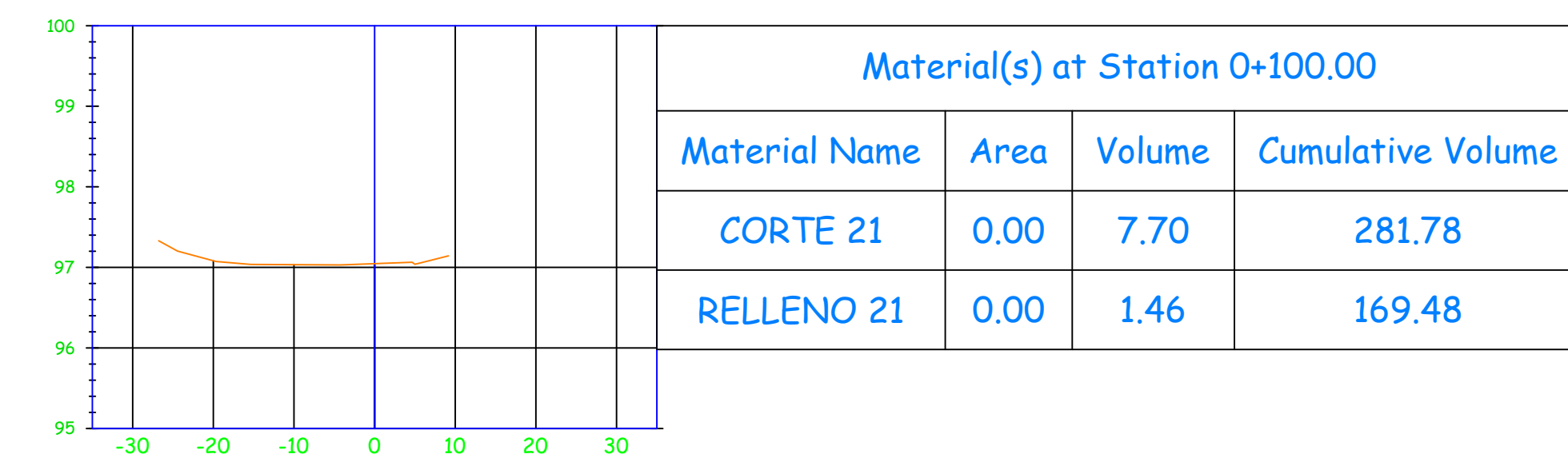
0+020.00



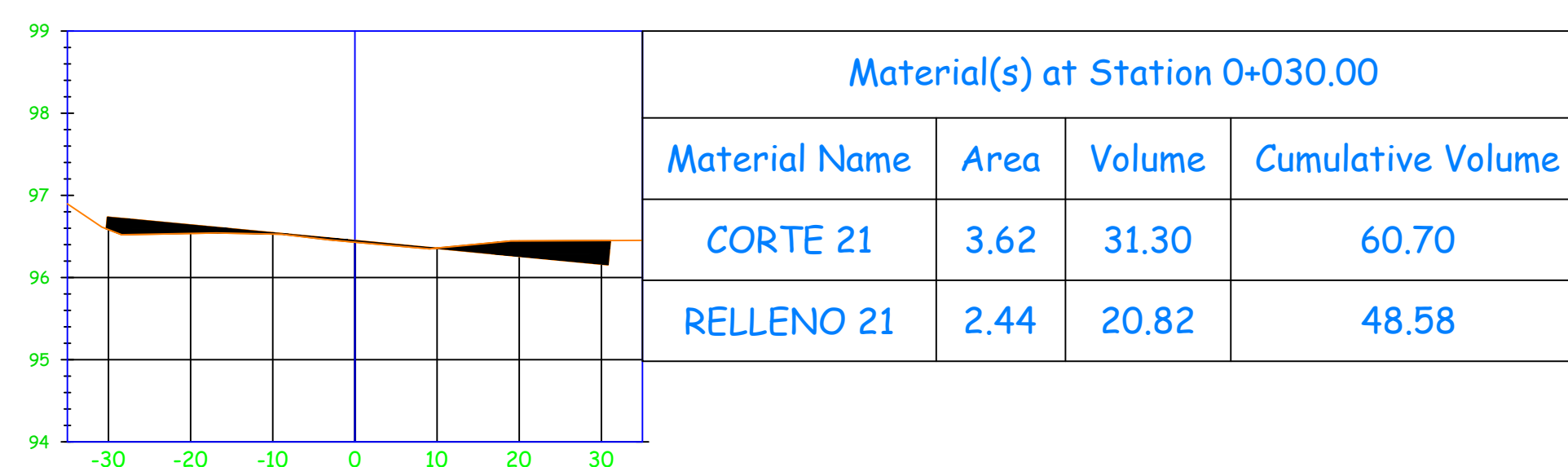
0+060.00



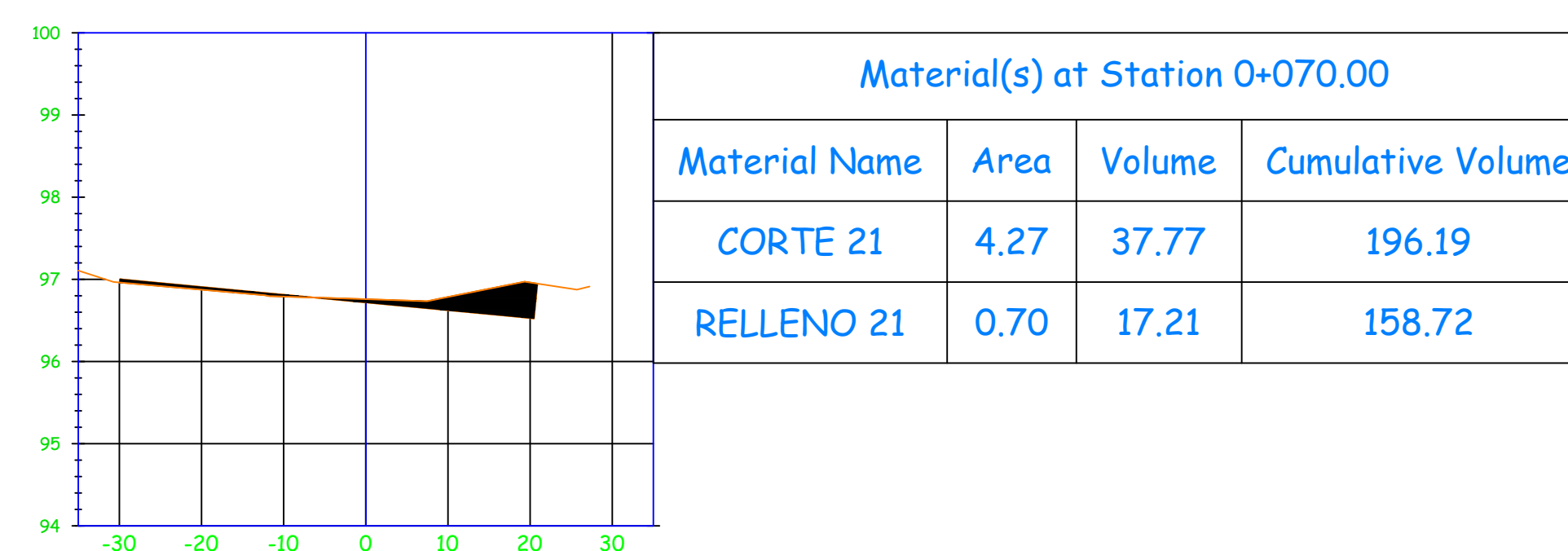
0+100.00



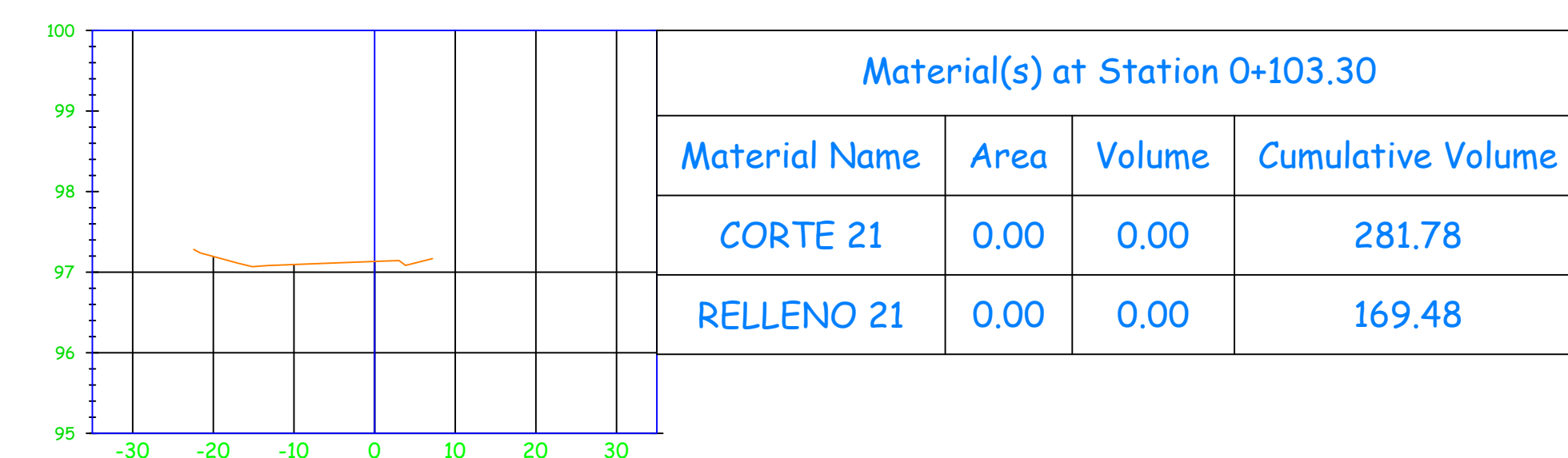
0+030.00



0+070.00

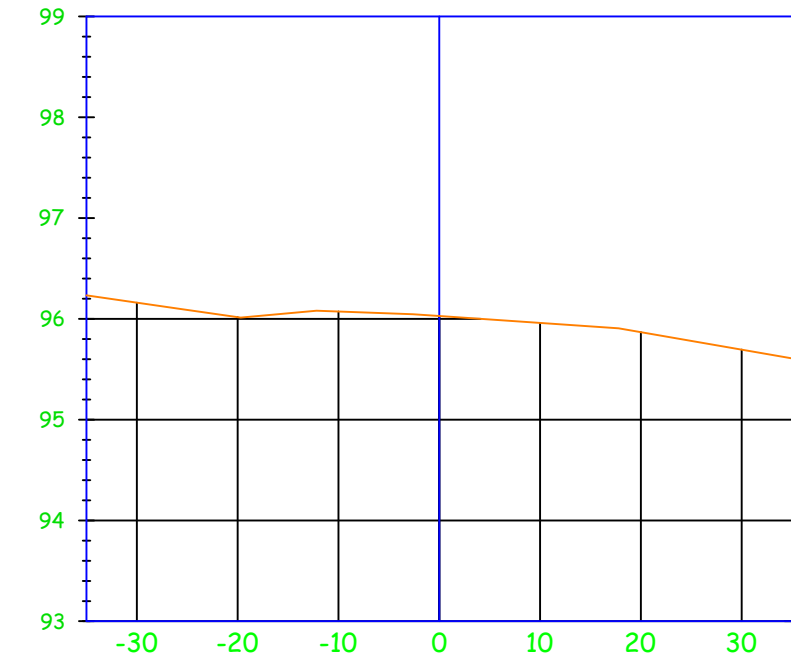


0+103.30



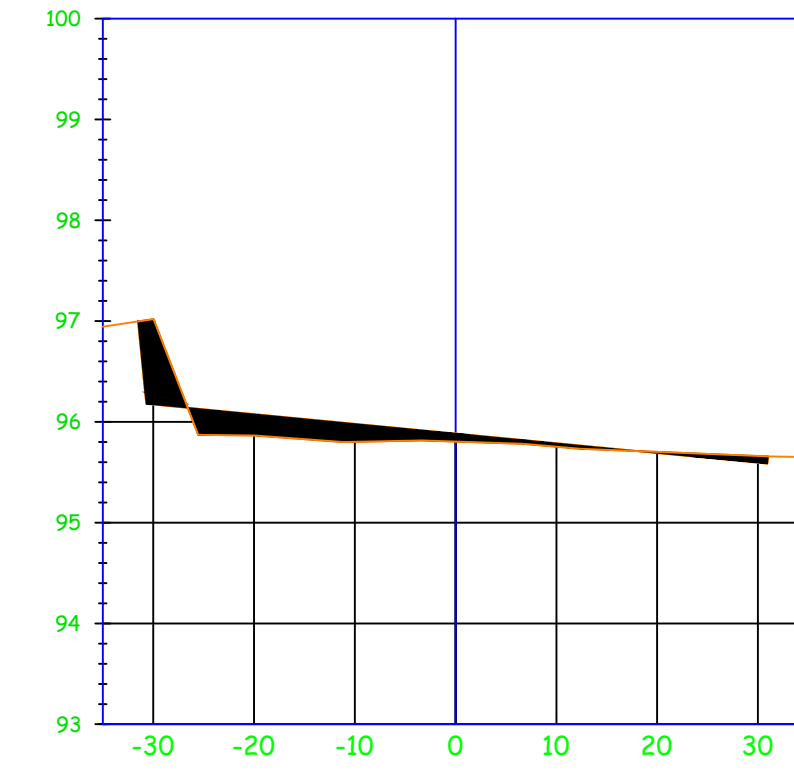
# TERRAZA VALVULA 22

0+000.00



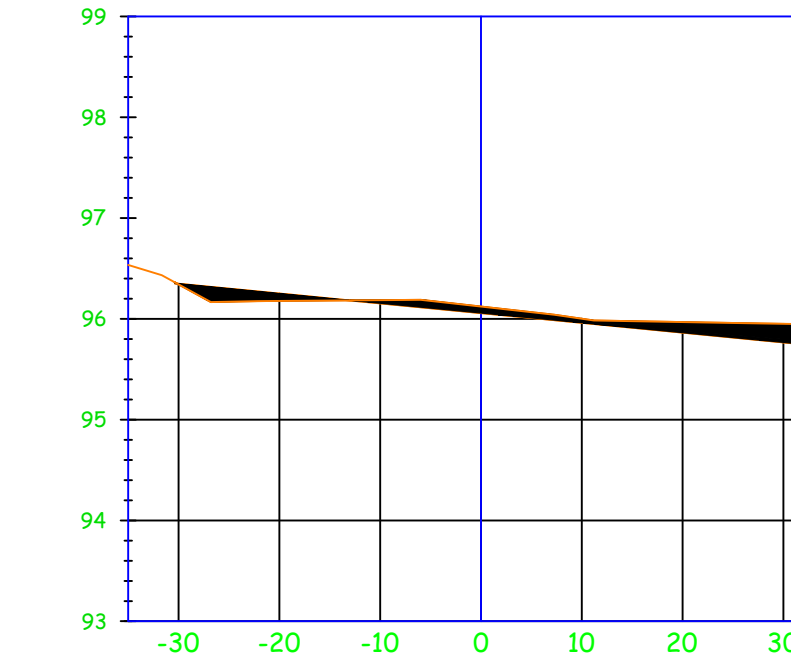
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	0.00	0.00	0.00
RELLENO 22	0.00	0.00	0.00

0+030.00



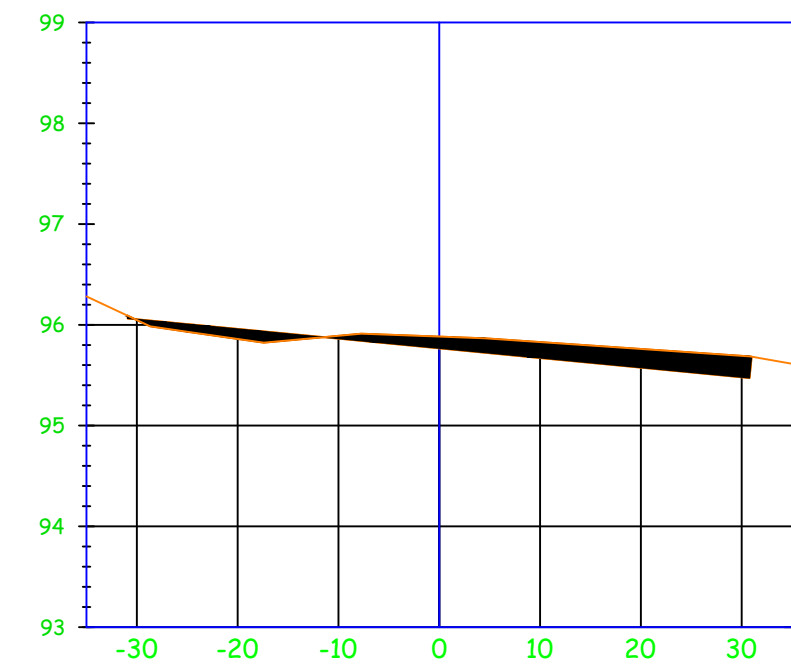
Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	2.85	20.70	88.68
RELLENO 22	5.32	59.58	105.77

0+060.00



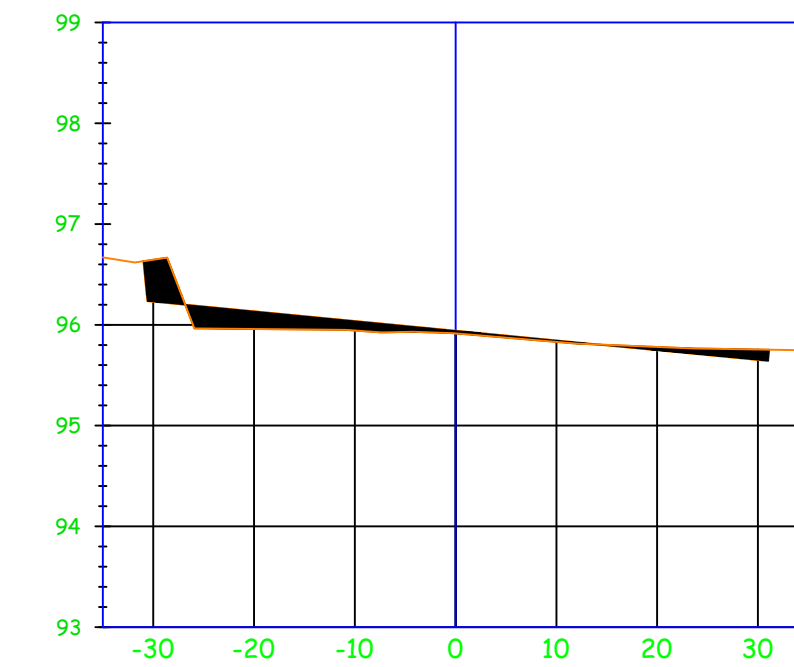
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	3.57	25.91	158.70
RELLENO 22	1.26	17.32	195.31

0+010.00



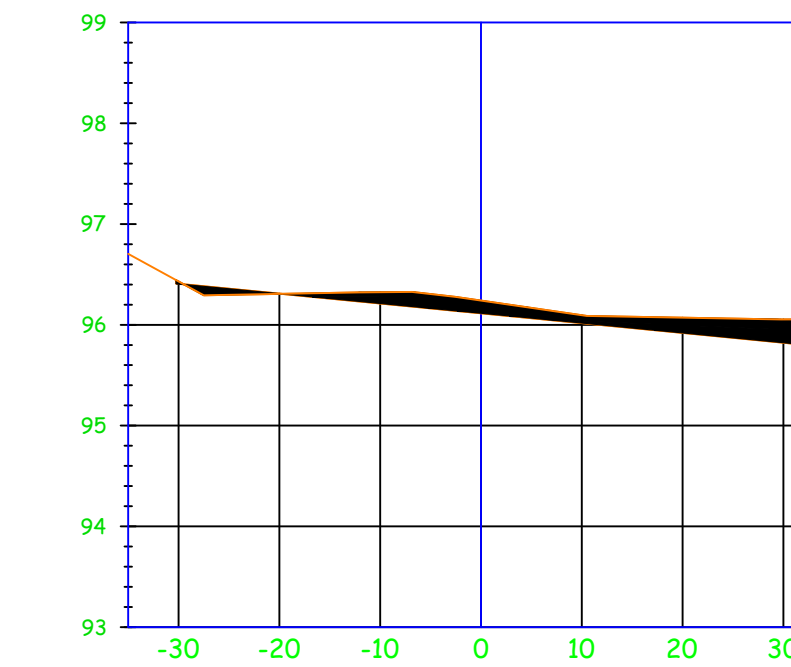
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	6.16	30.78	30.78
RELLENO 22	1.32	6.60	6.60

0+040.00



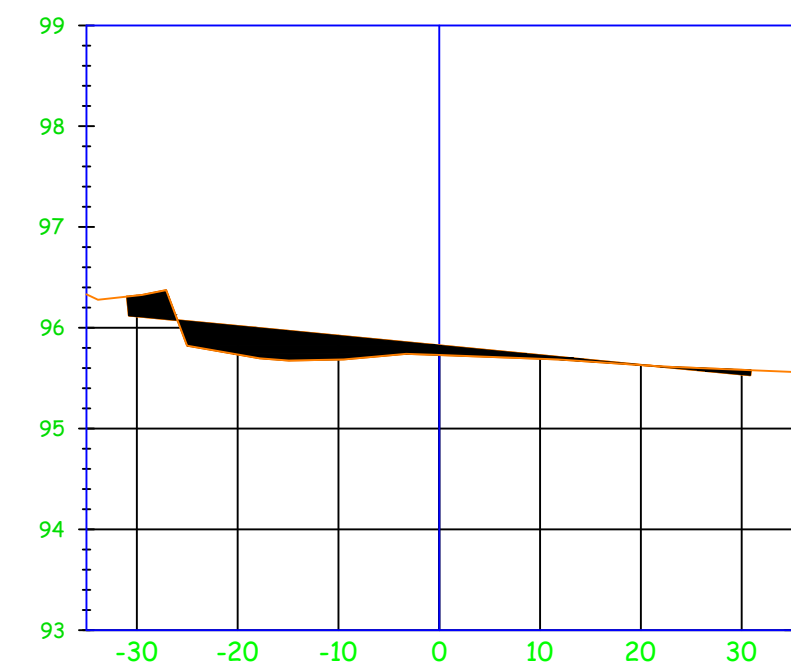
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	2.18	25.17	113.85
RELLENO 22	3.46	43.89	149.66

0+070.00



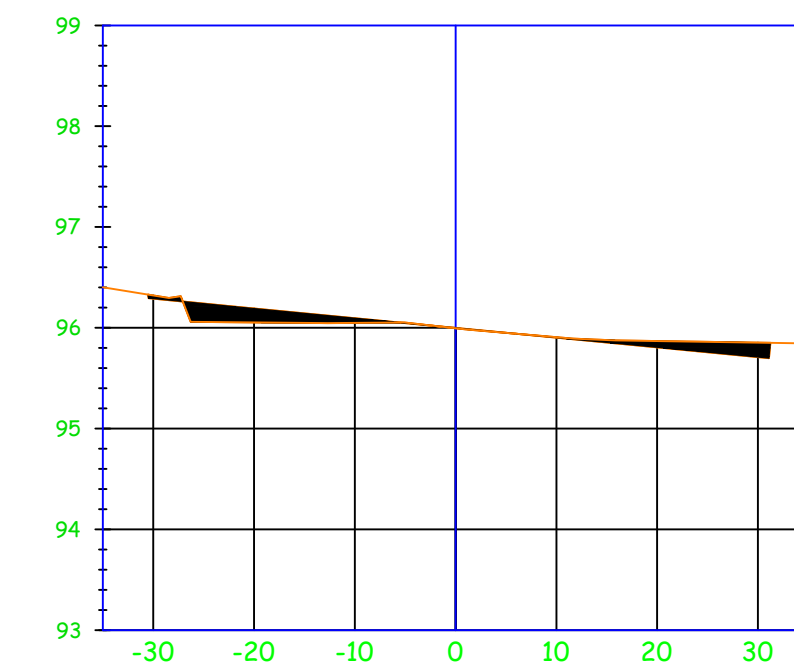
Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	6.25	49.13	207.82
RELLENO 22	0.44	8.49	203.79

0+020.00



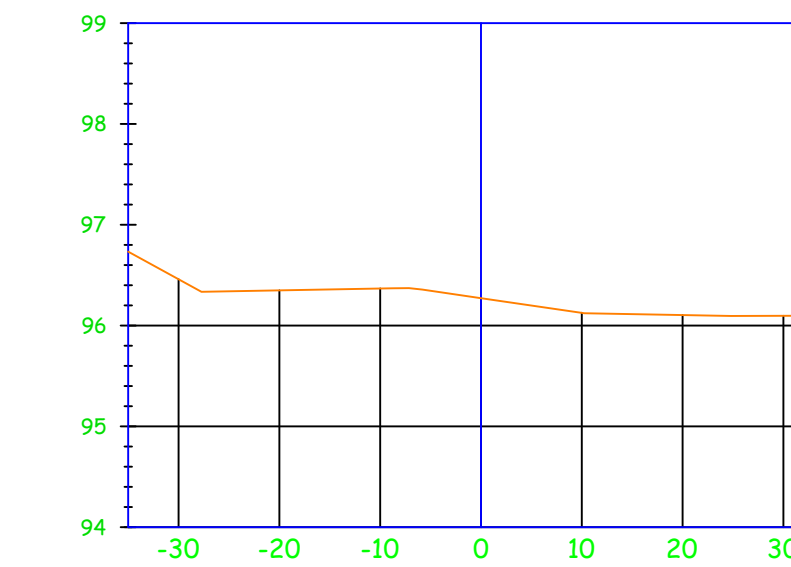
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	1.29	37.21	67.98
RELLENO 22	6.60	39.59	46.19

0+050.00



Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	1.61	18.94	132.79
RELLENO 22	2.20	28.32	177.98

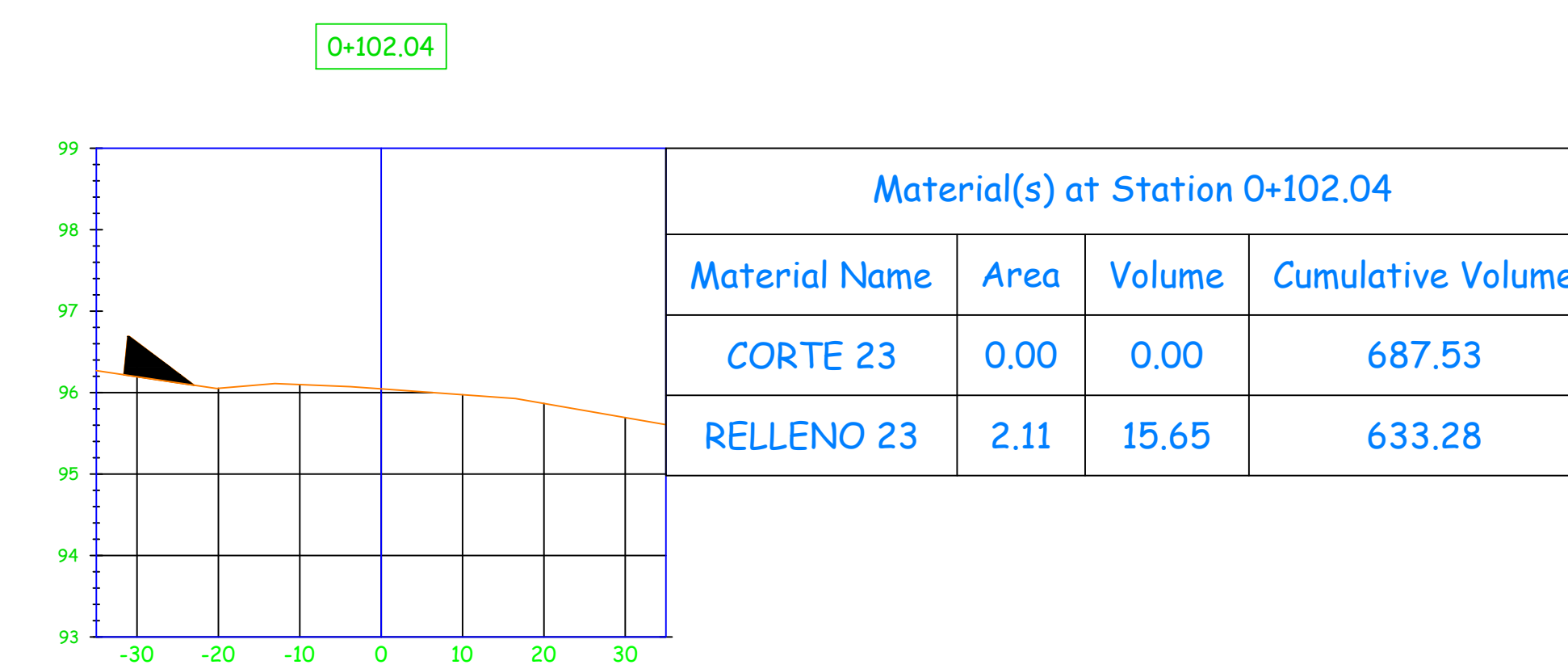
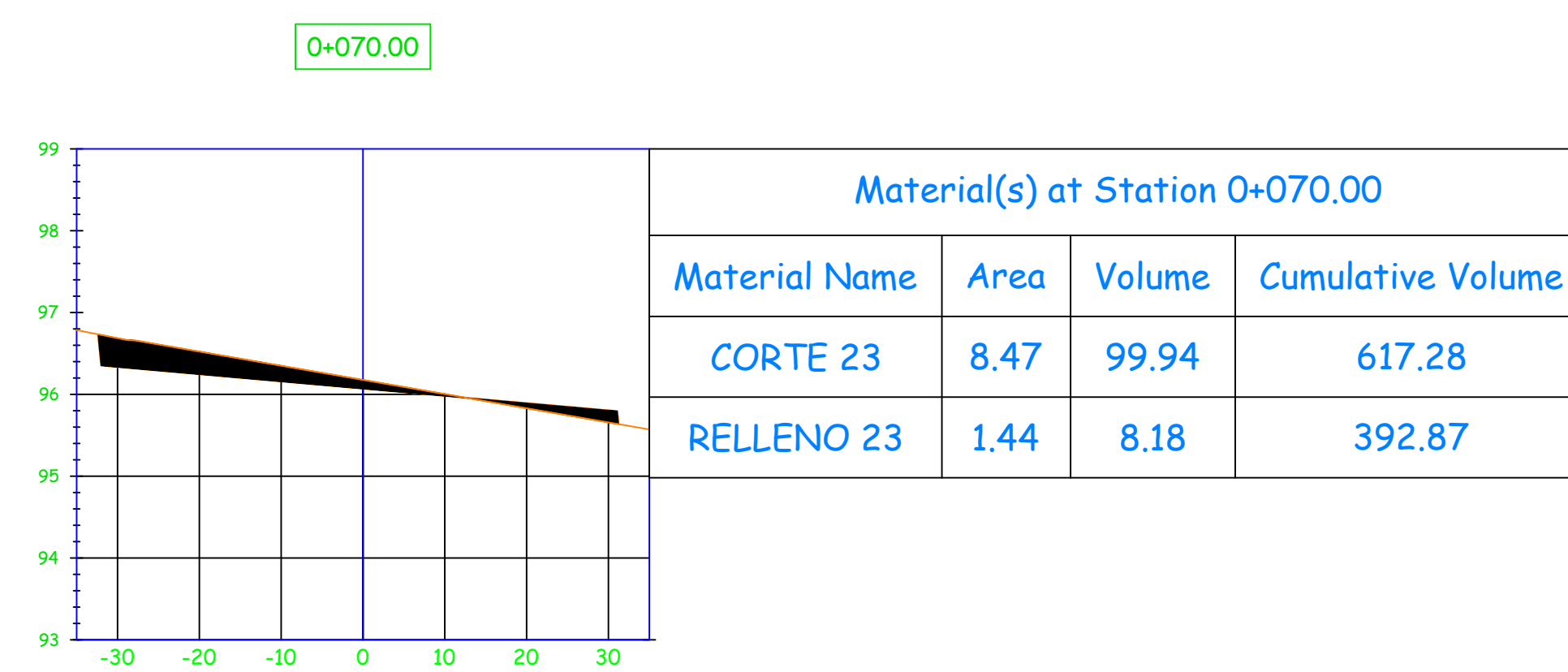
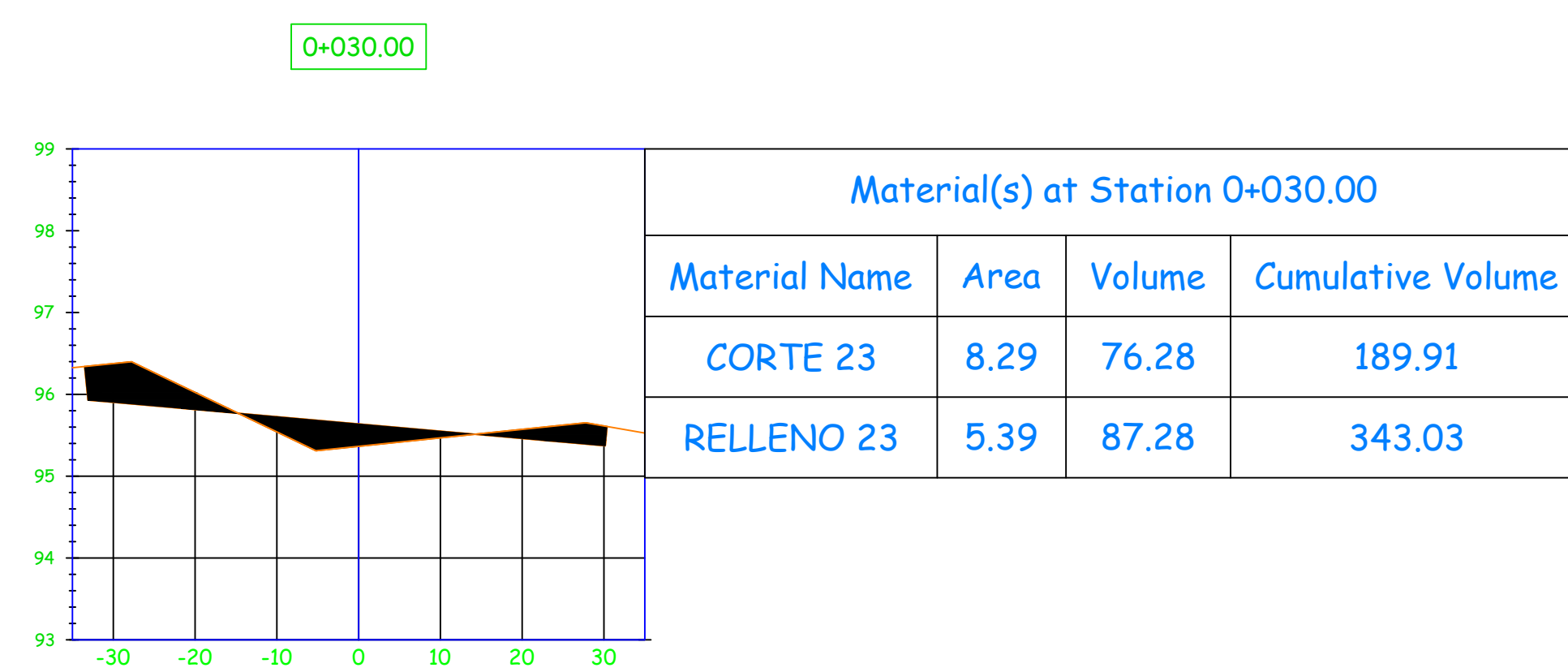
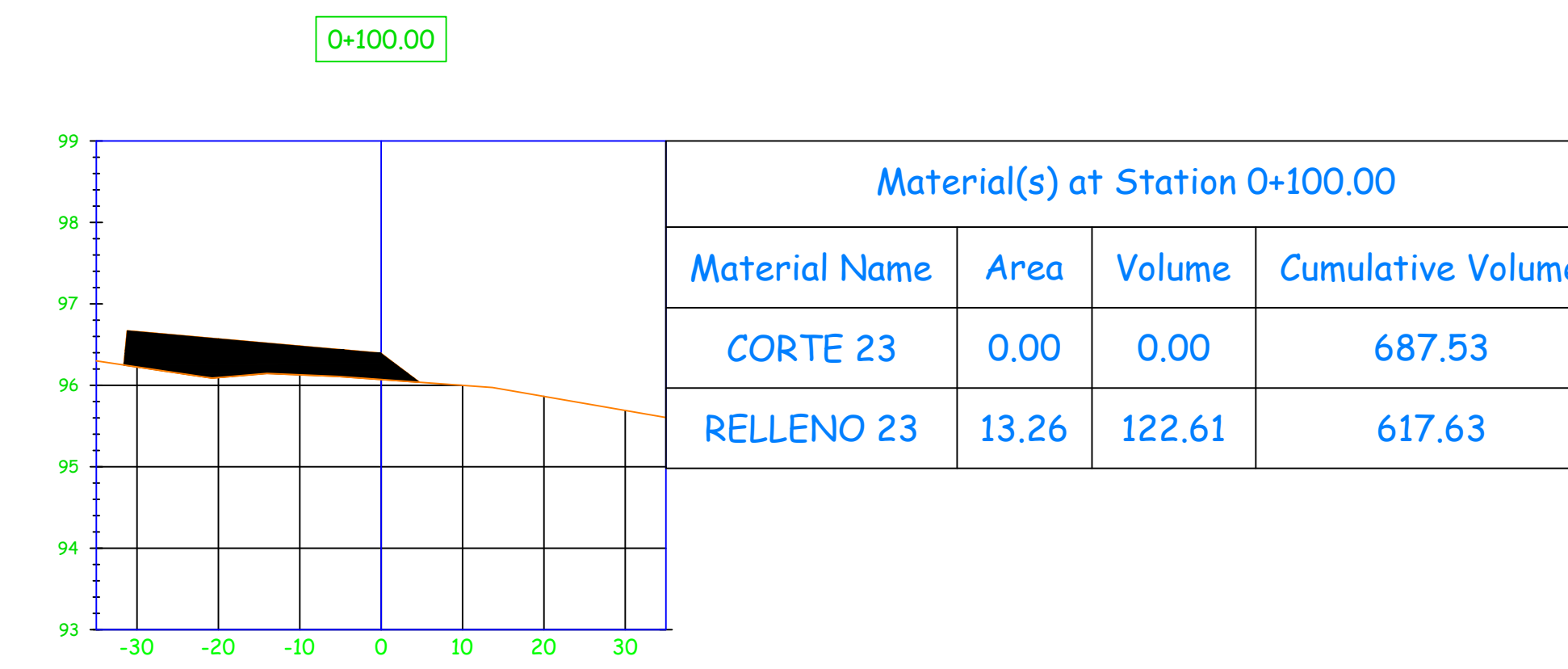
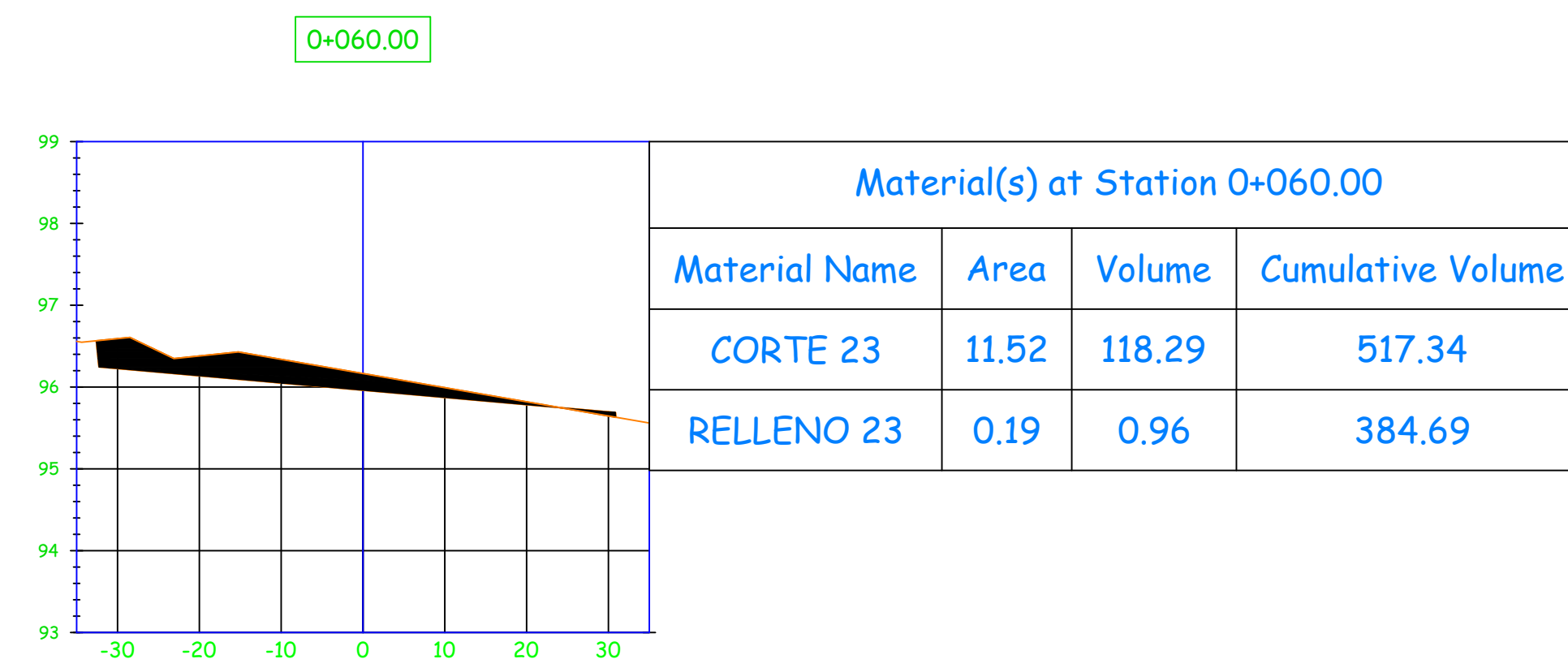
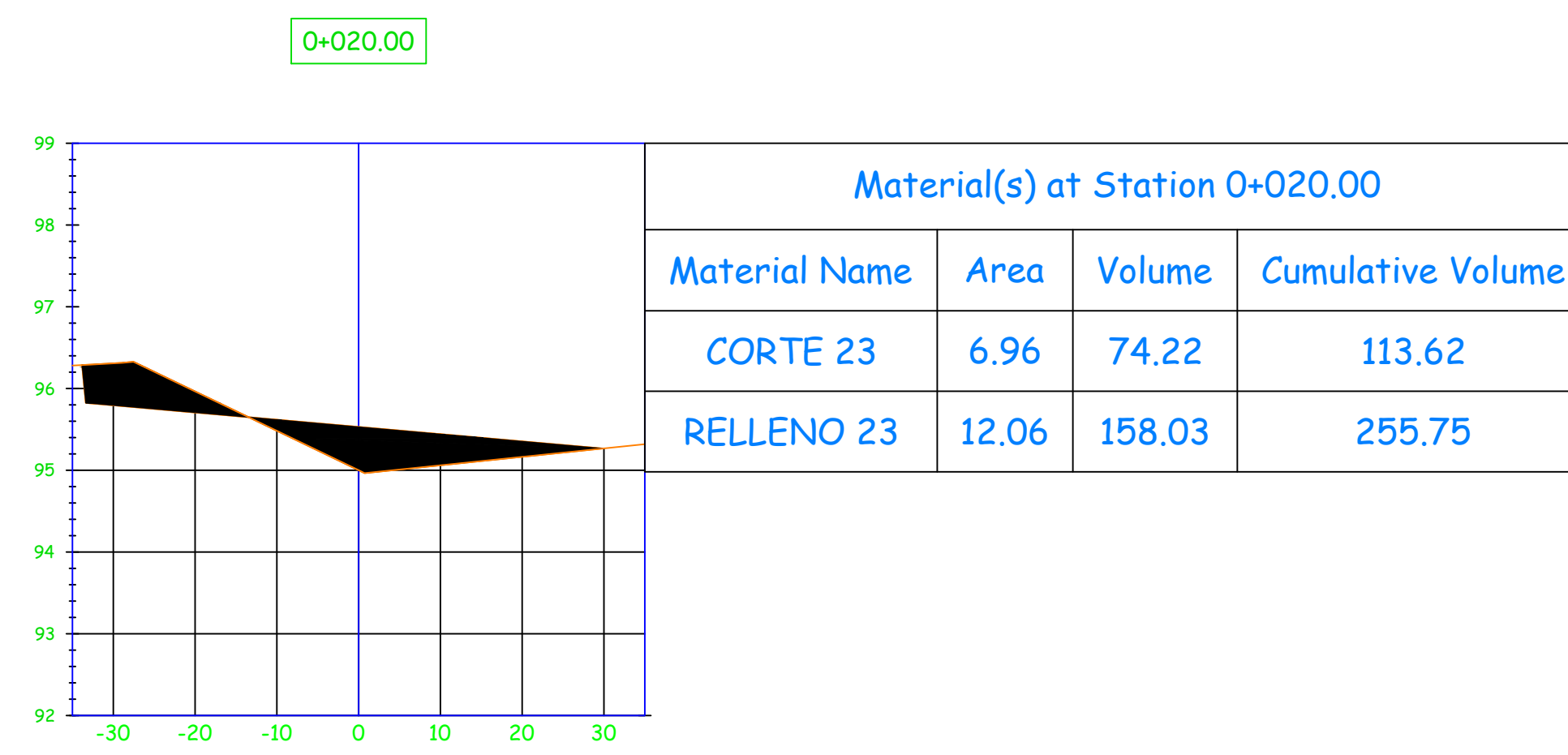
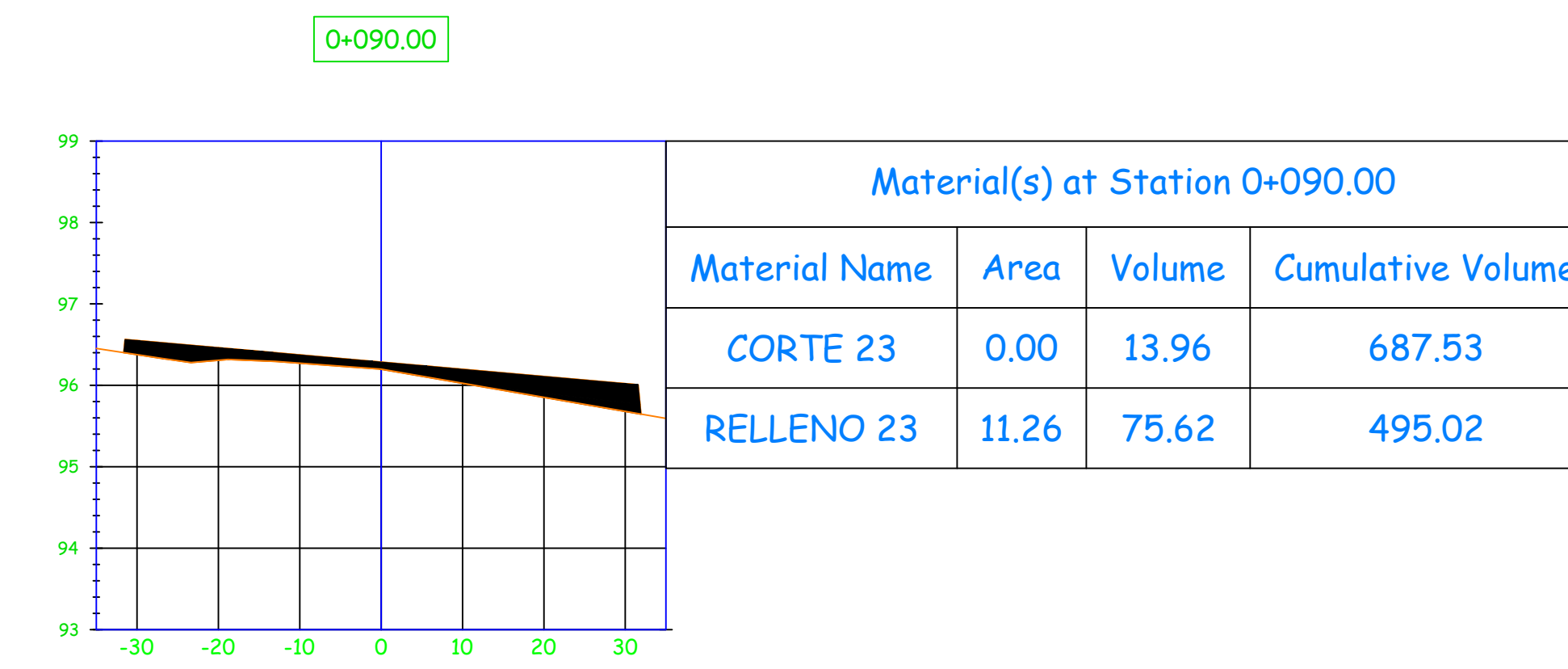
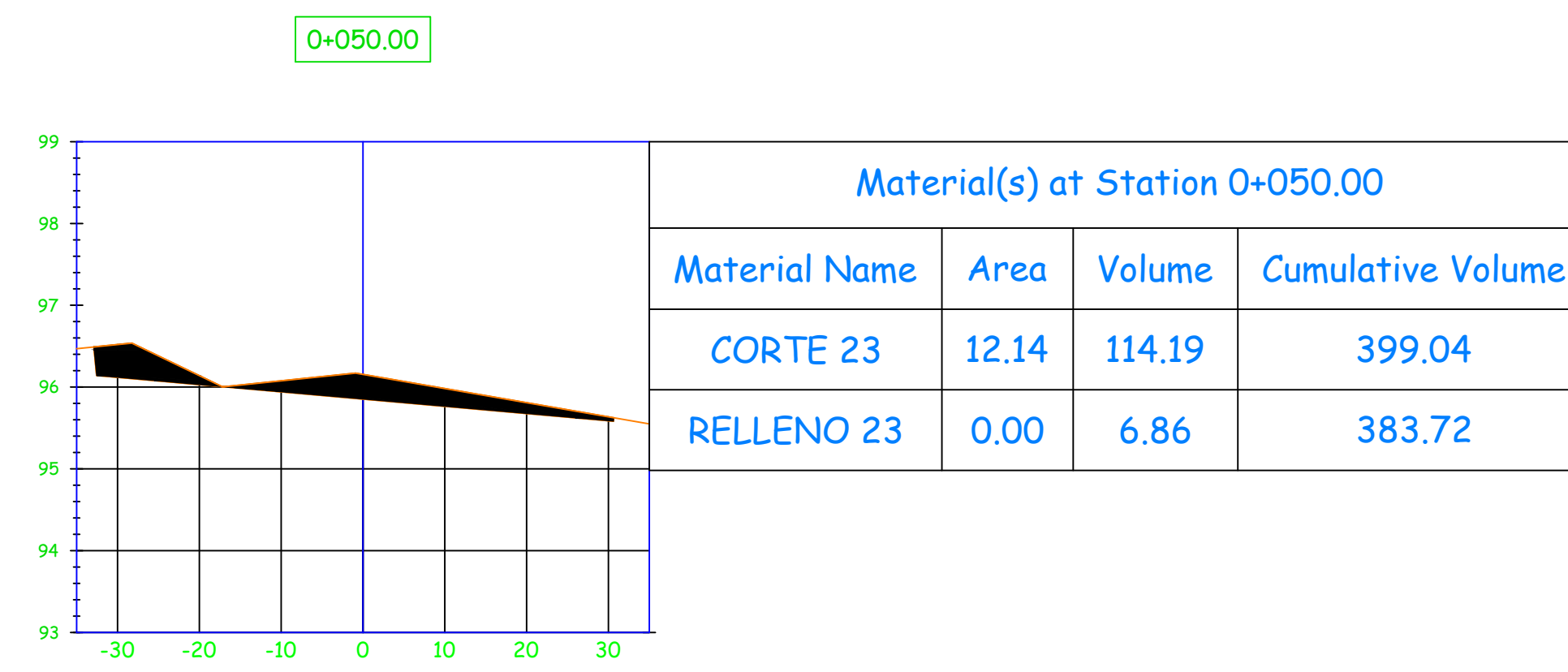
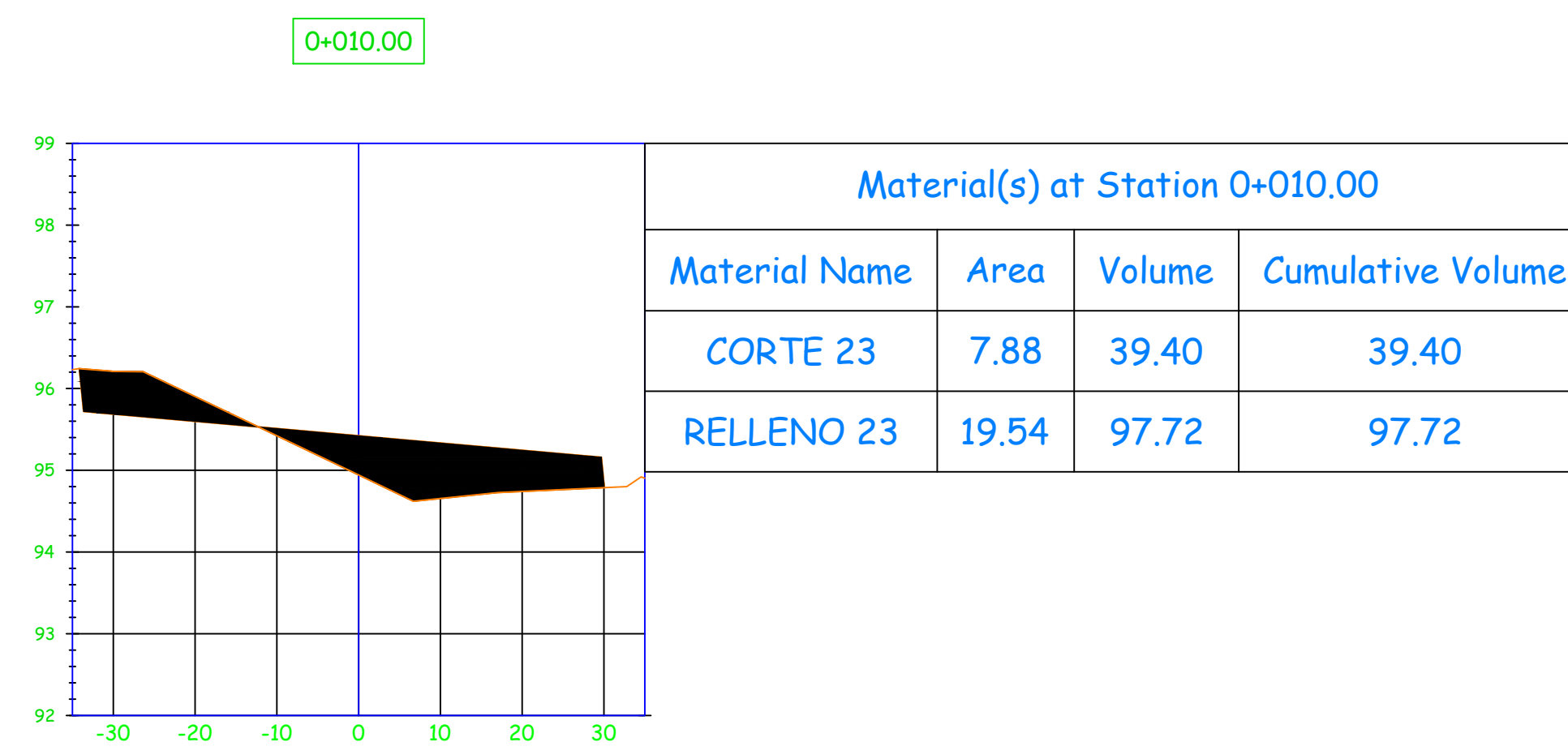
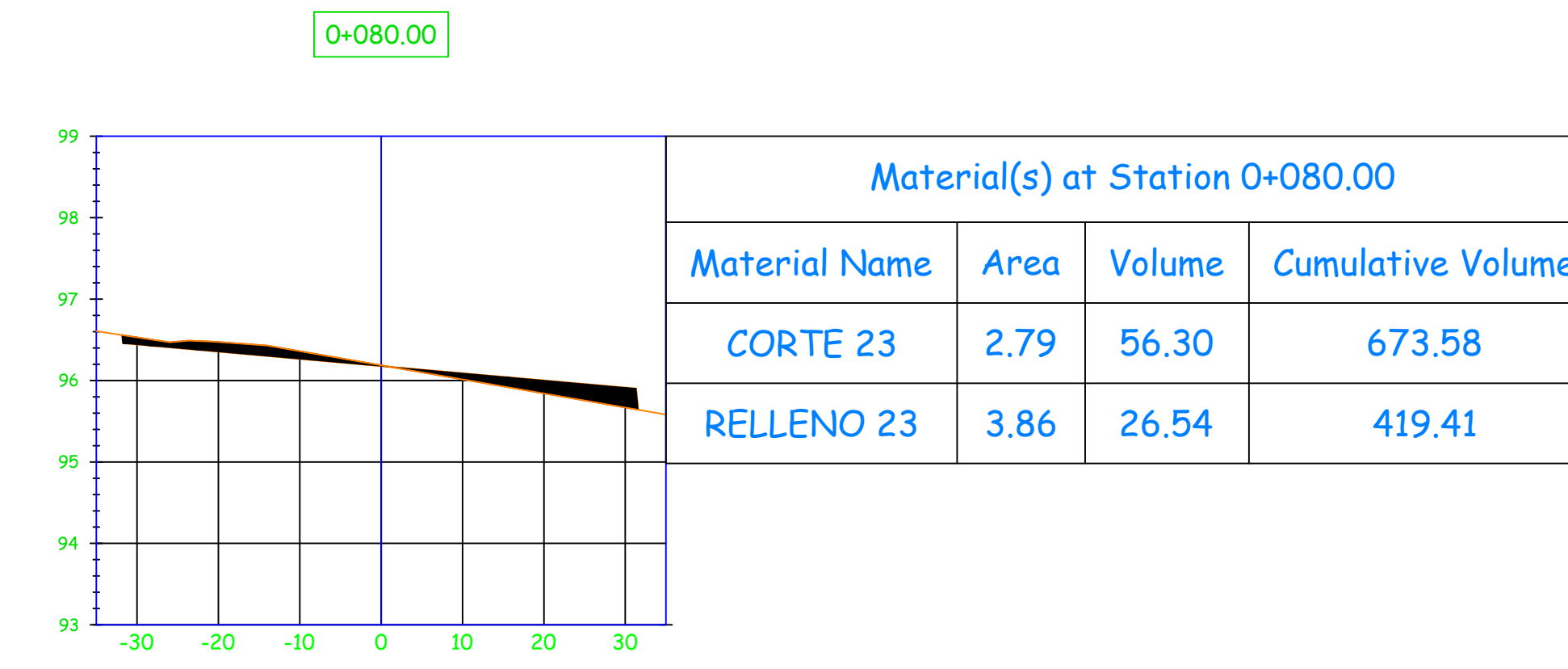
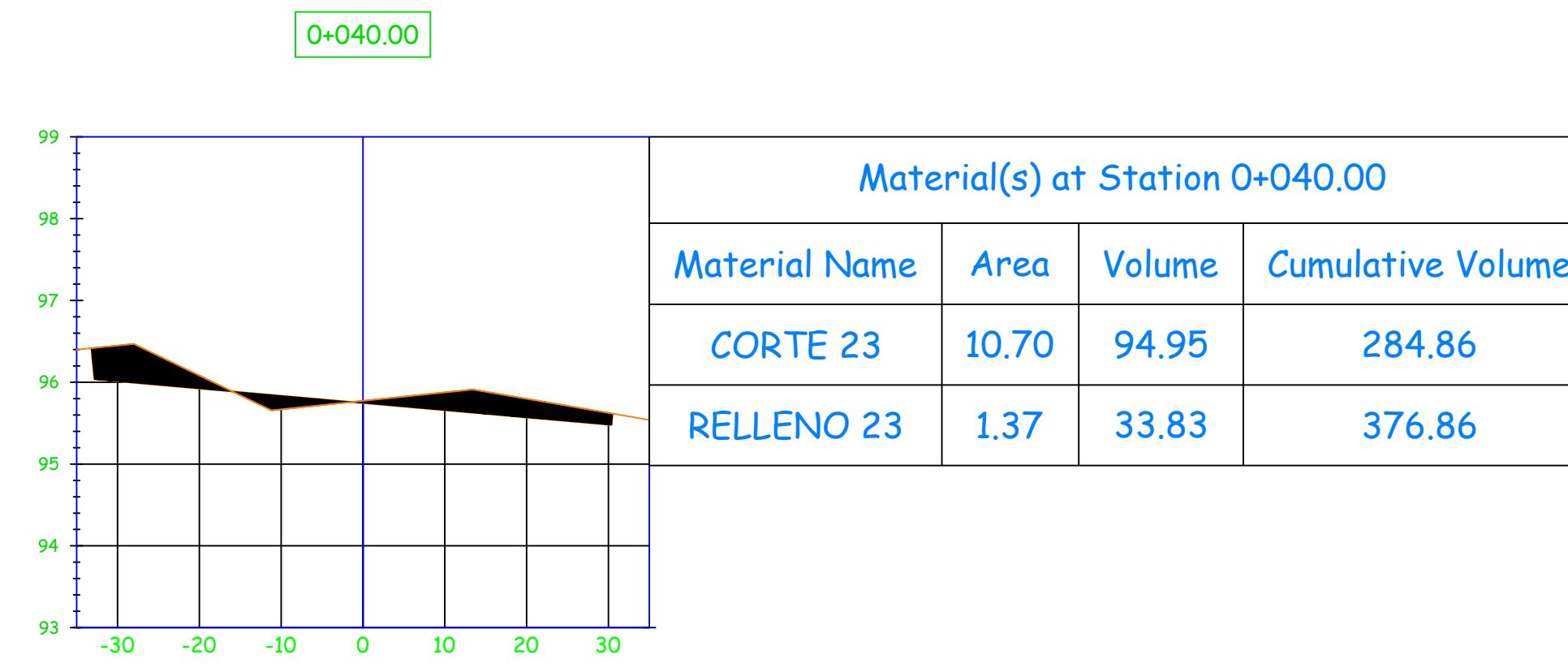
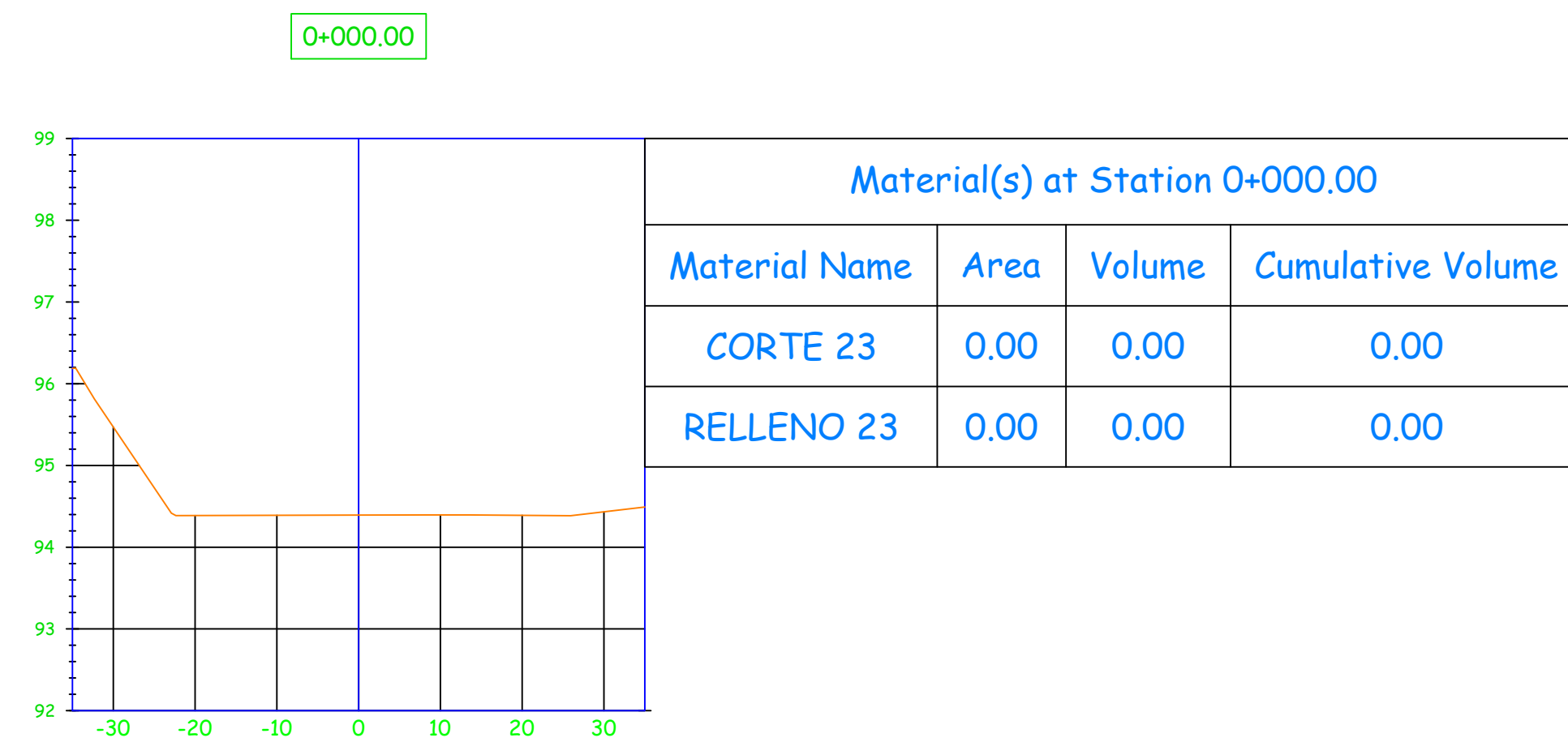
0+073.38



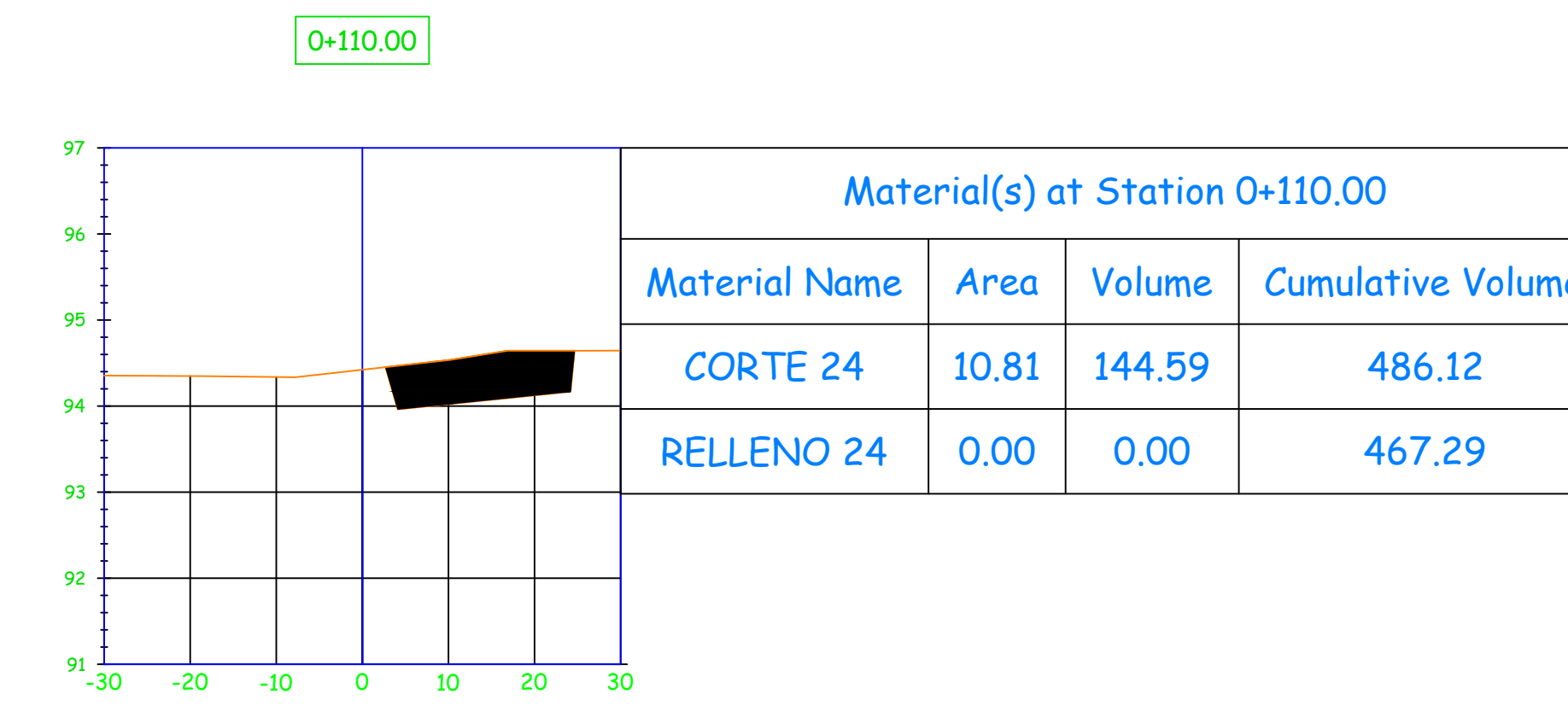
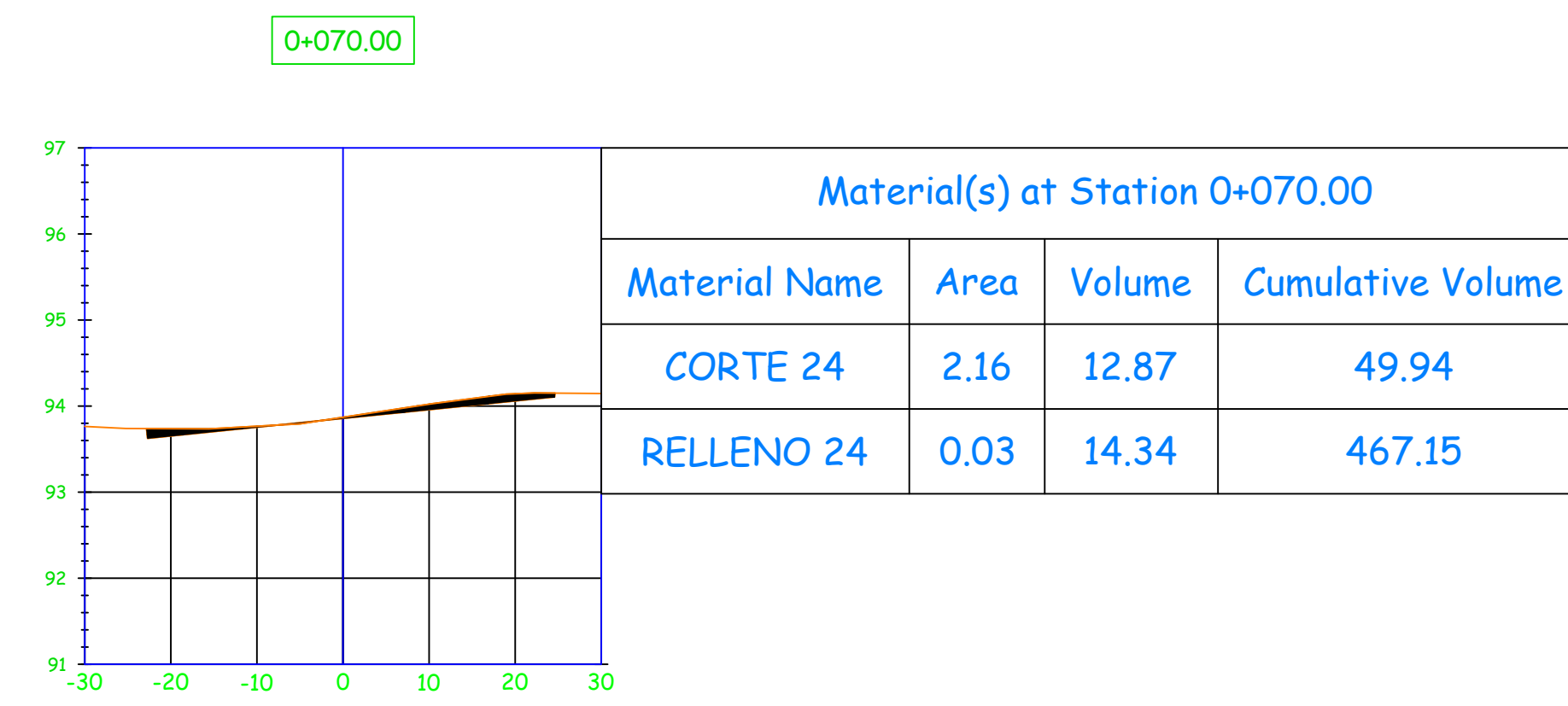
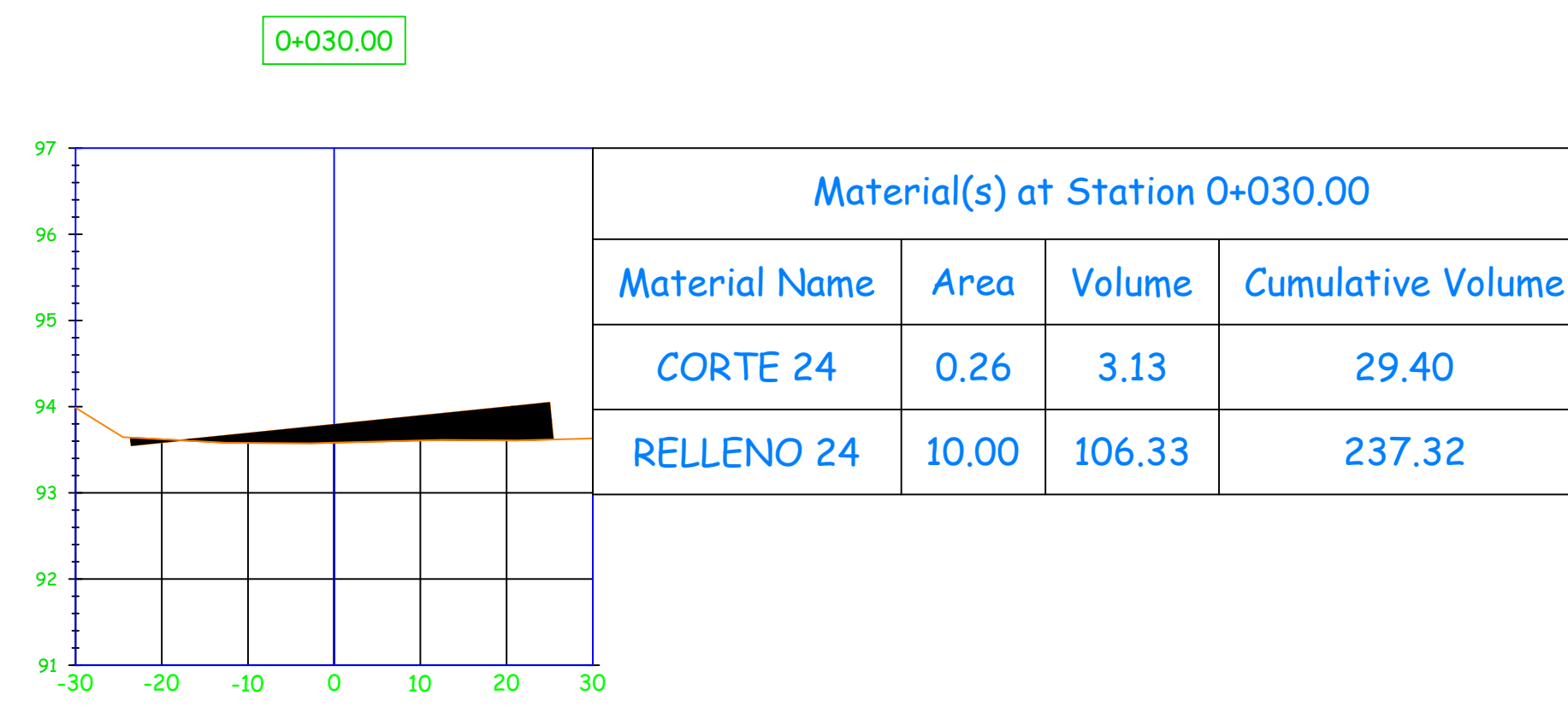
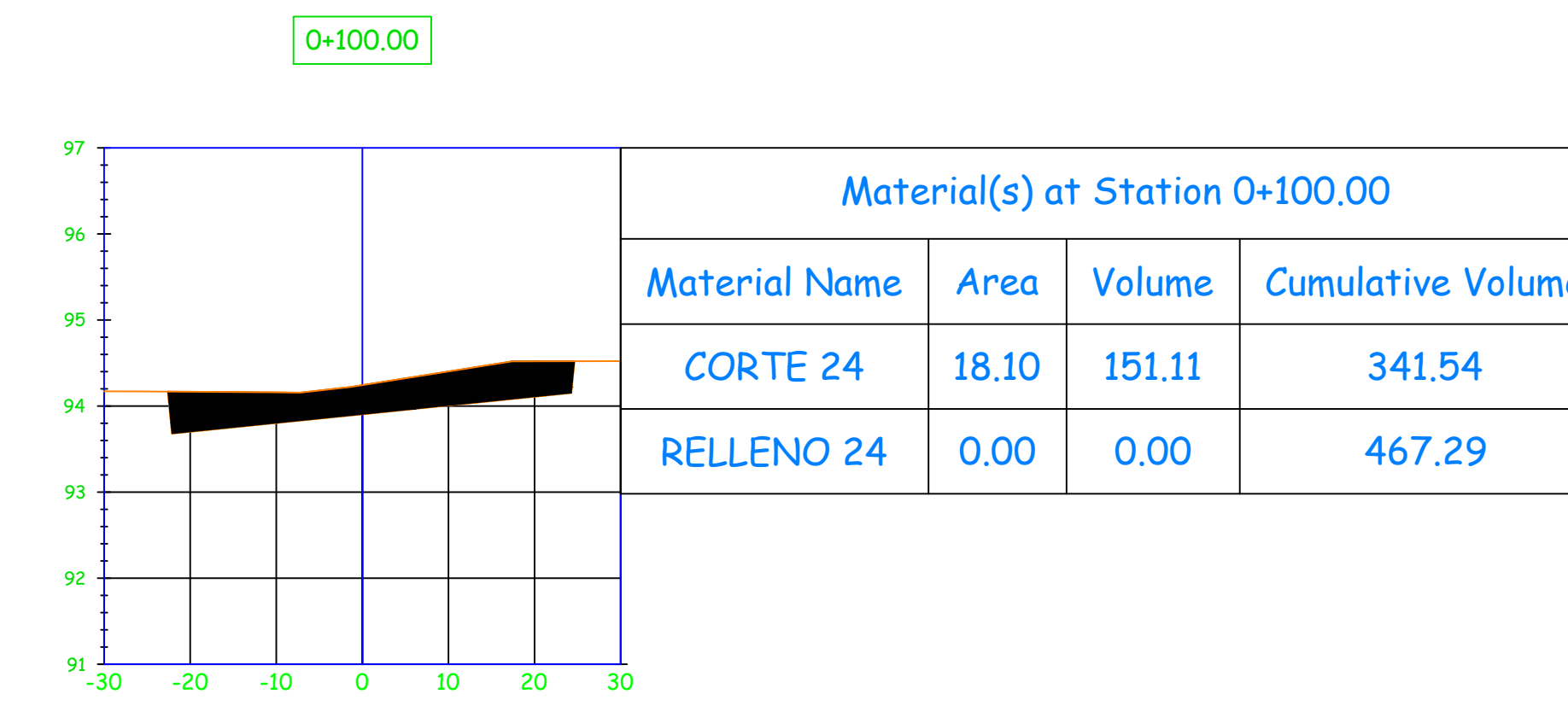
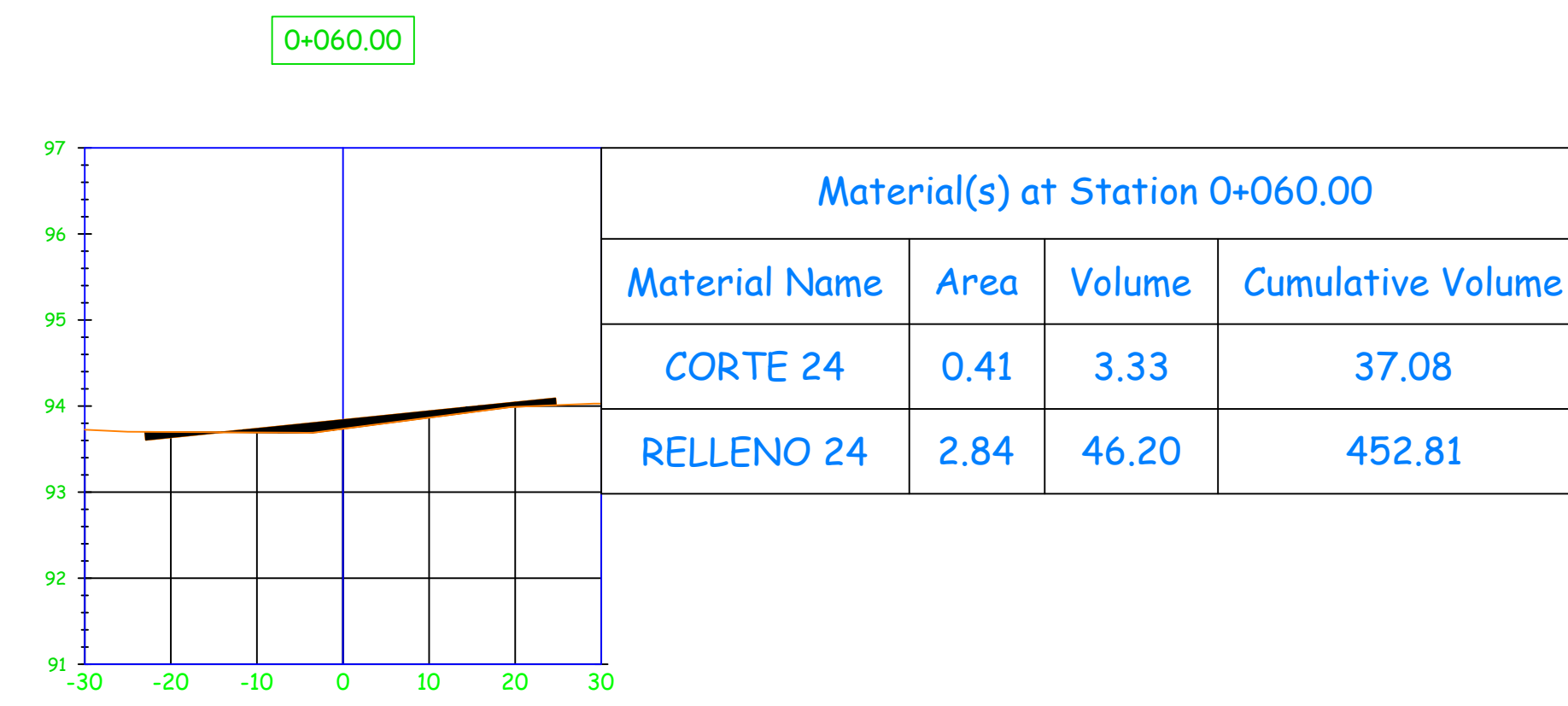
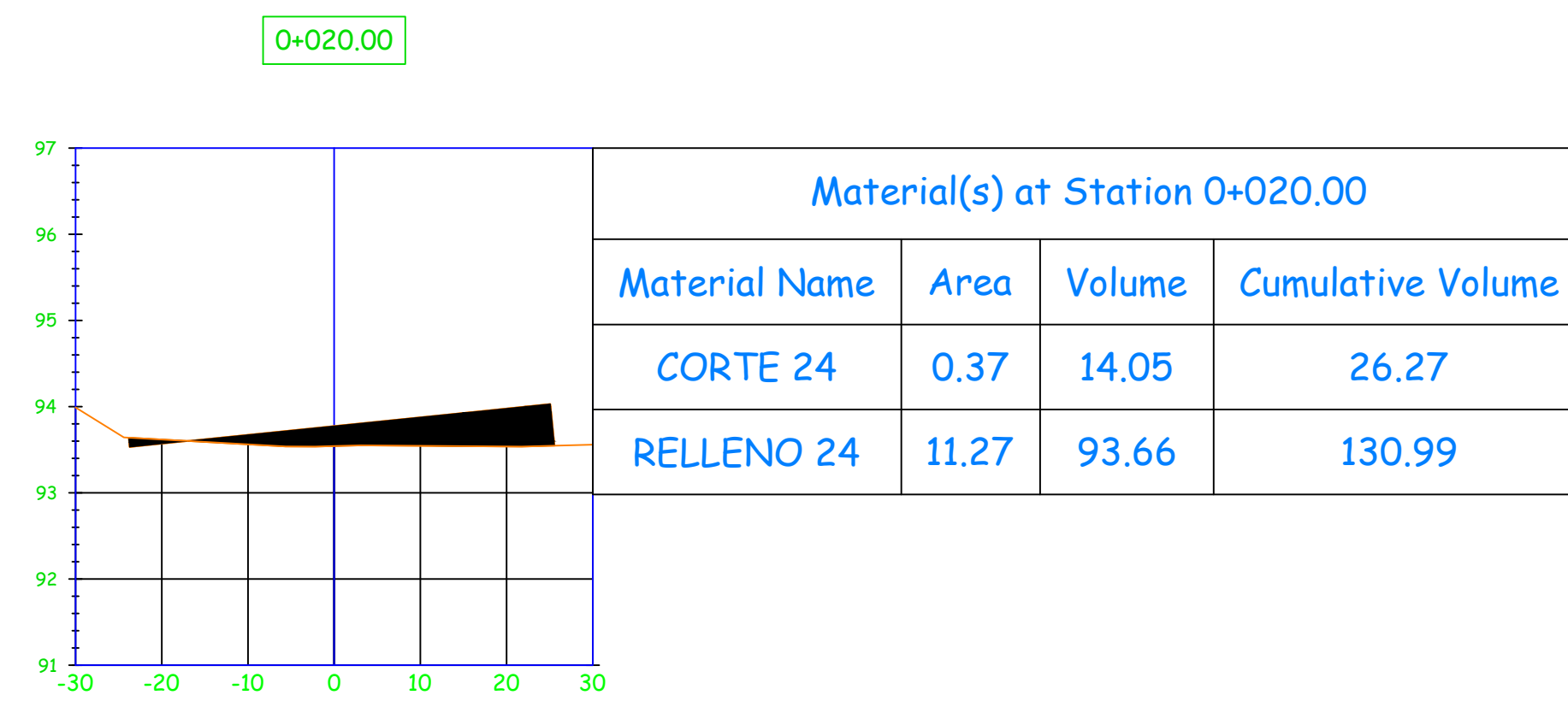
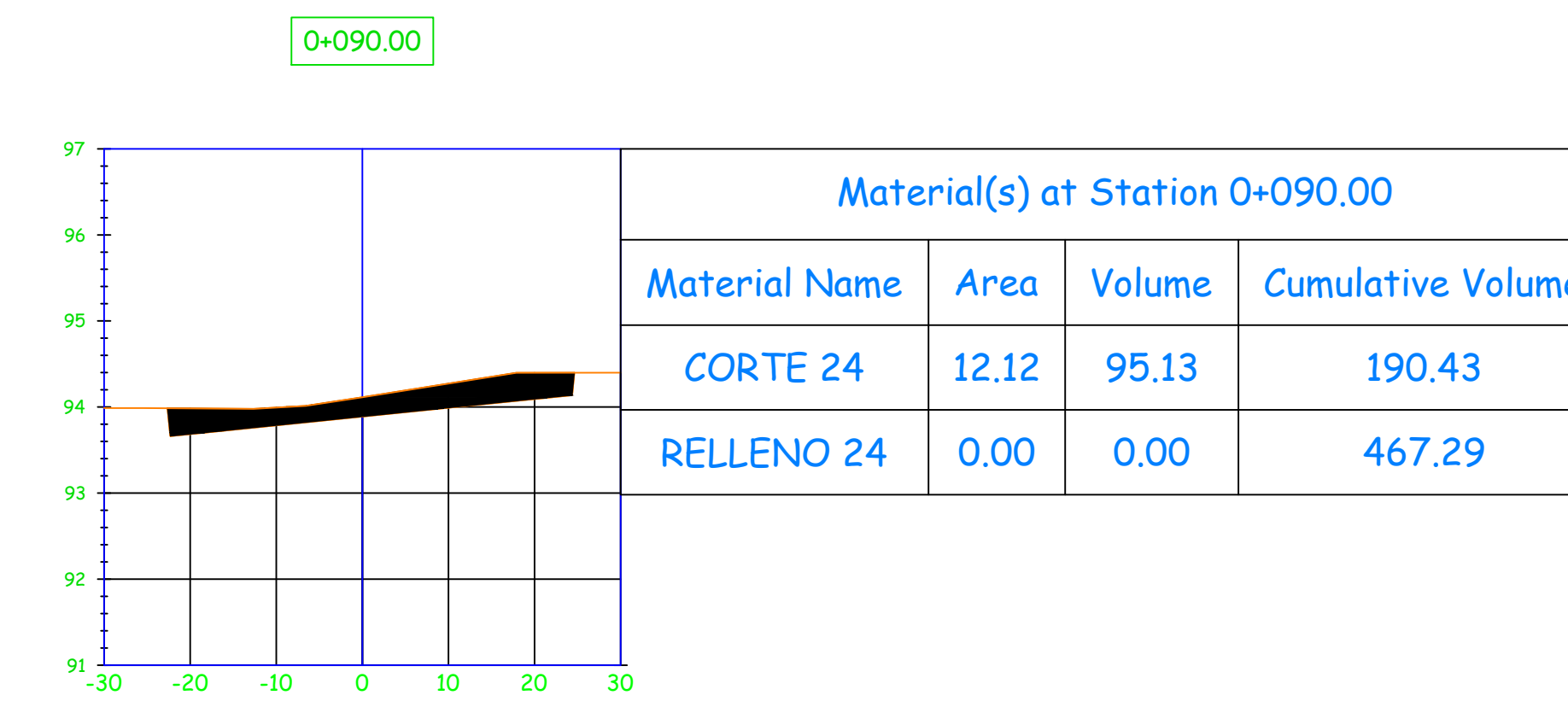
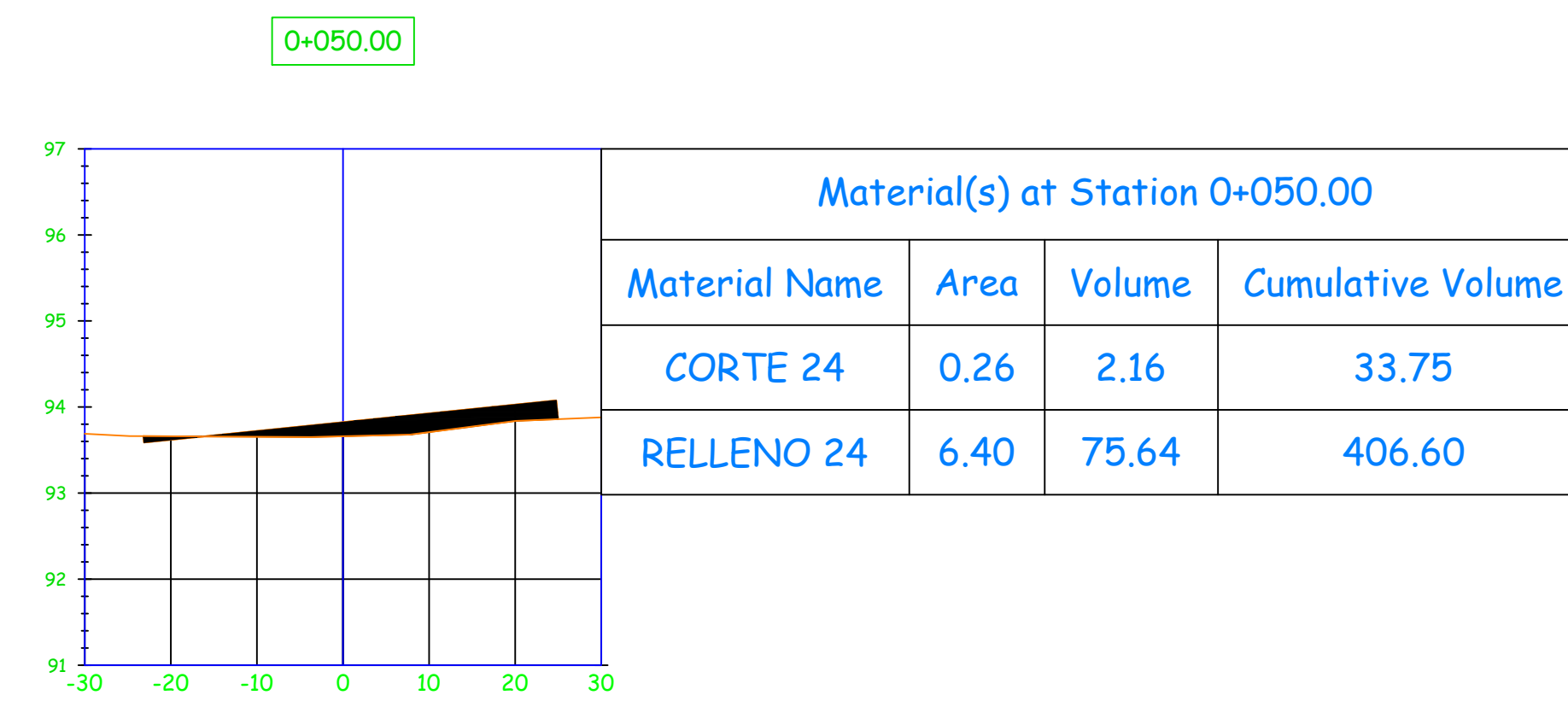
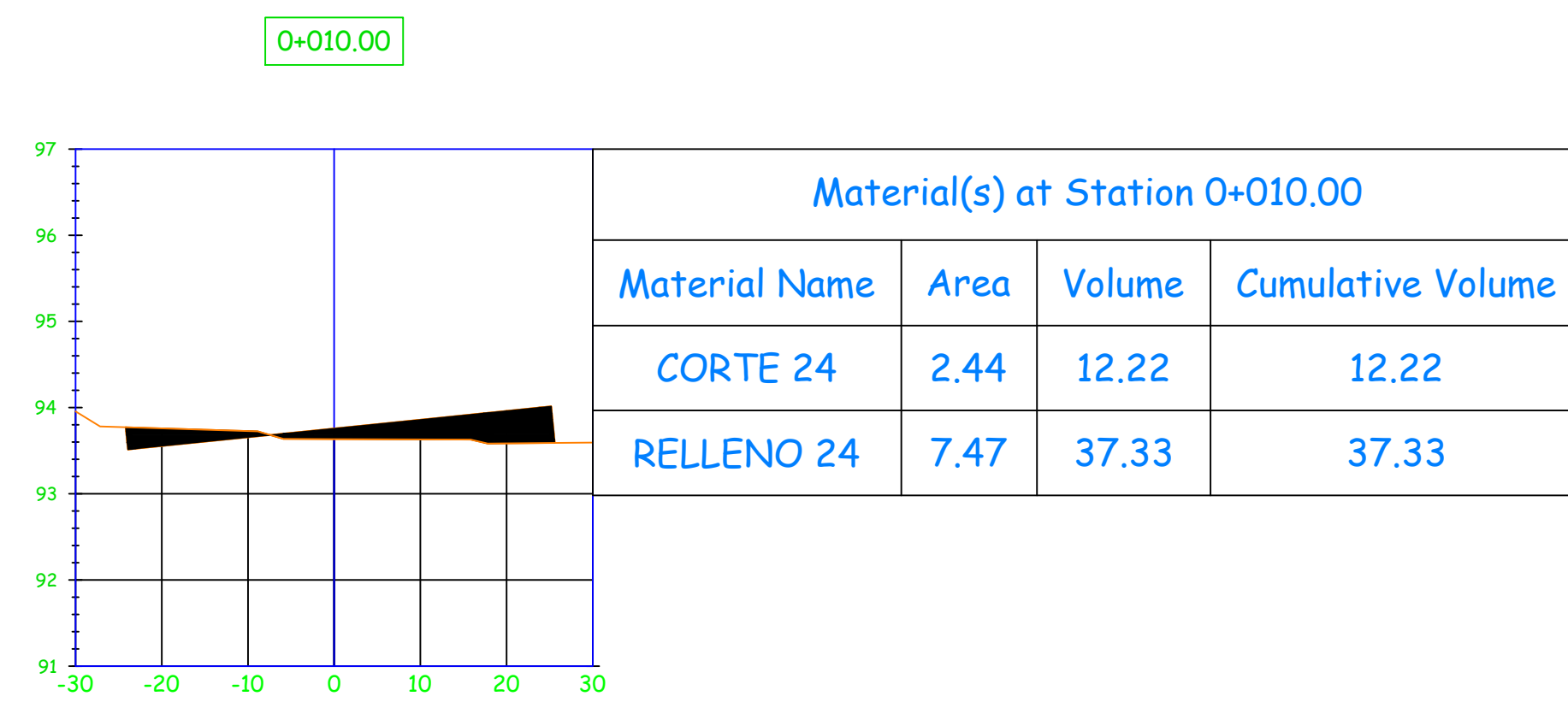
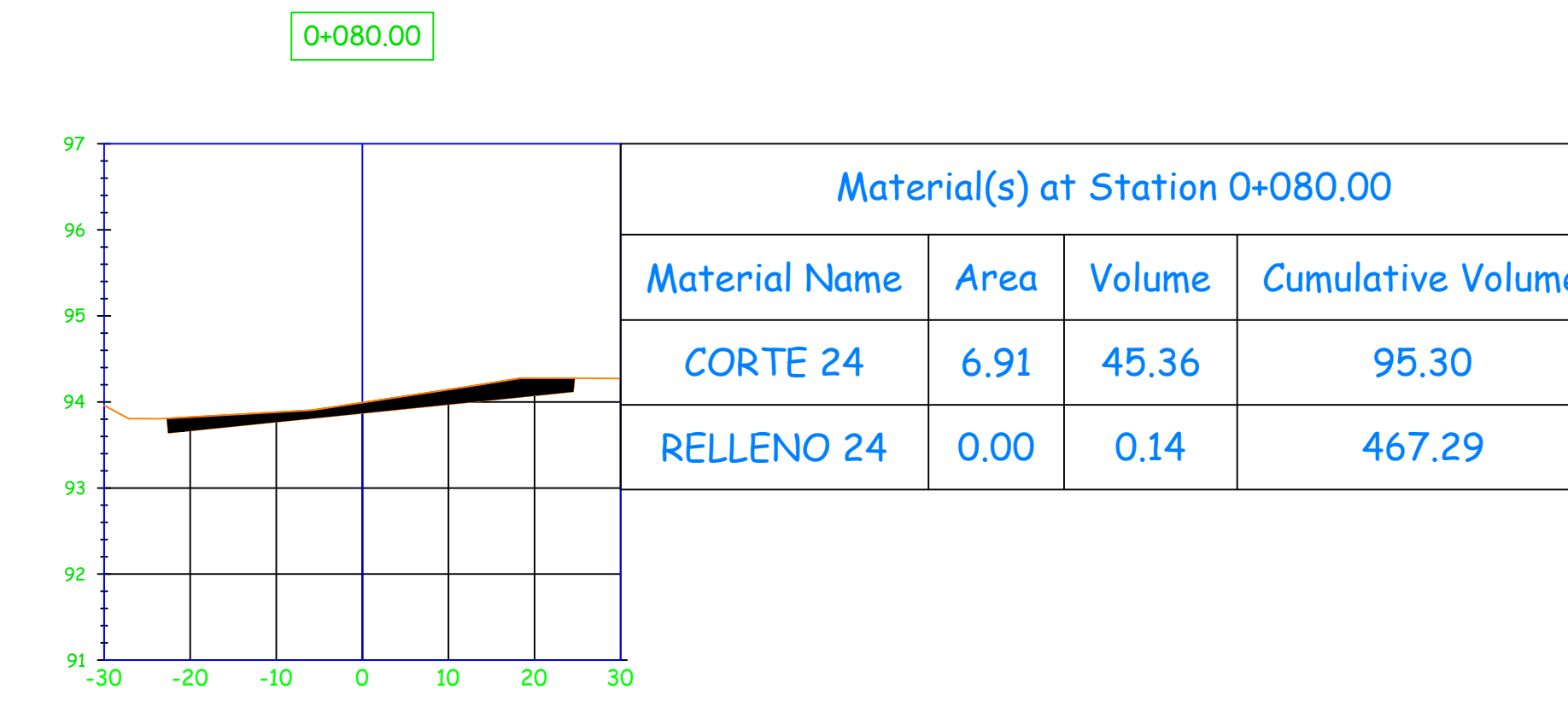
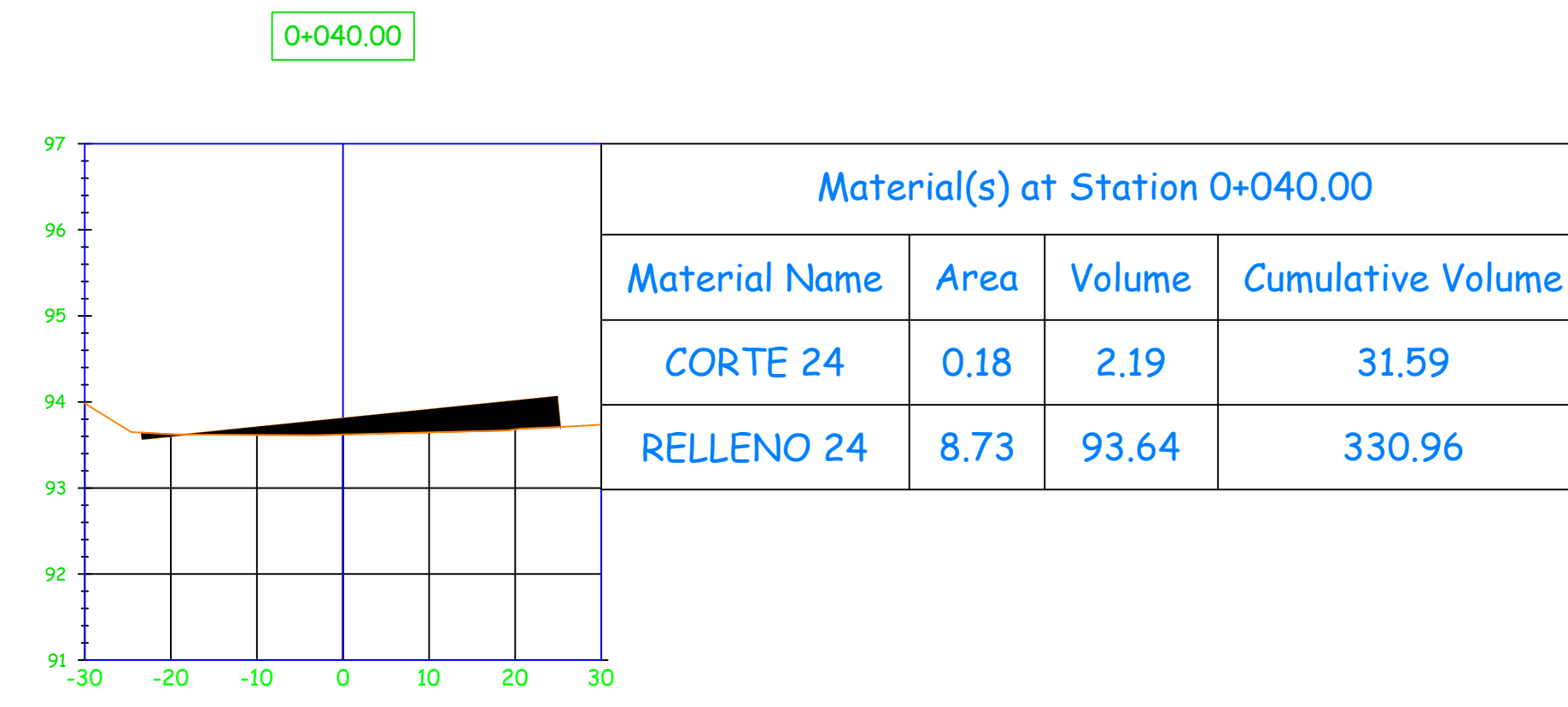
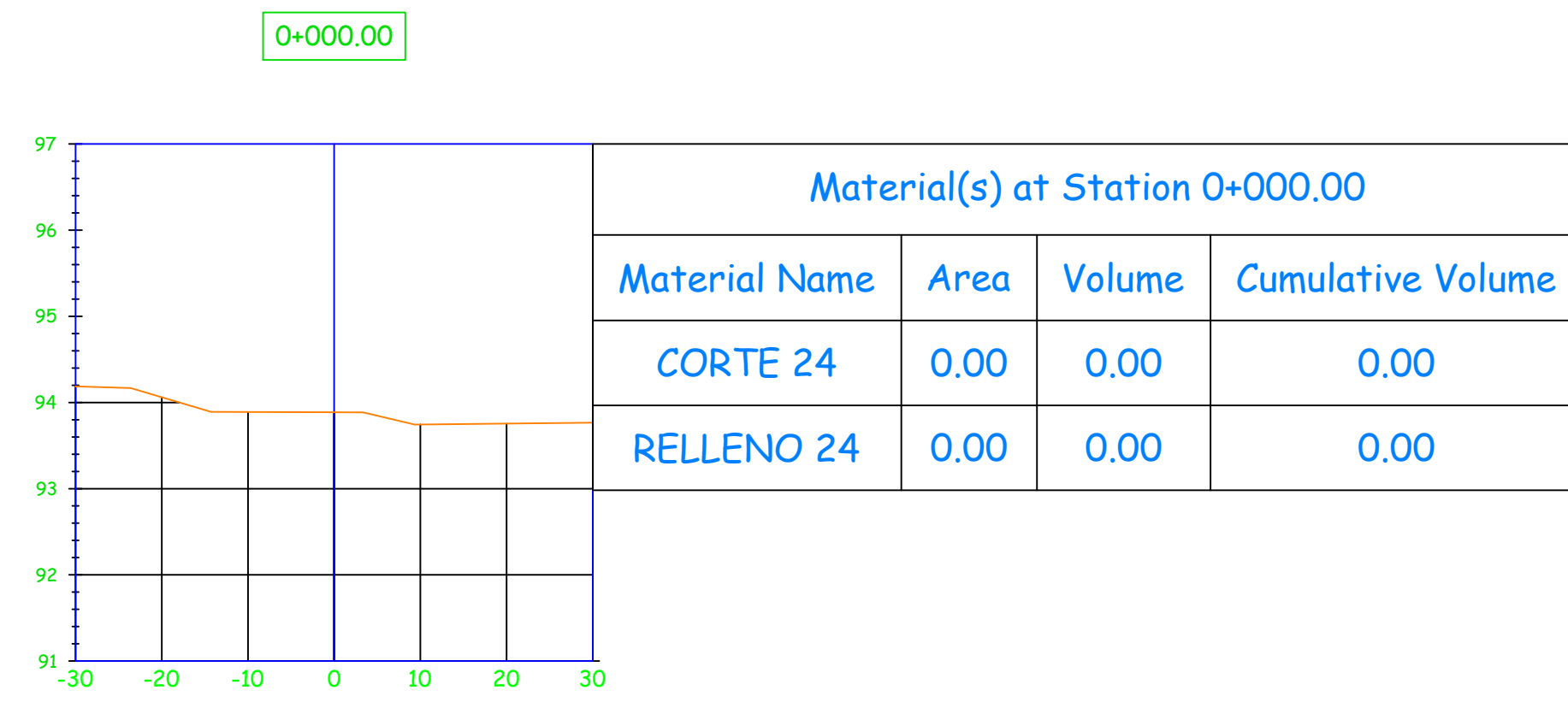
Material(s) at Station 0+073.38			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 22	0.00	10.55	218.38
RELLENO 22	0.00	0.74	204.53



# TERRAZA VALVULA 23

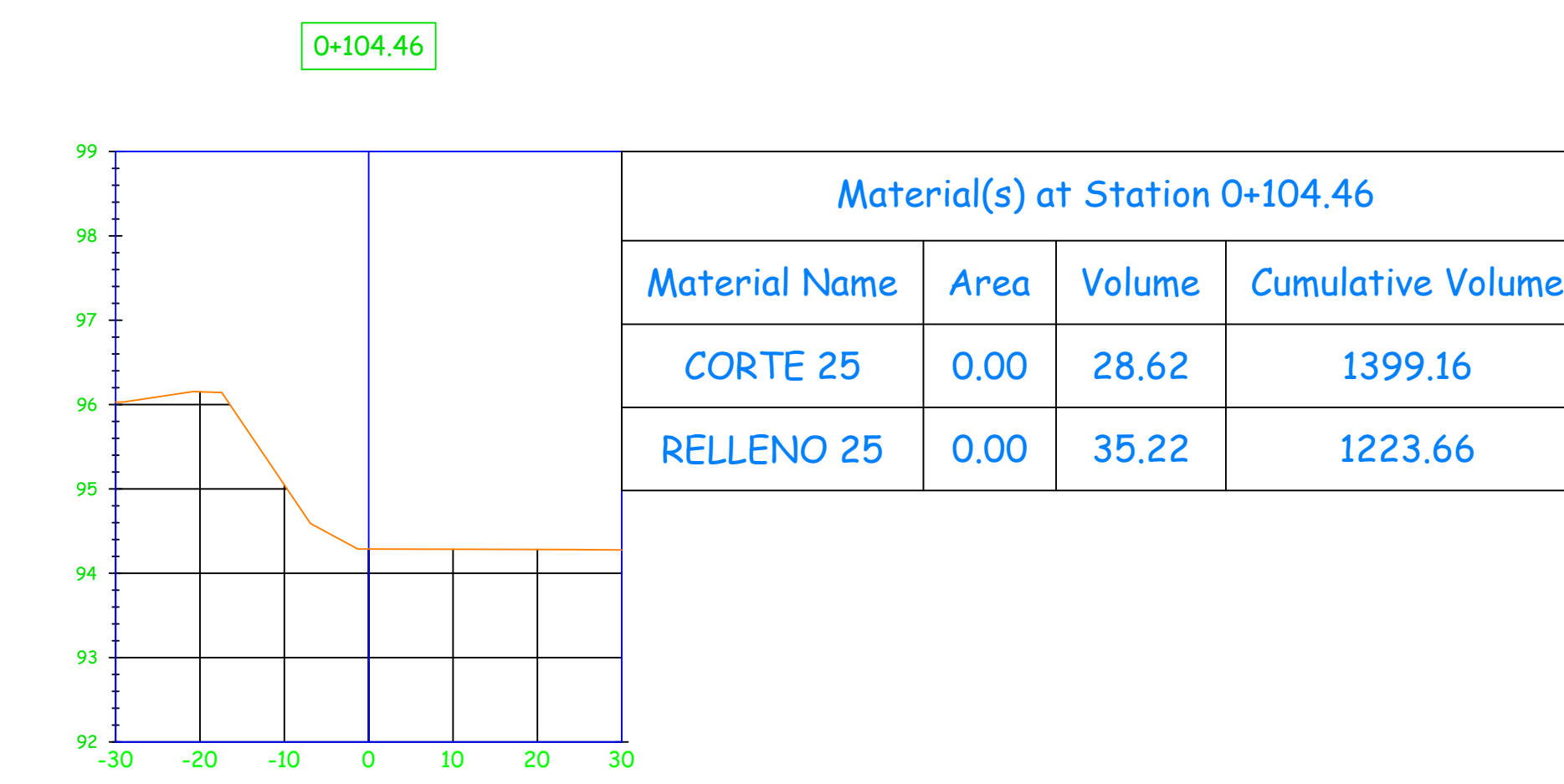
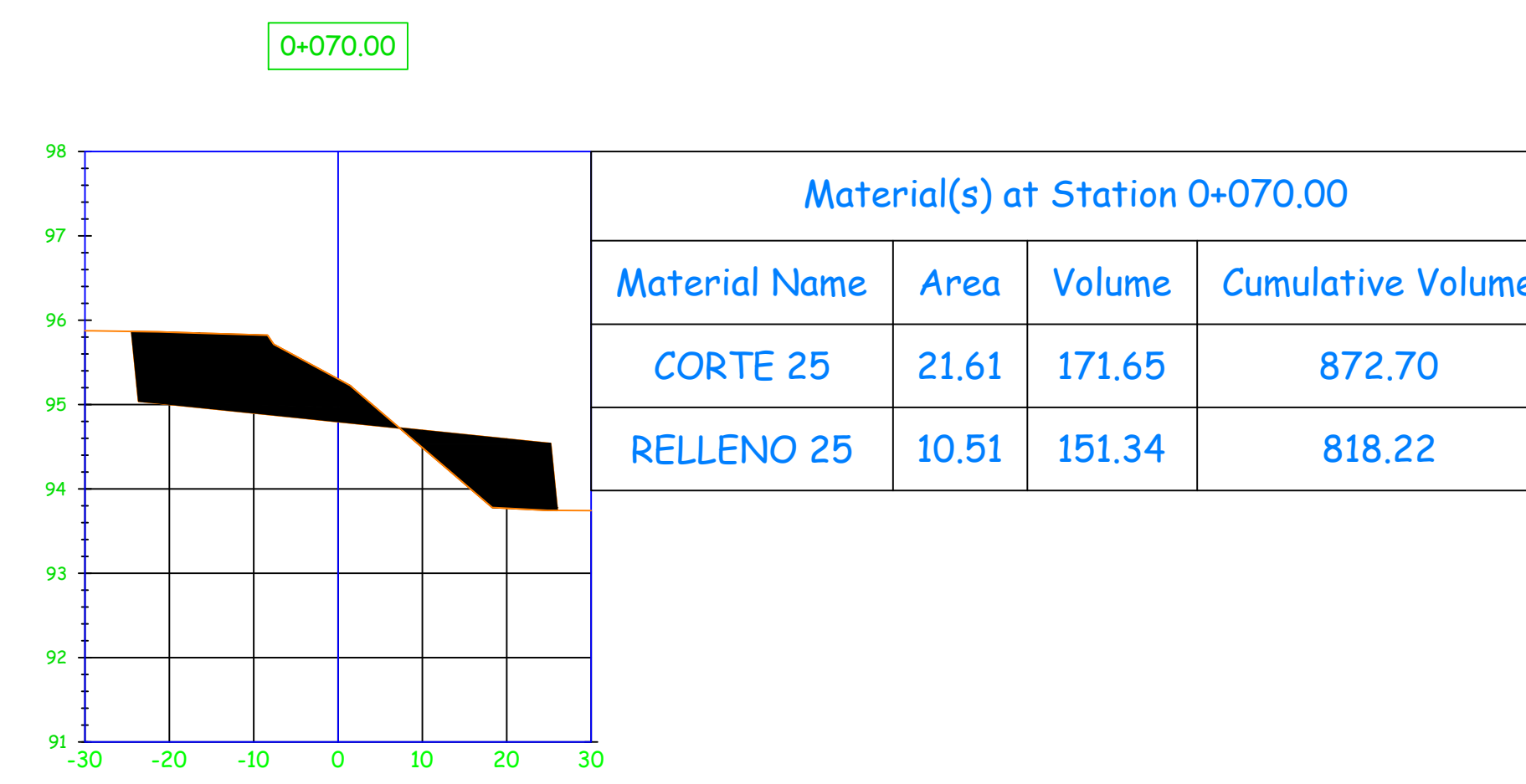
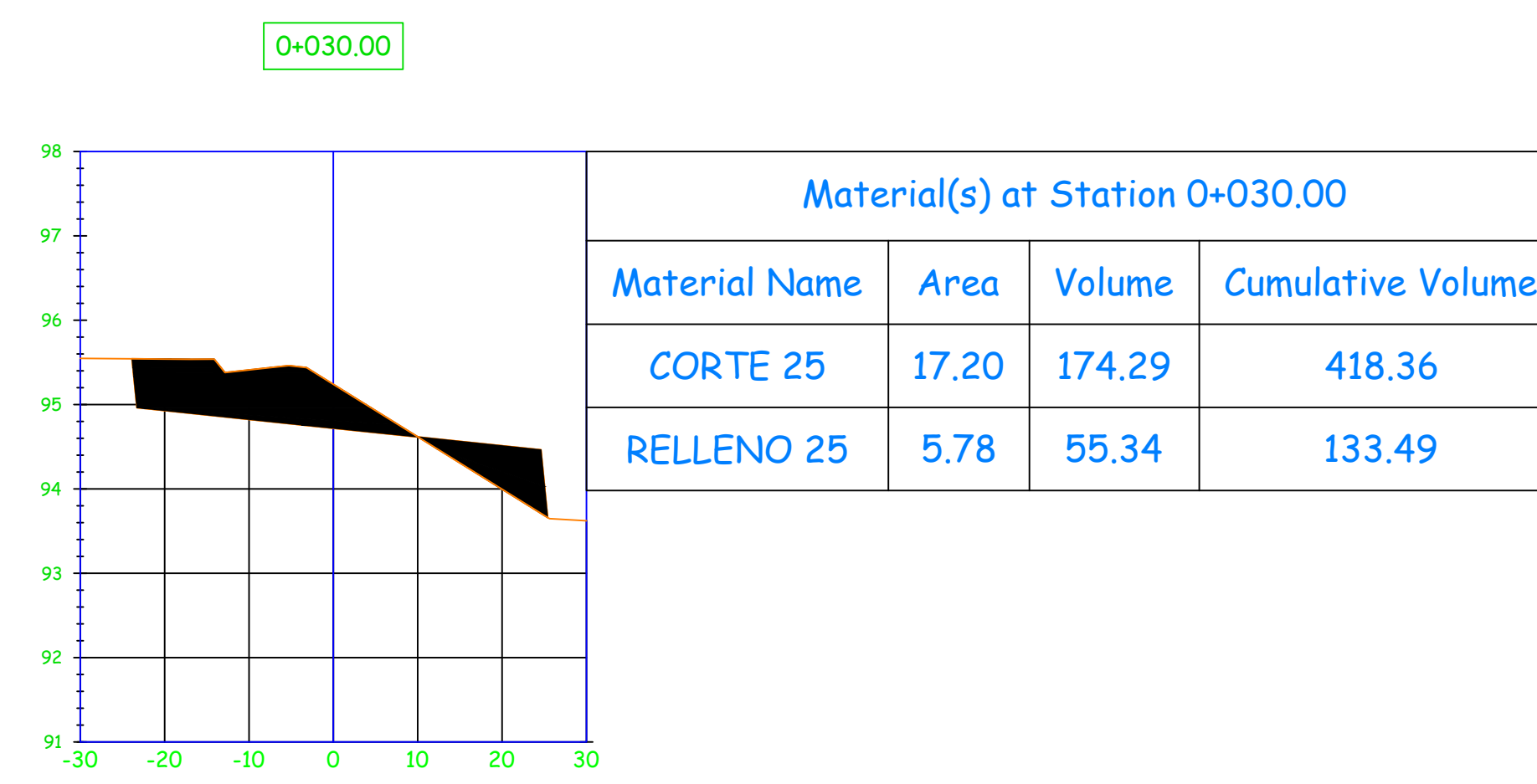
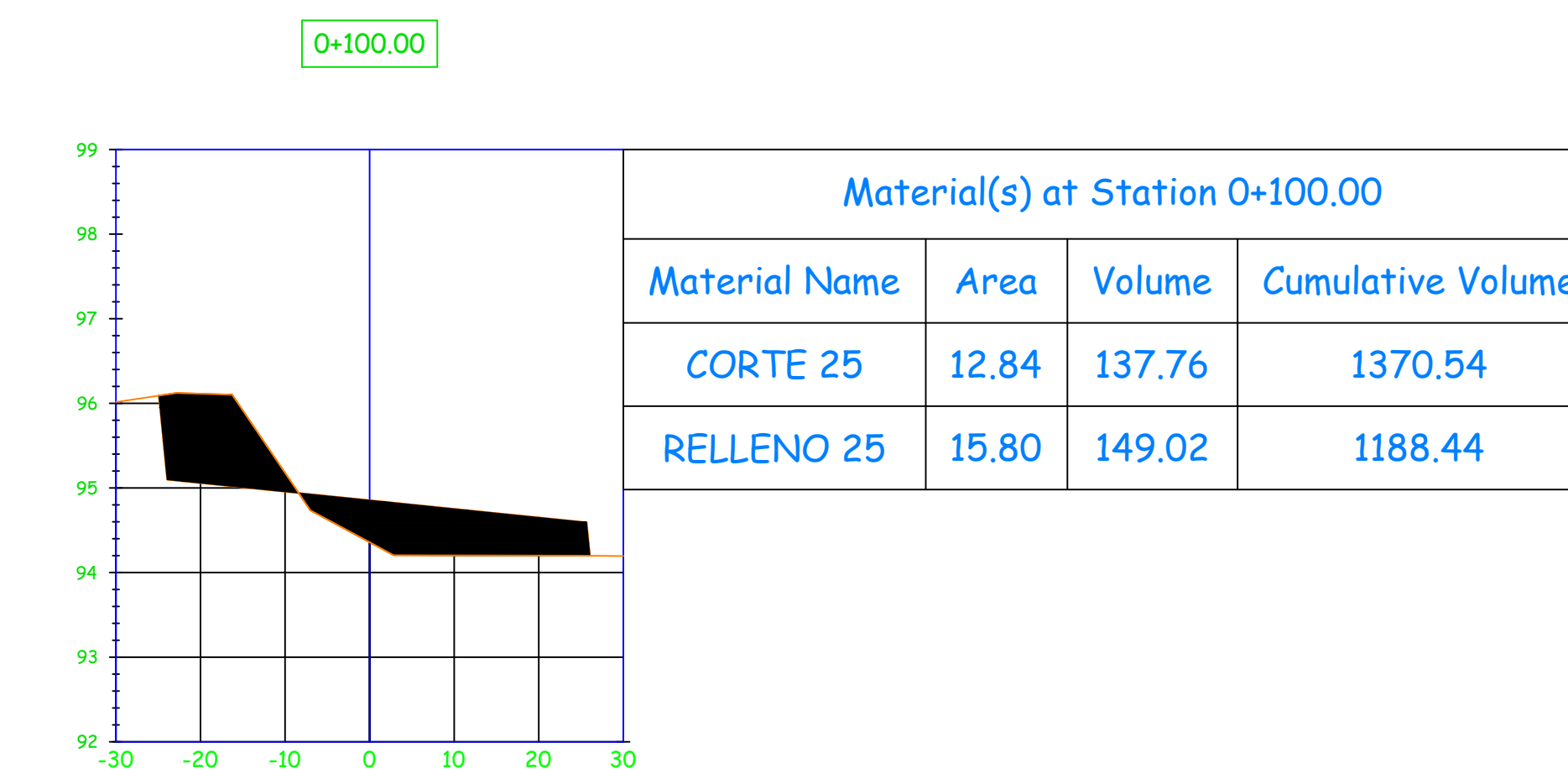
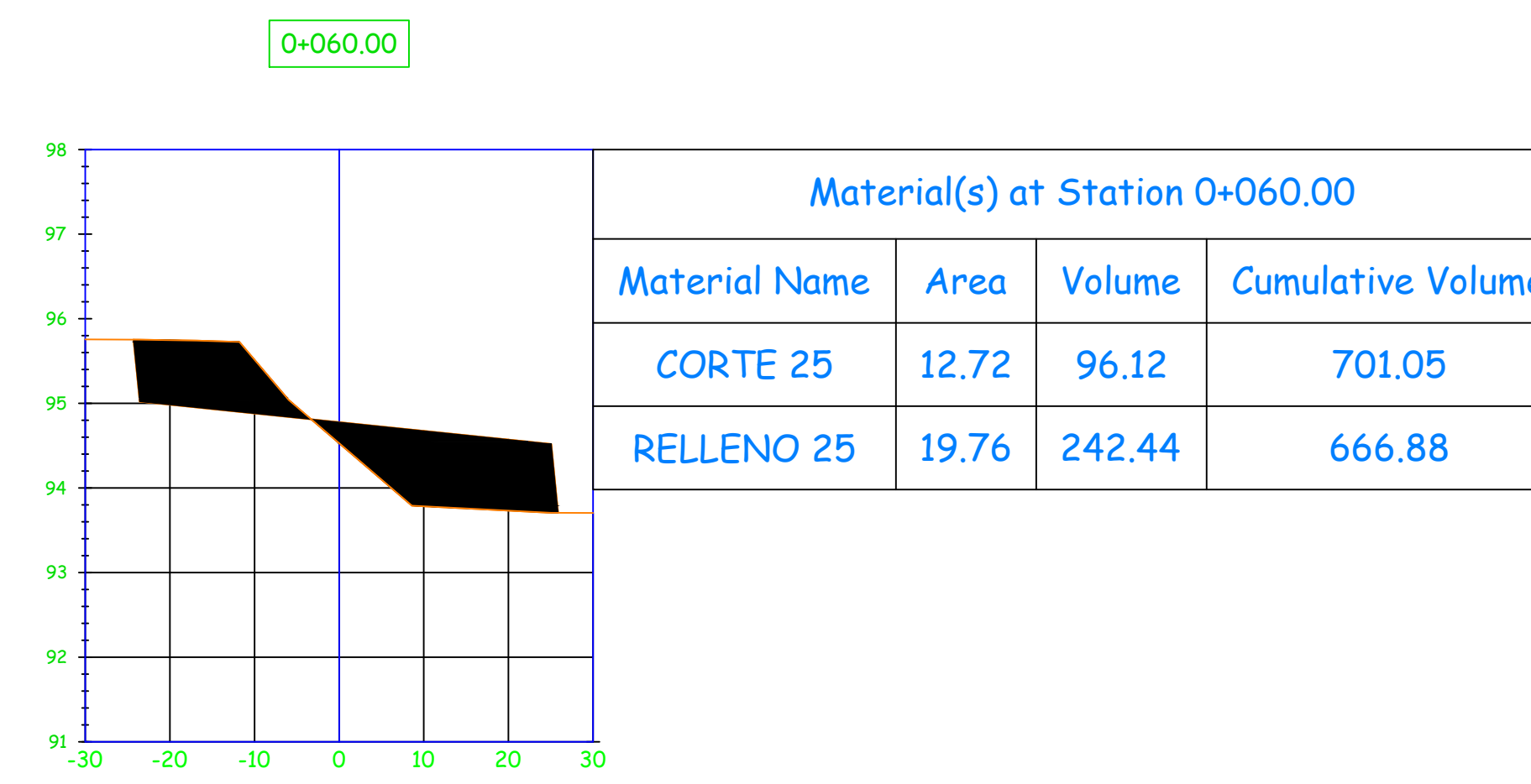
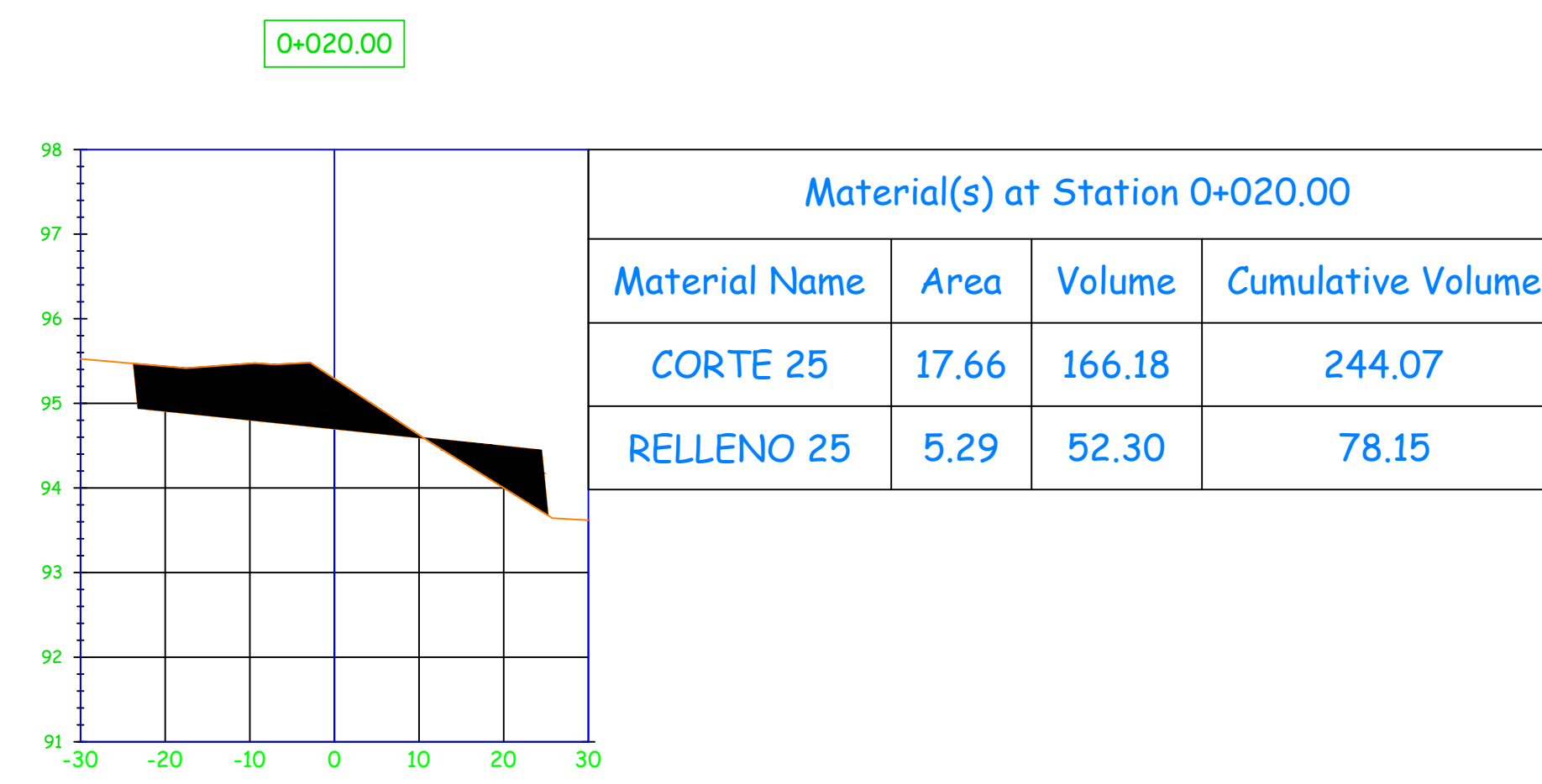
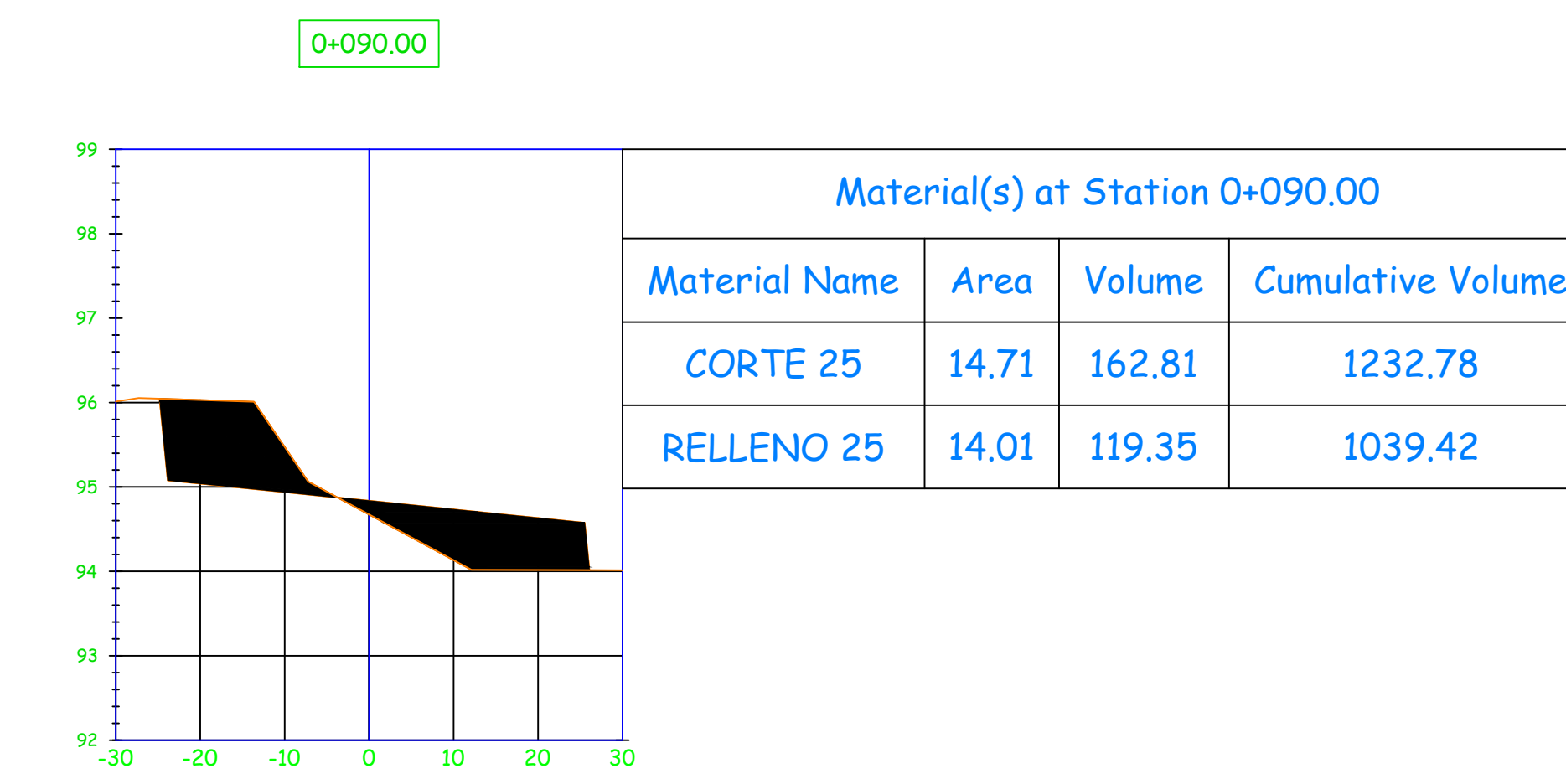
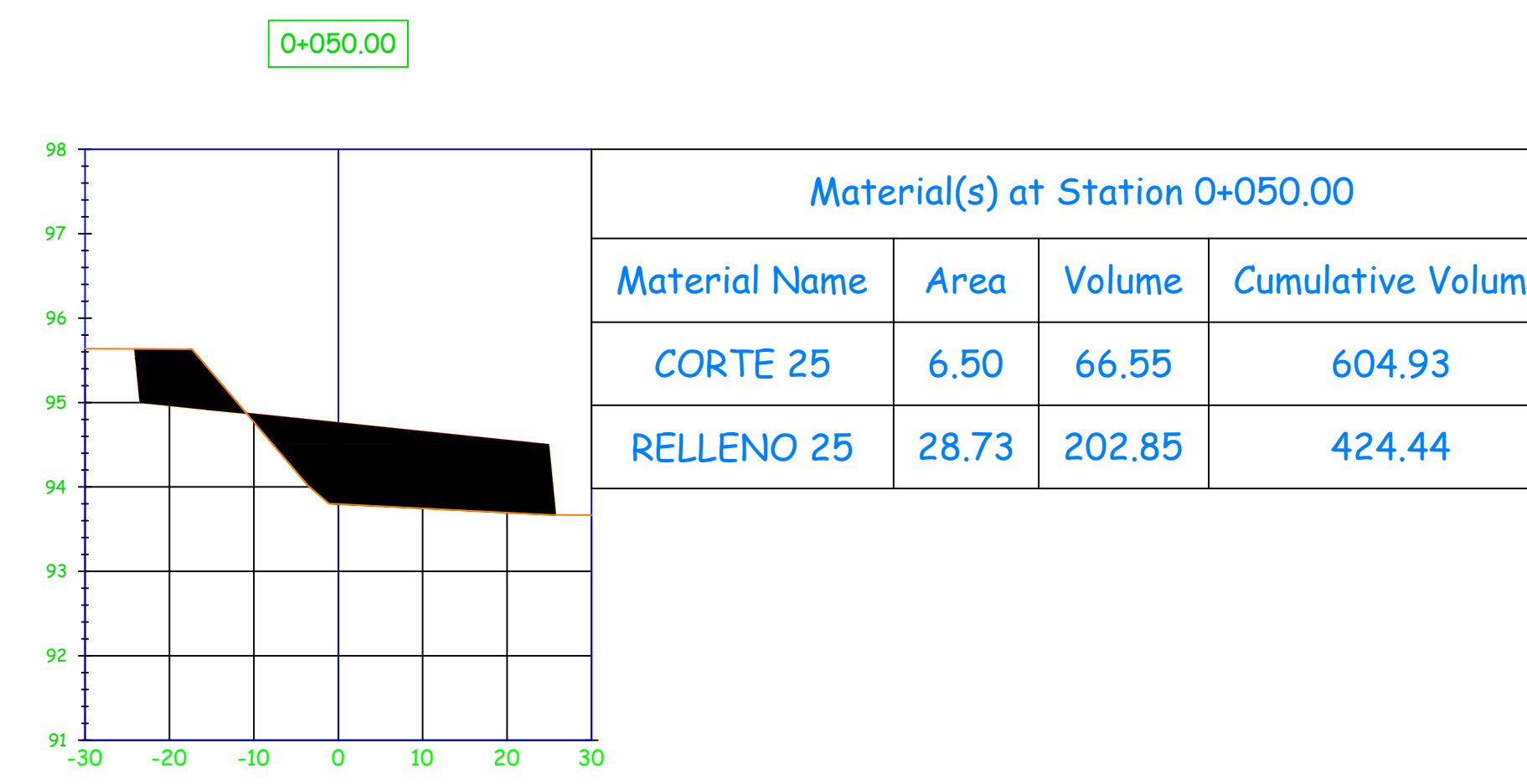
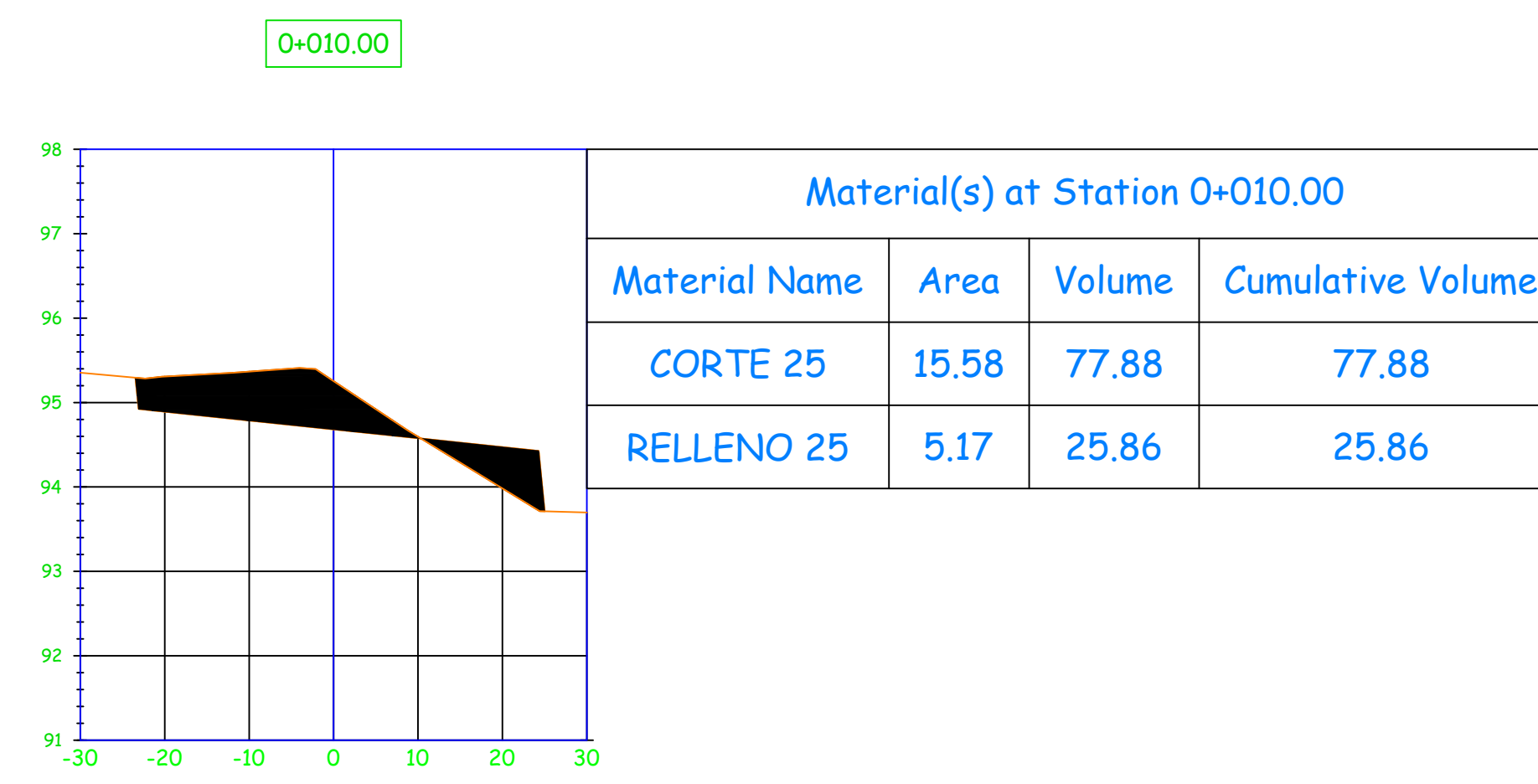
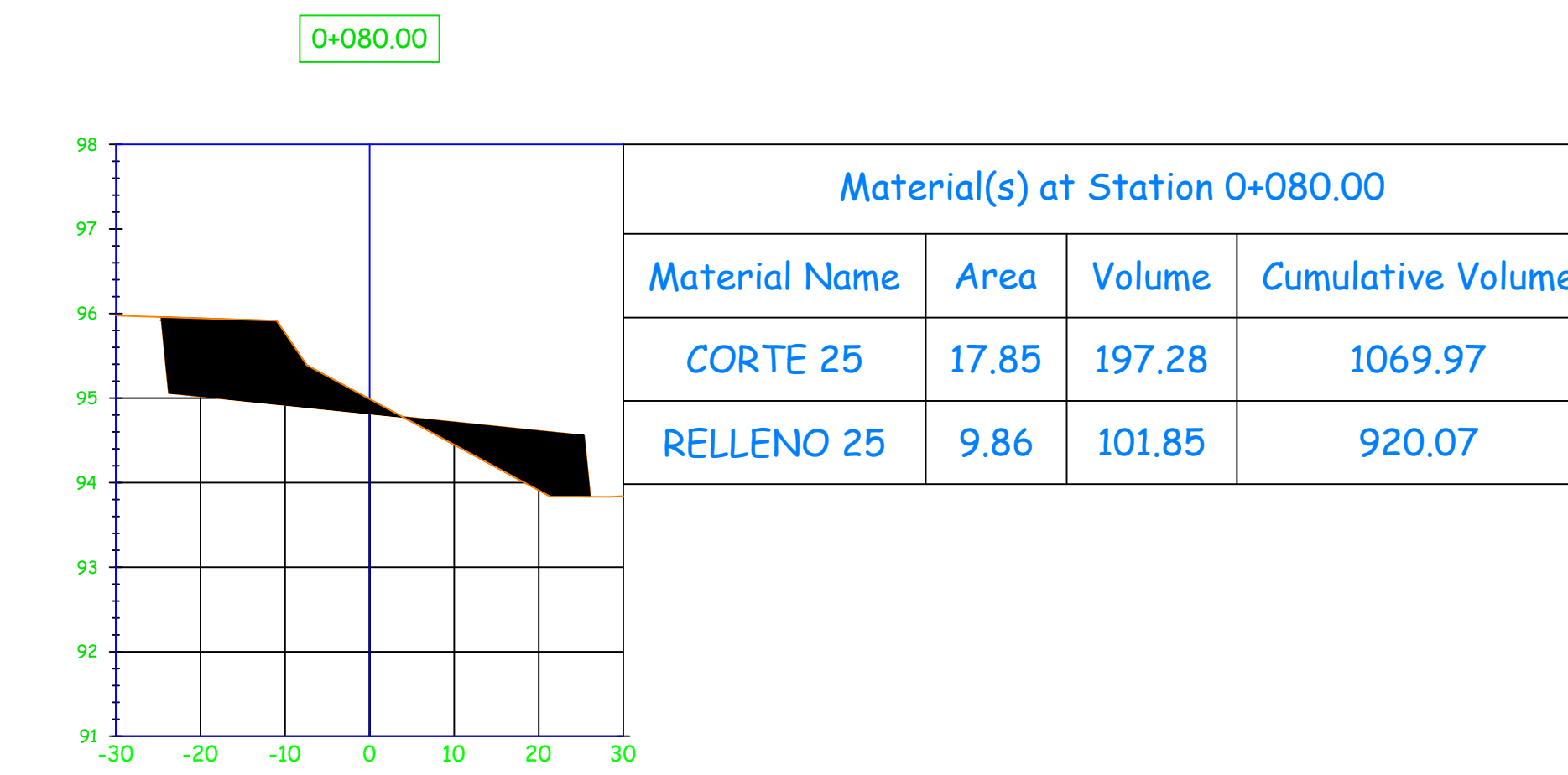
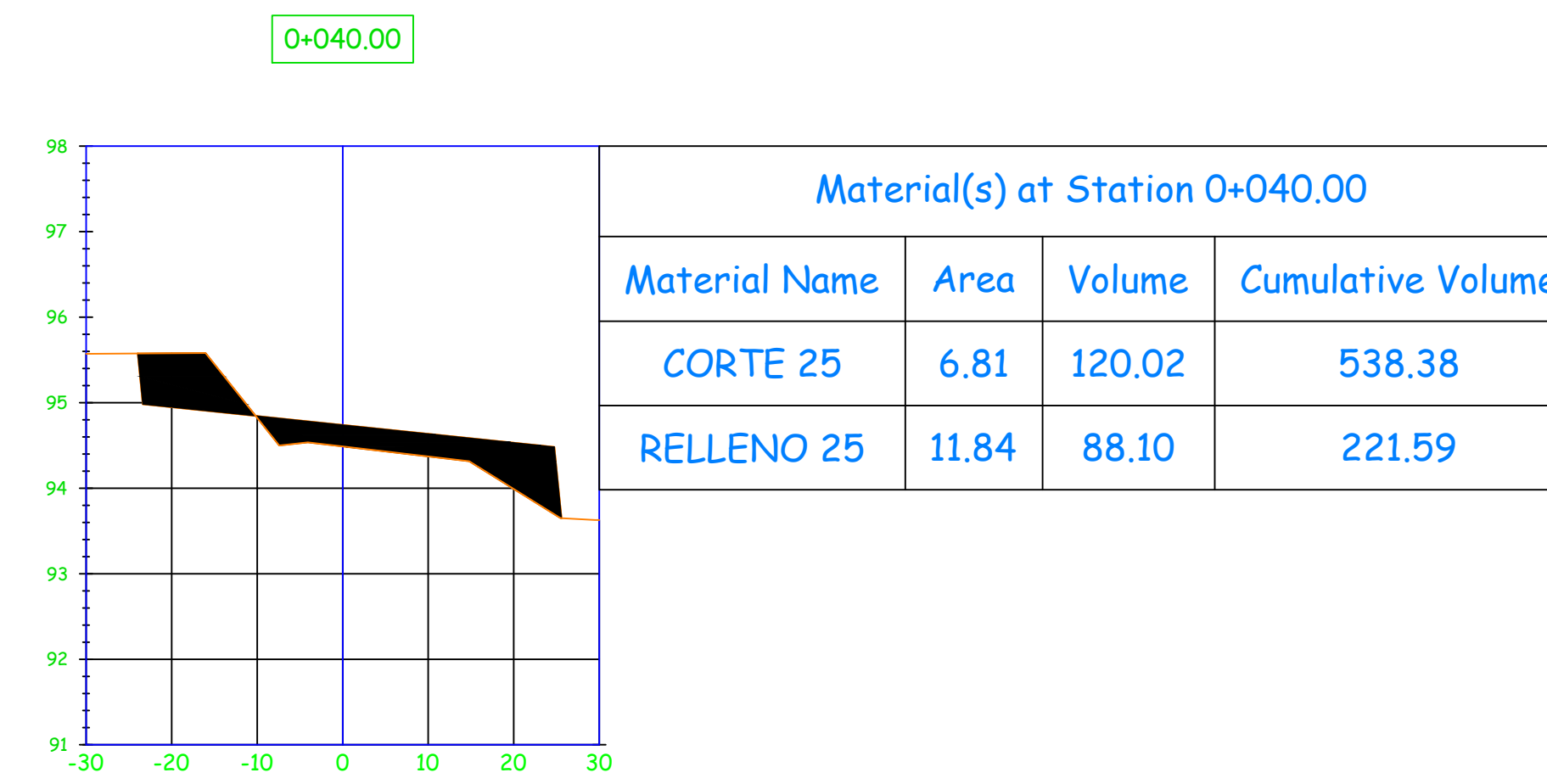
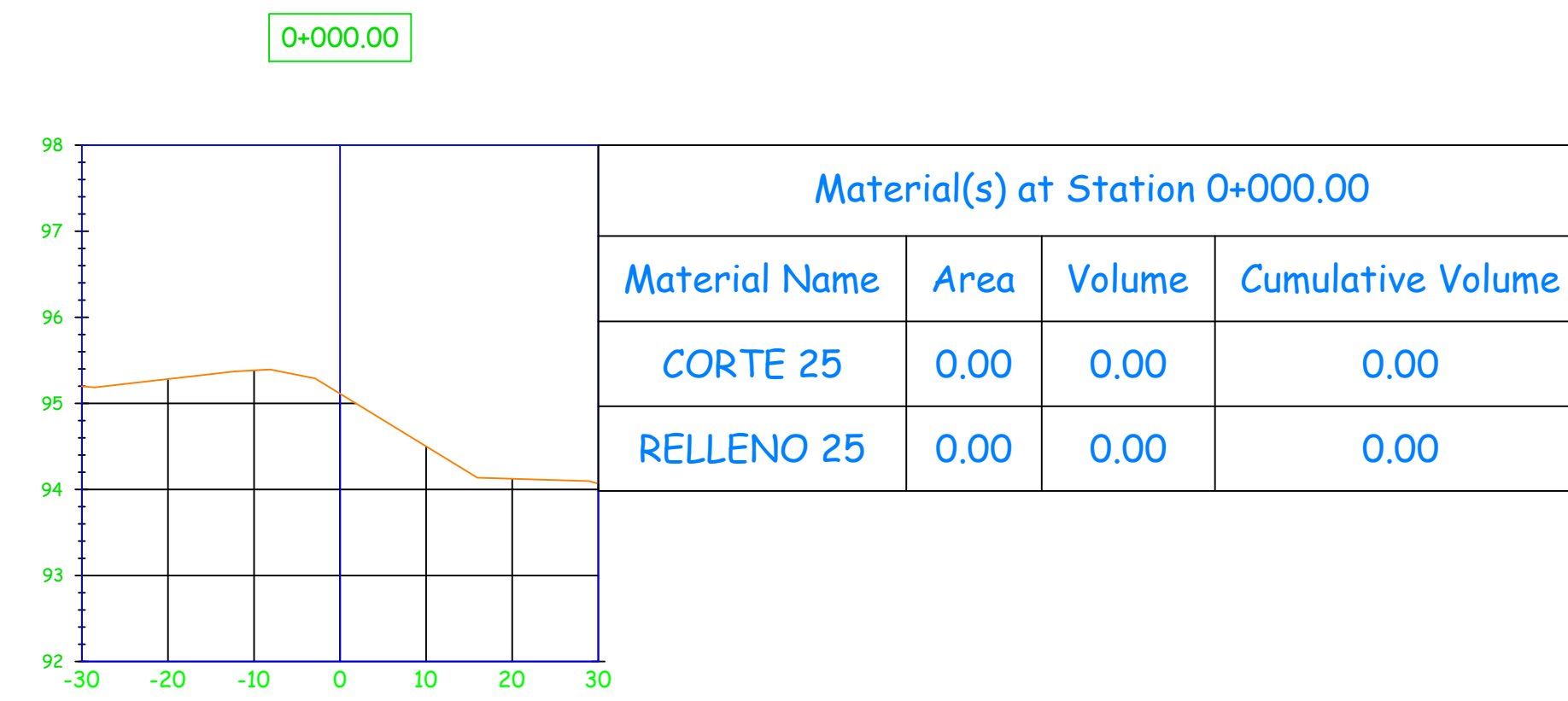


# TERRAZA VALVULA 24

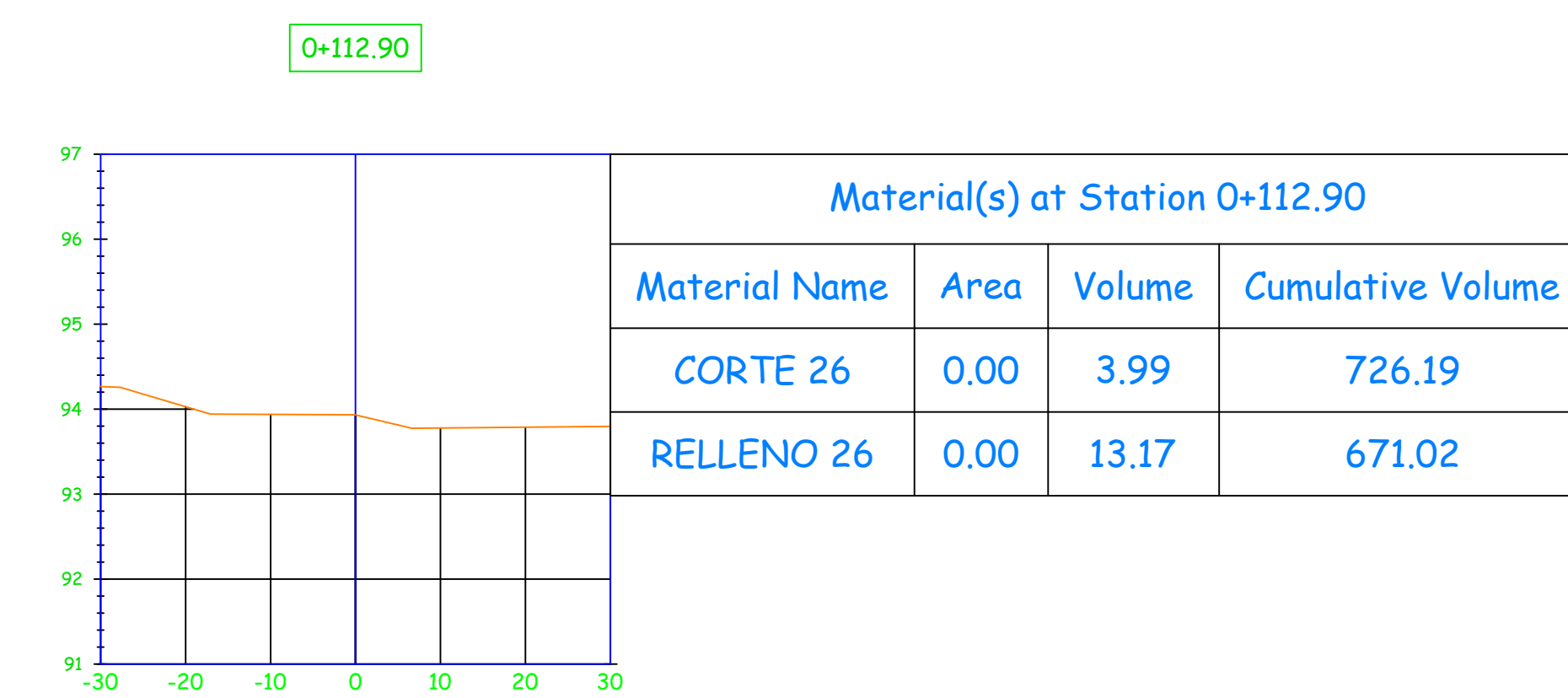
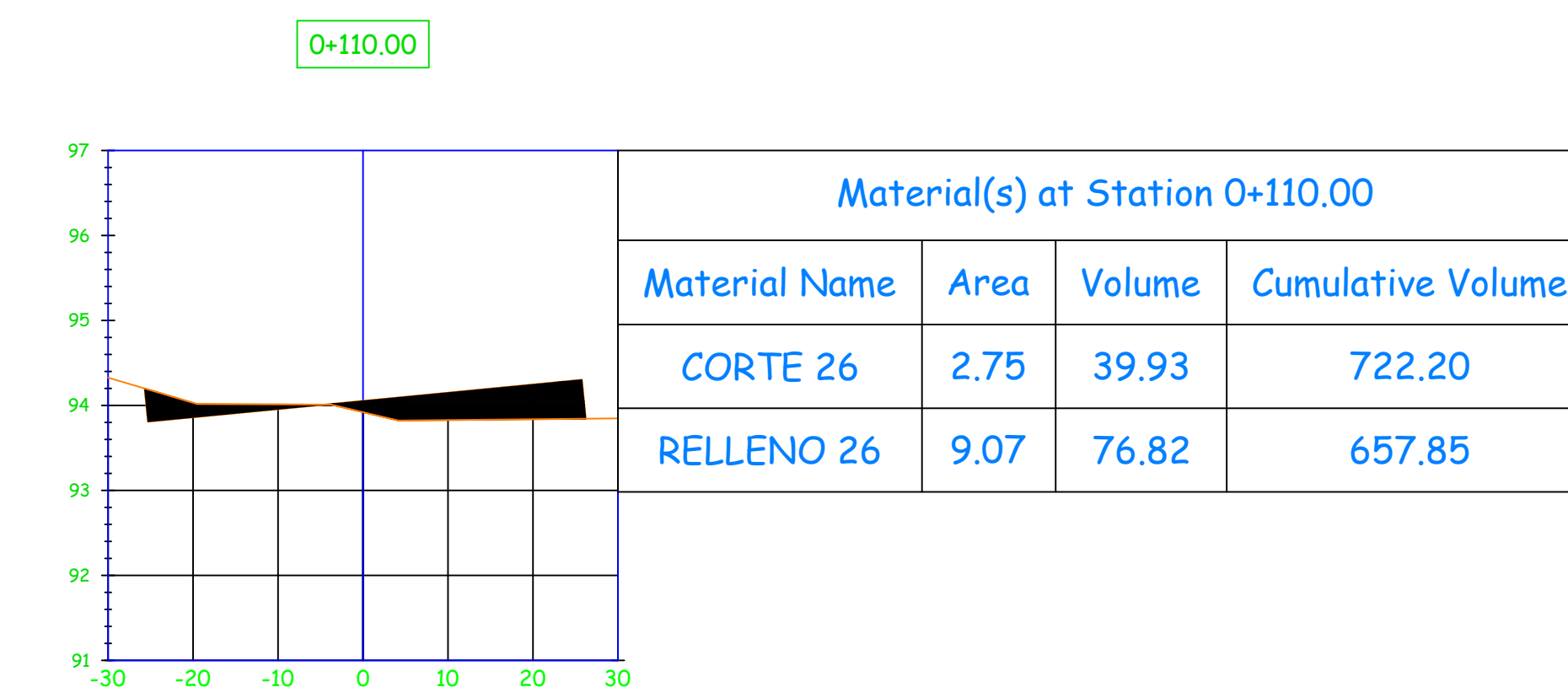
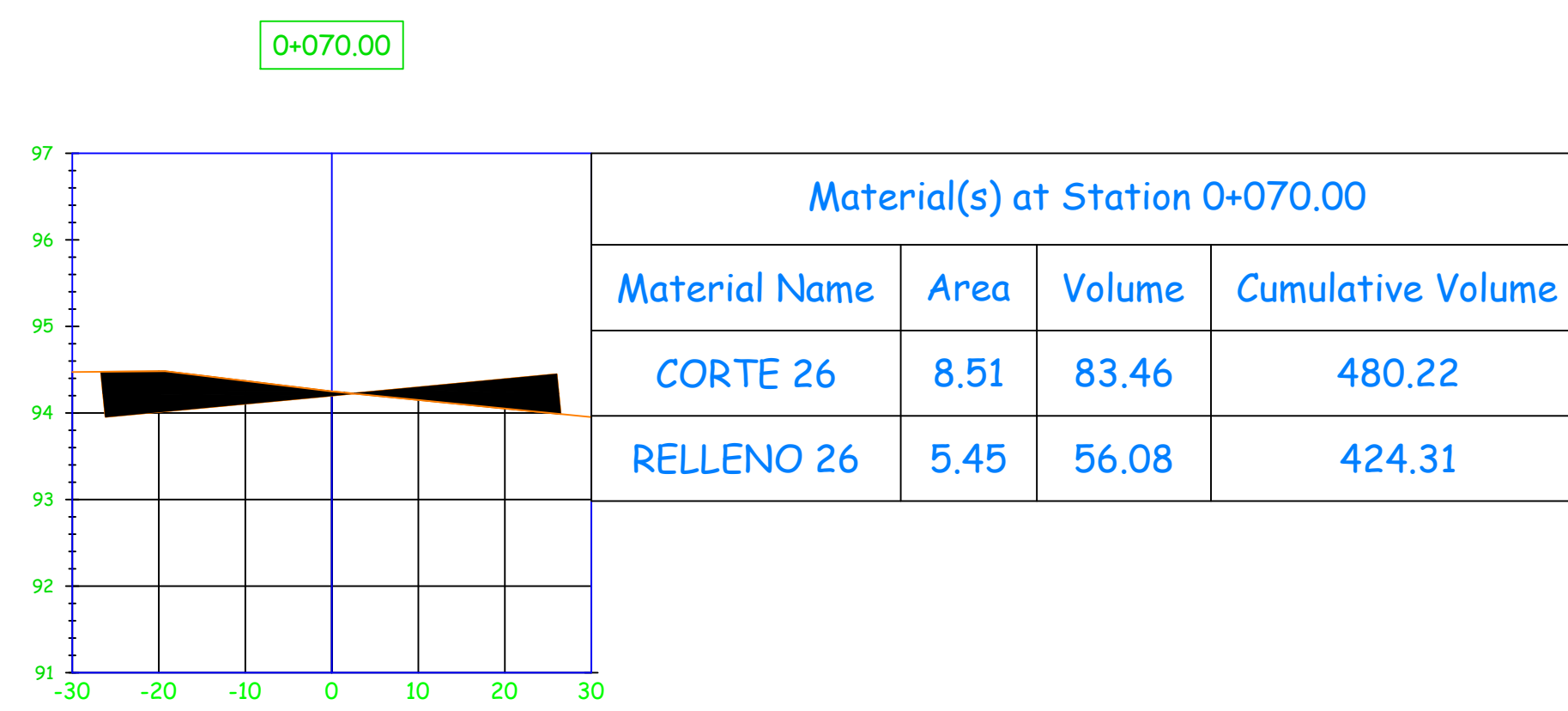
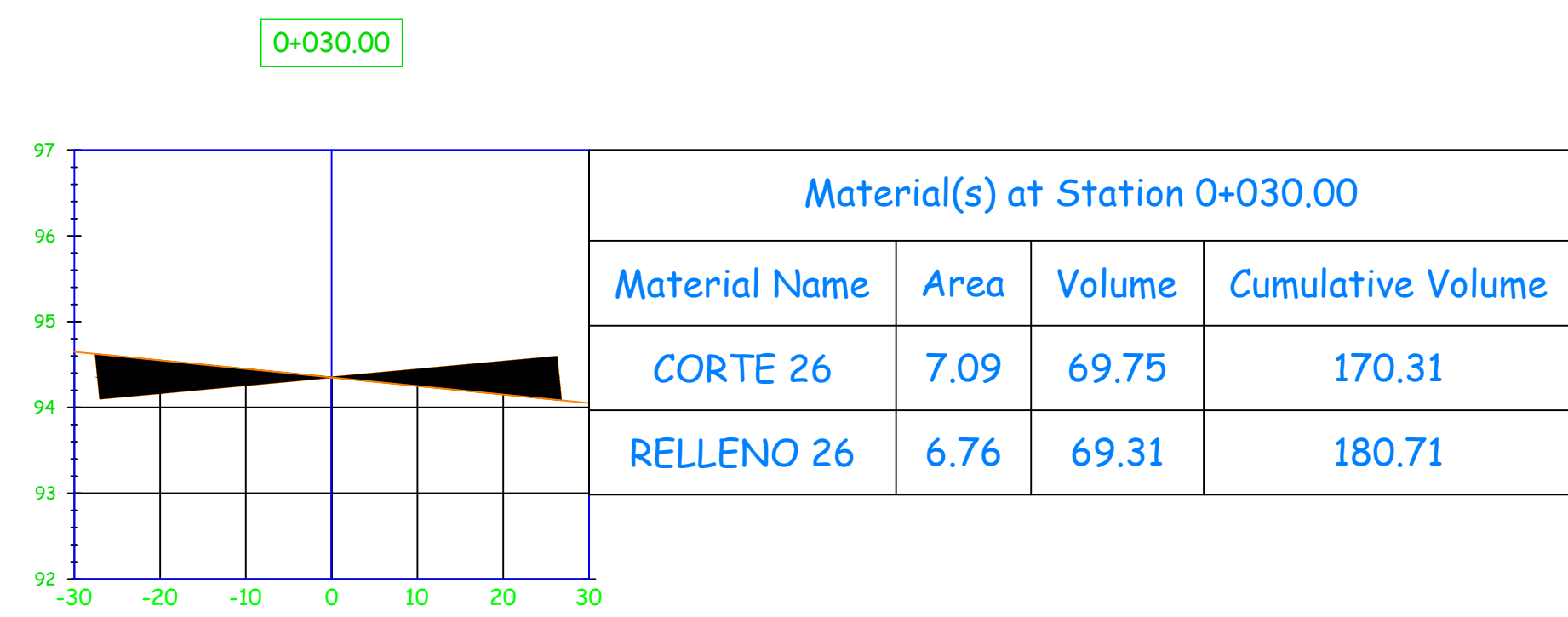
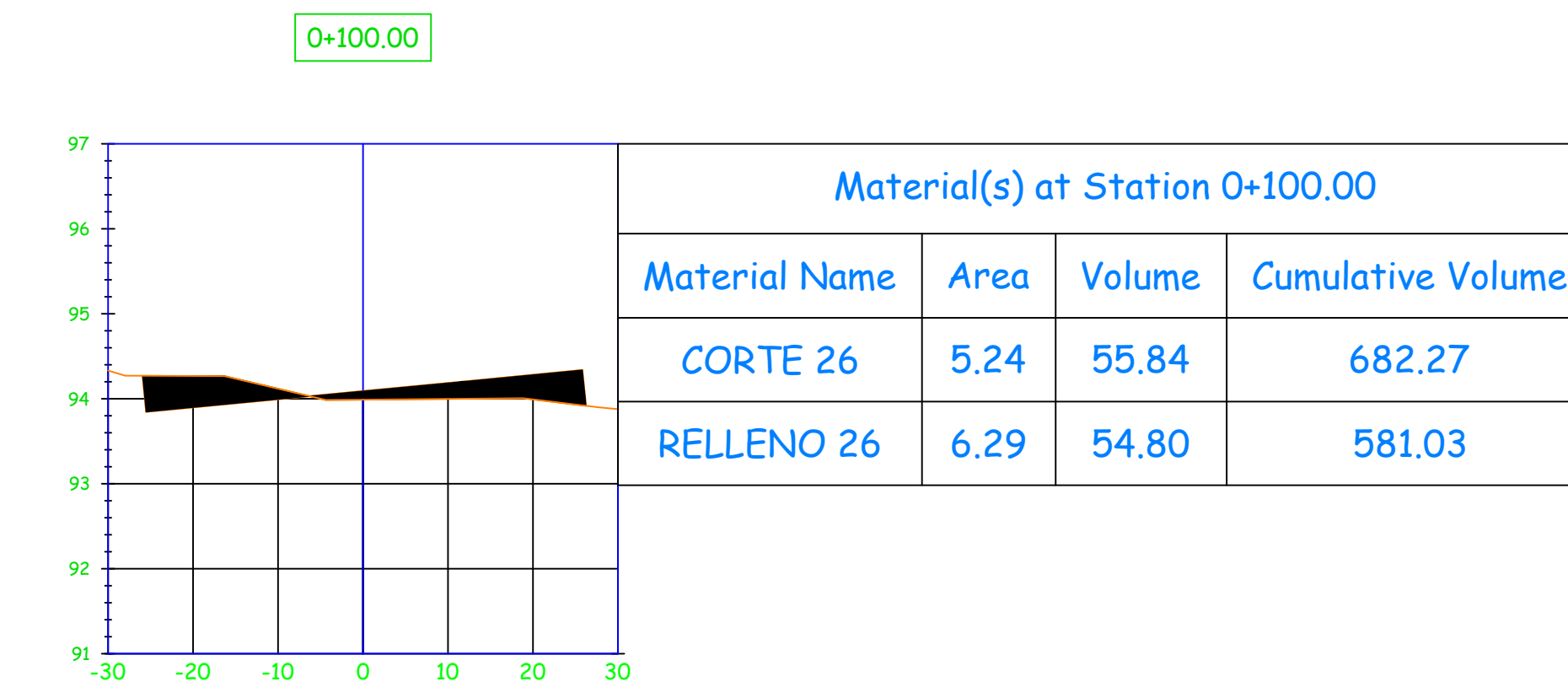
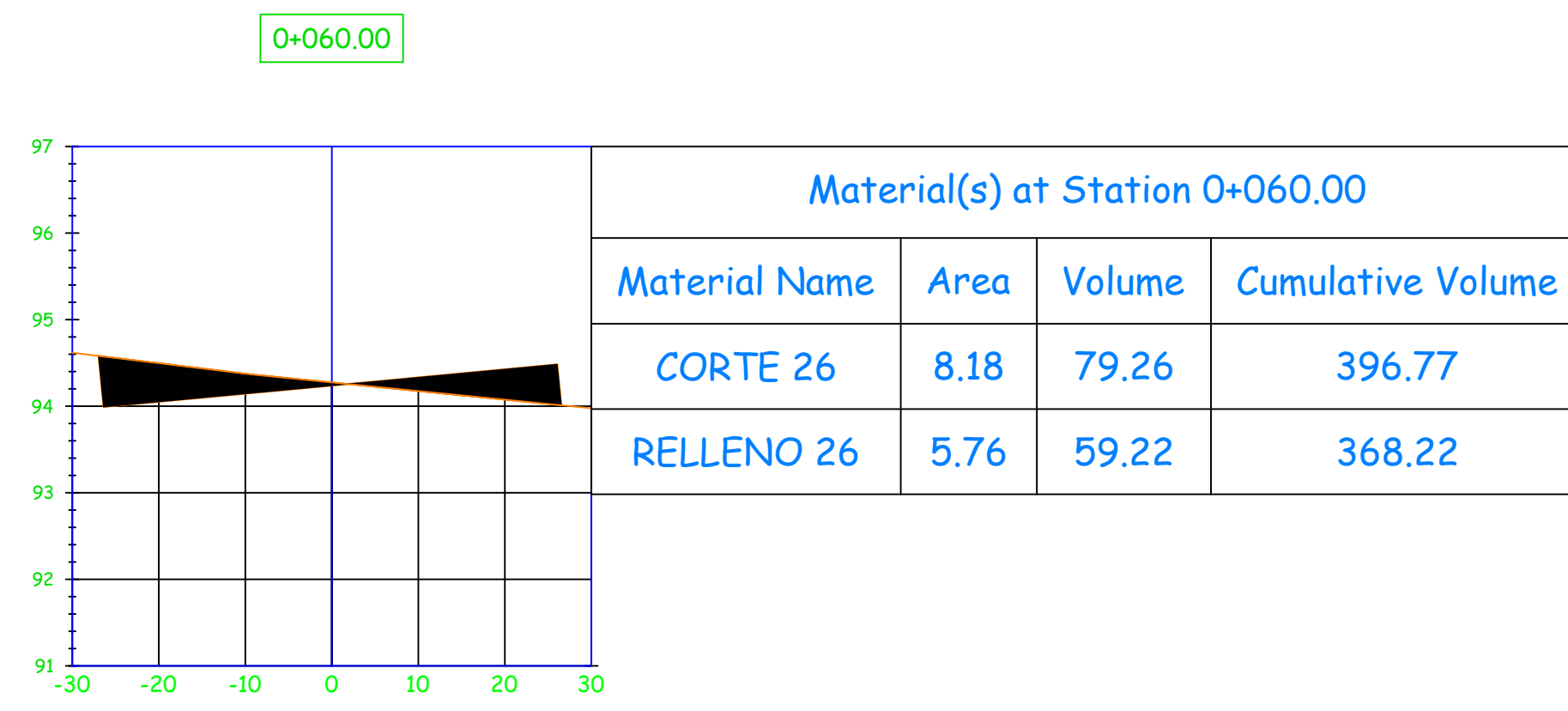
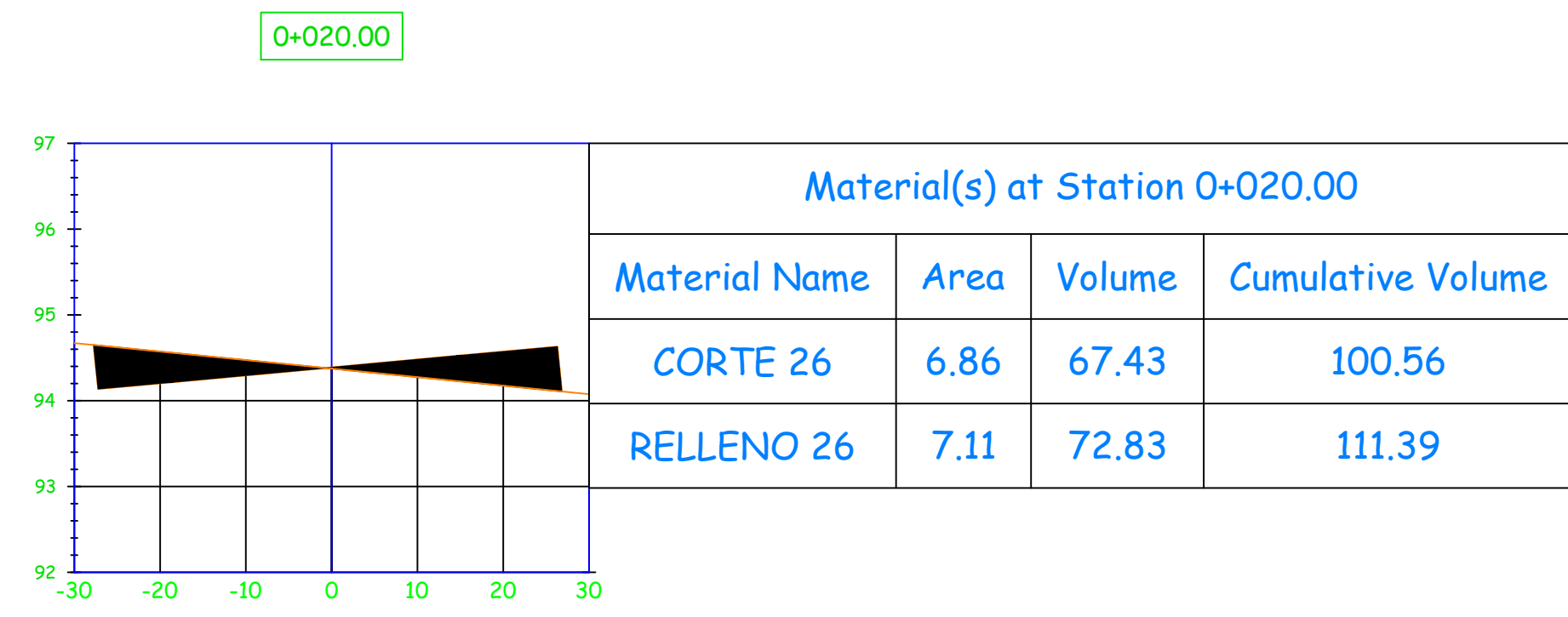
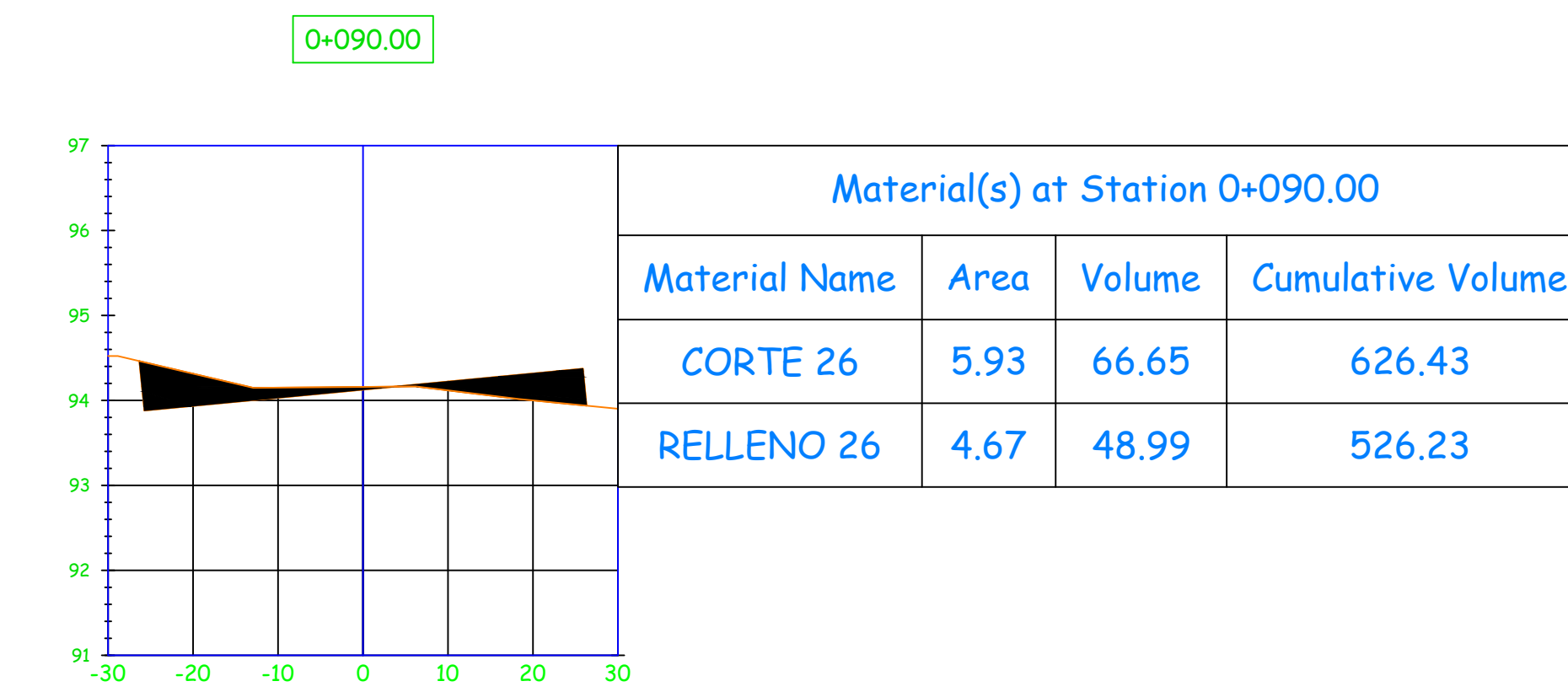
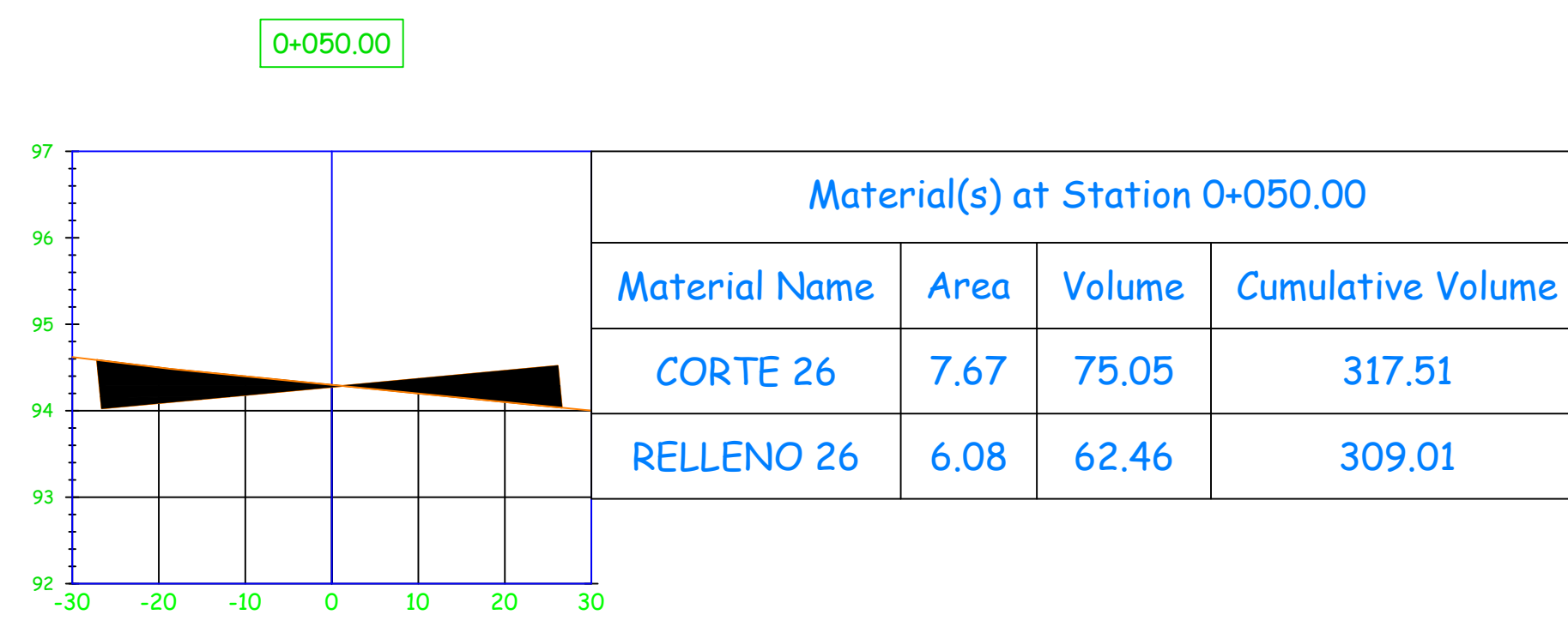
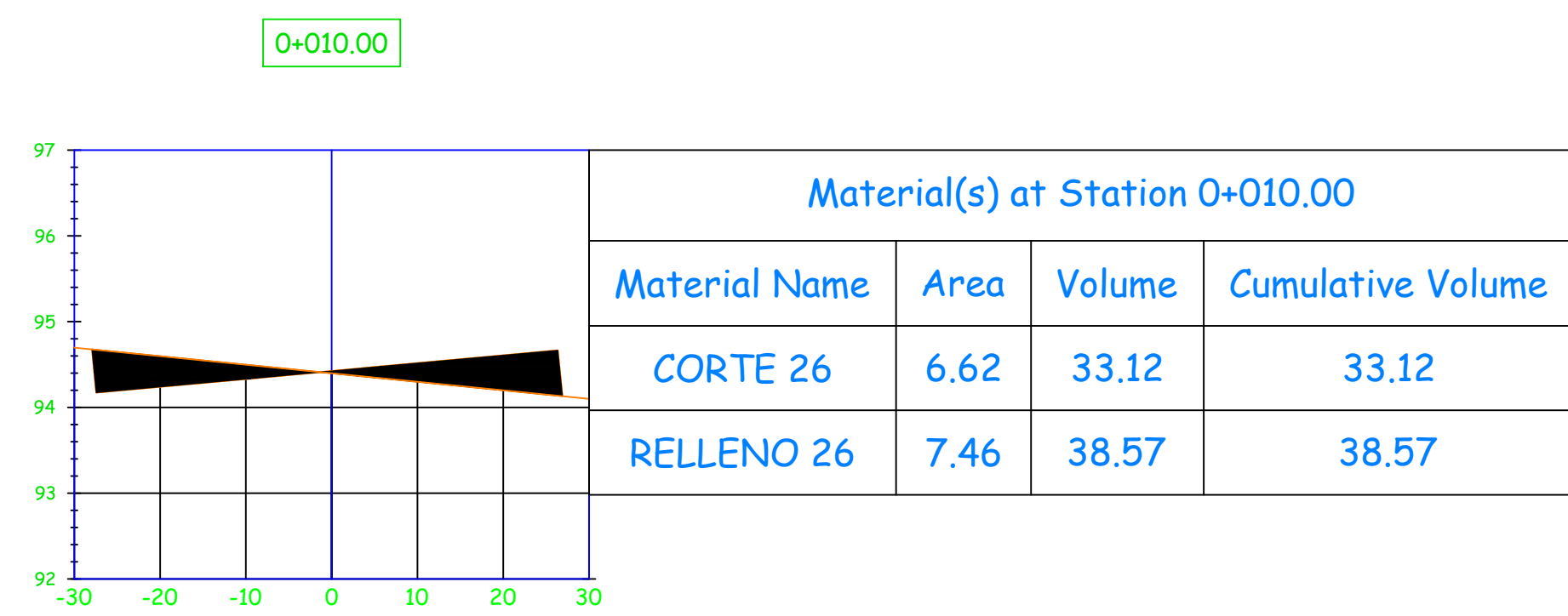
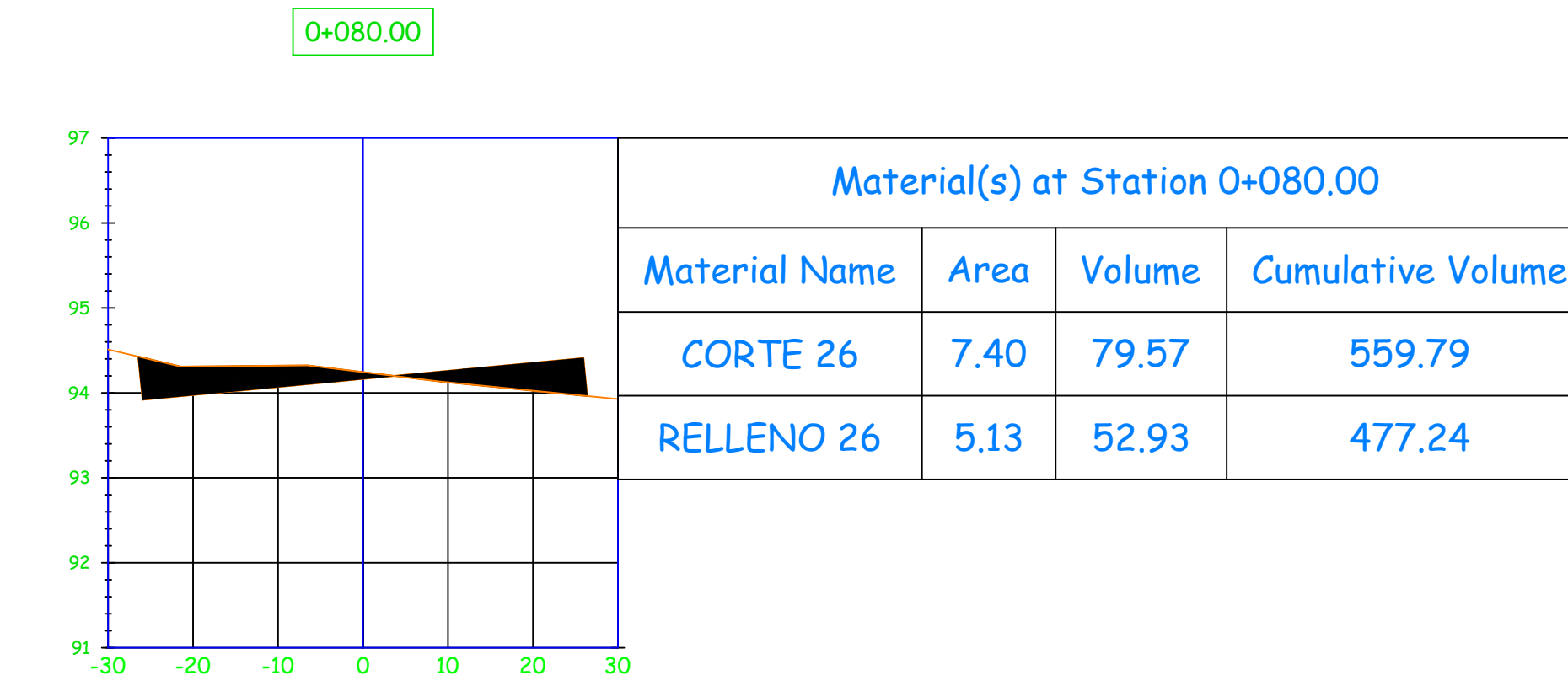
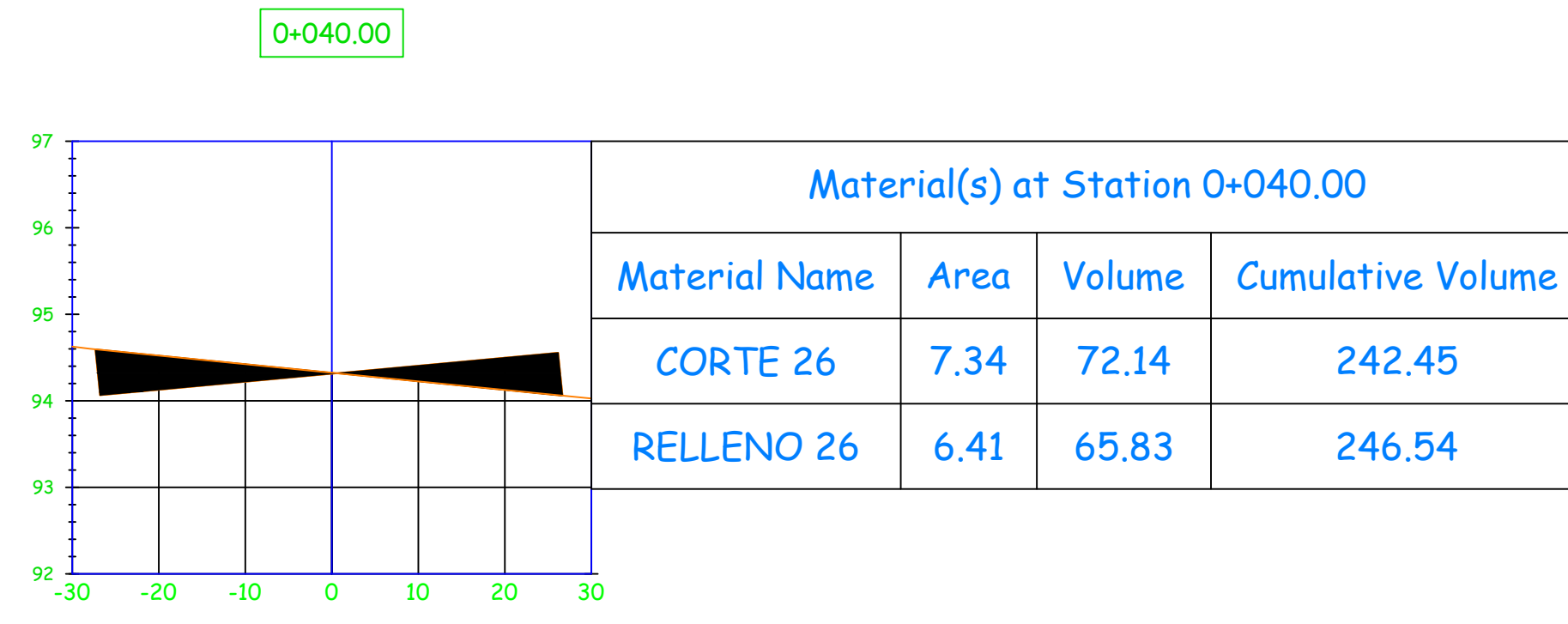
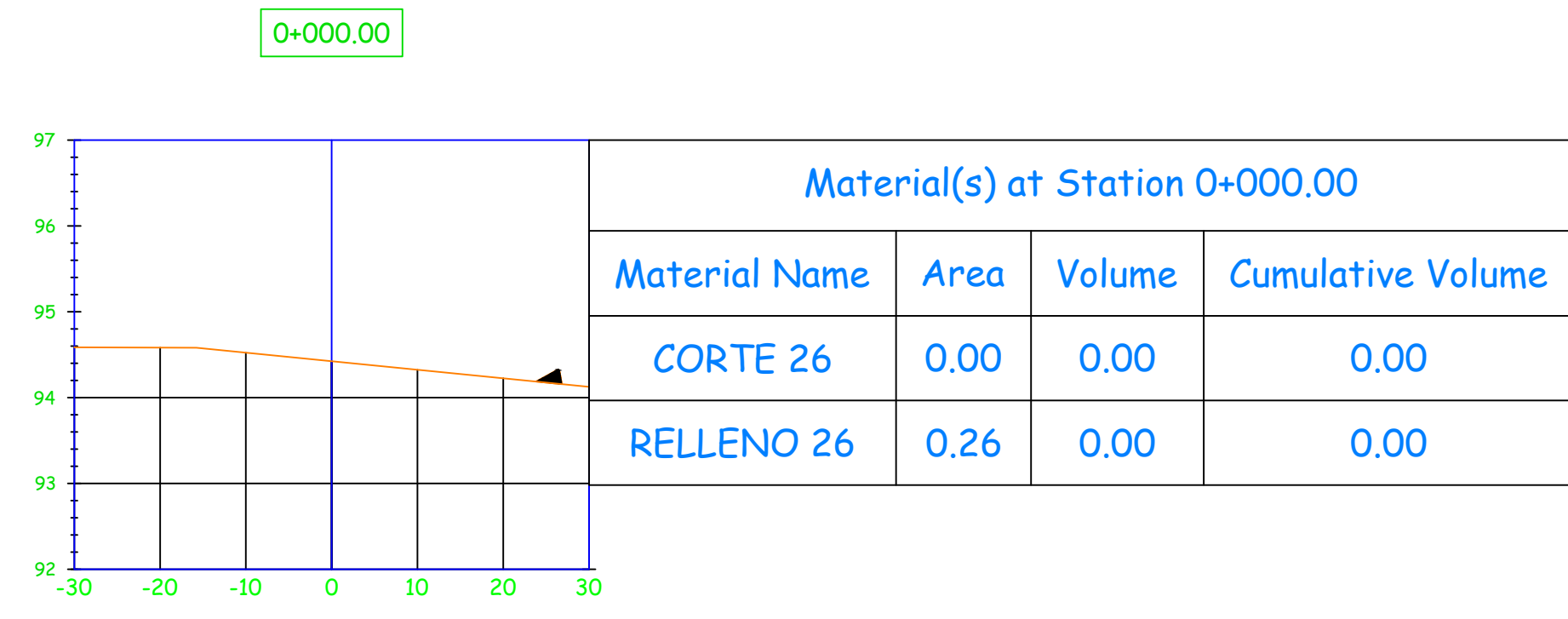




# TERRAZA VALVULA 25

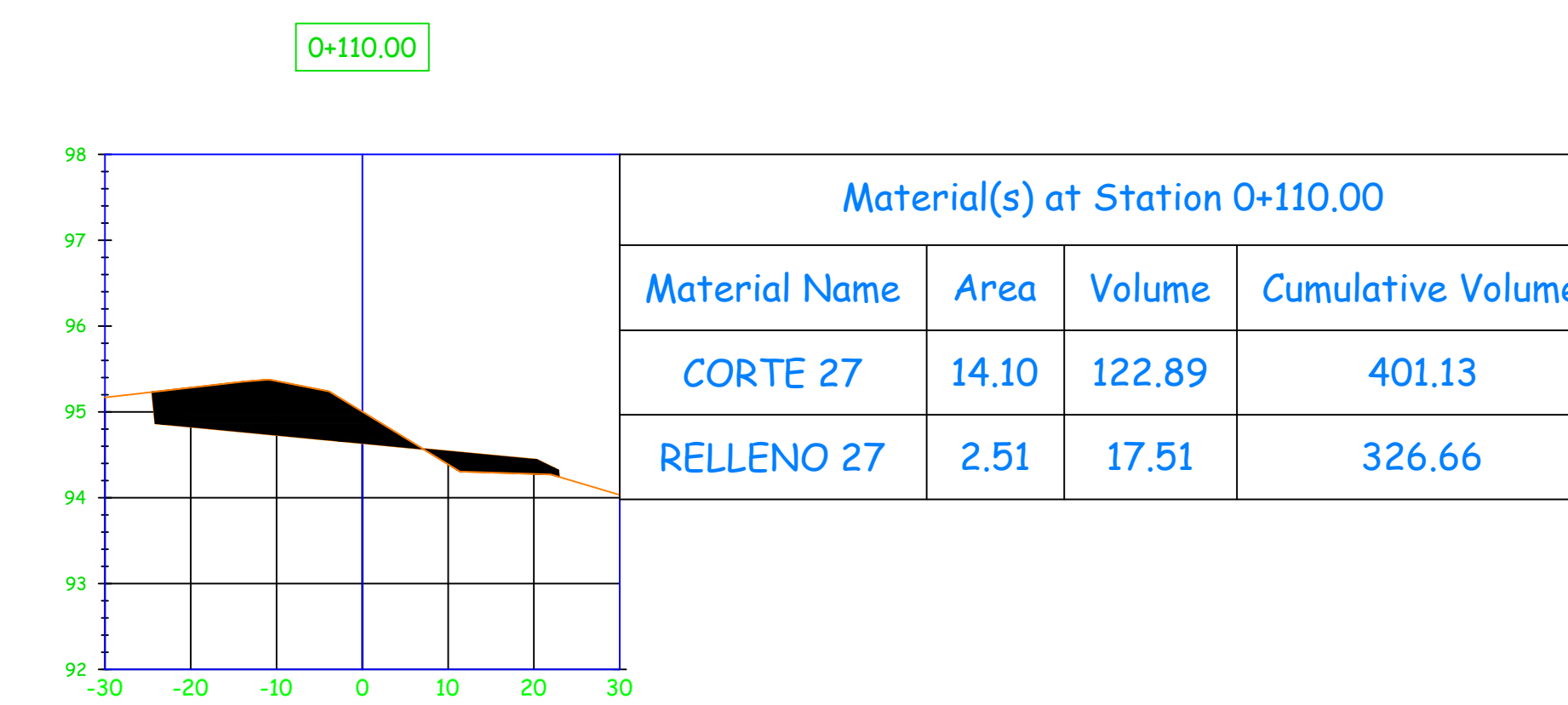
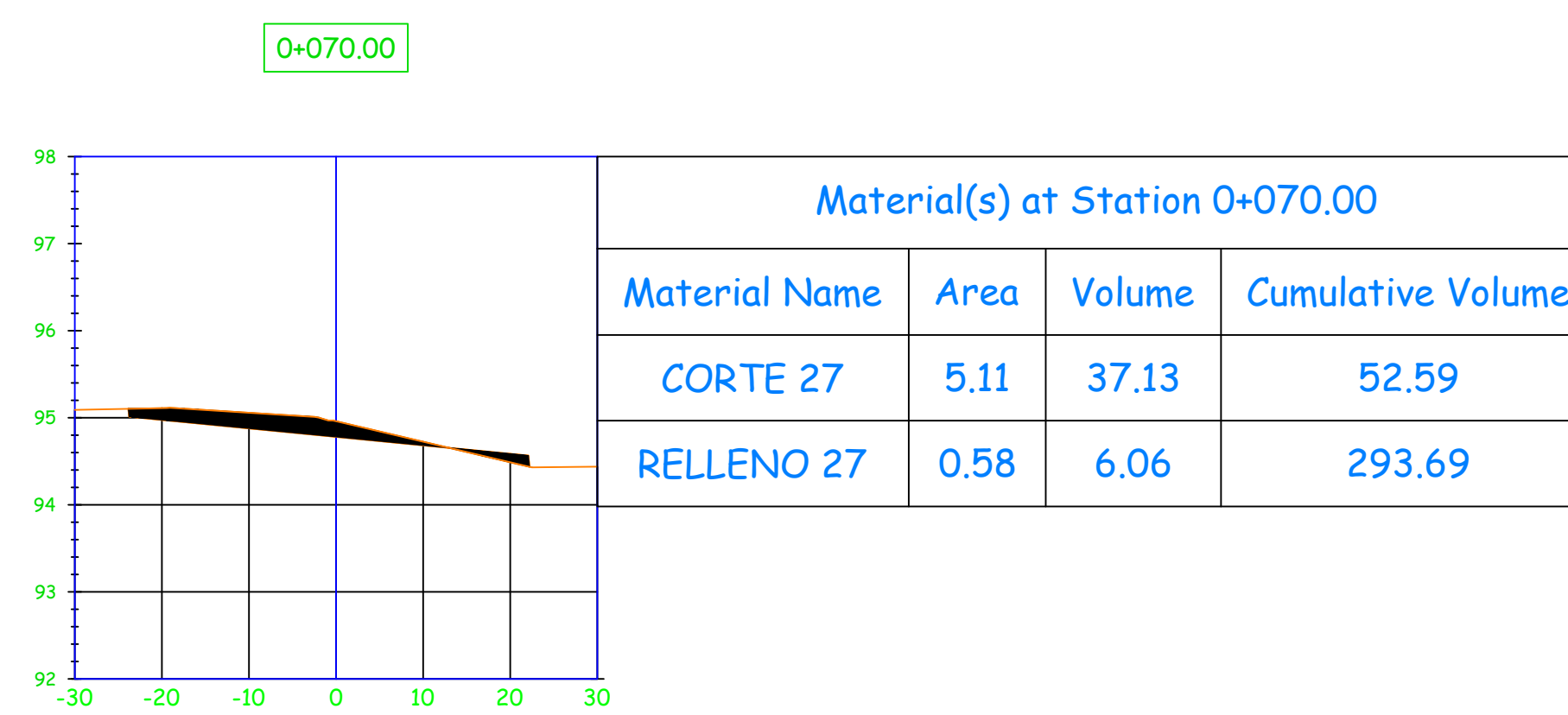
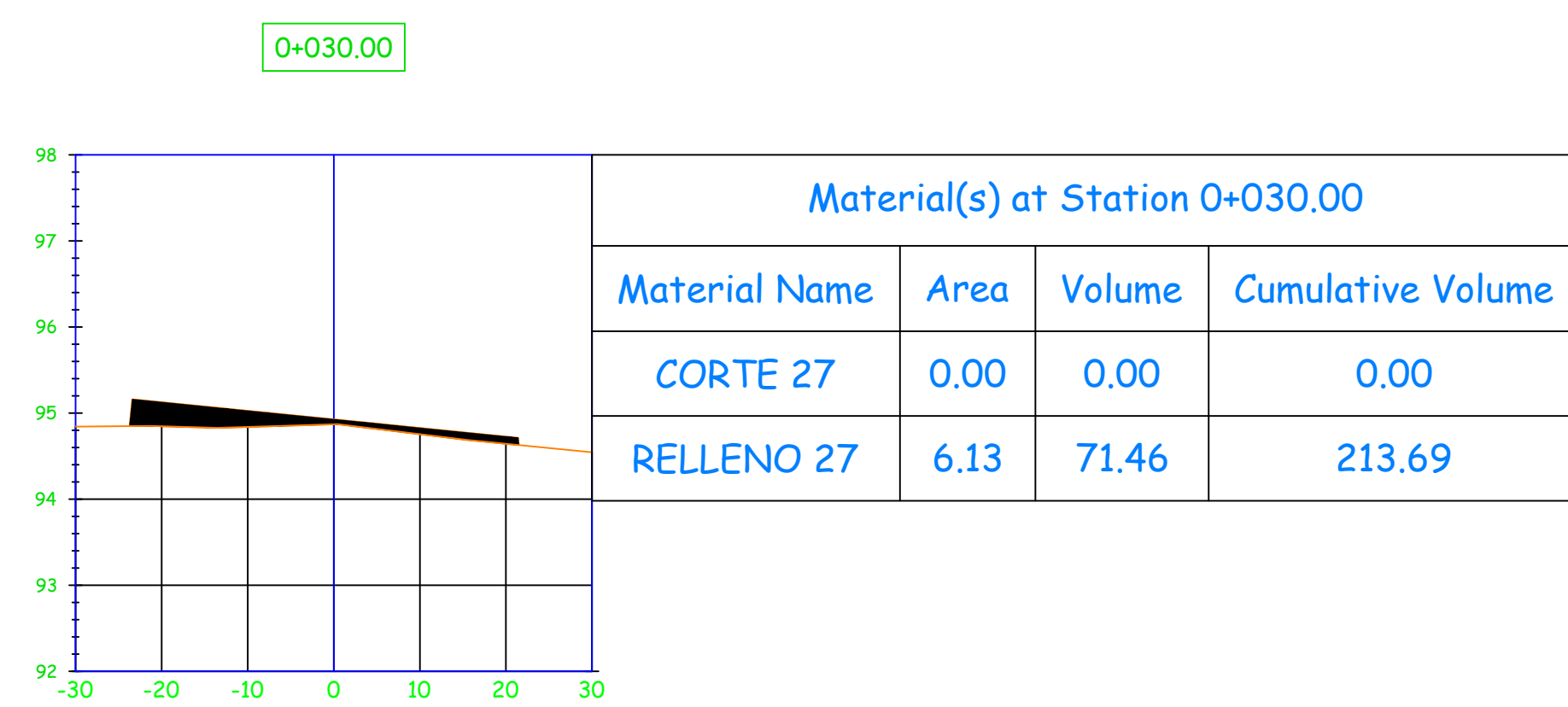
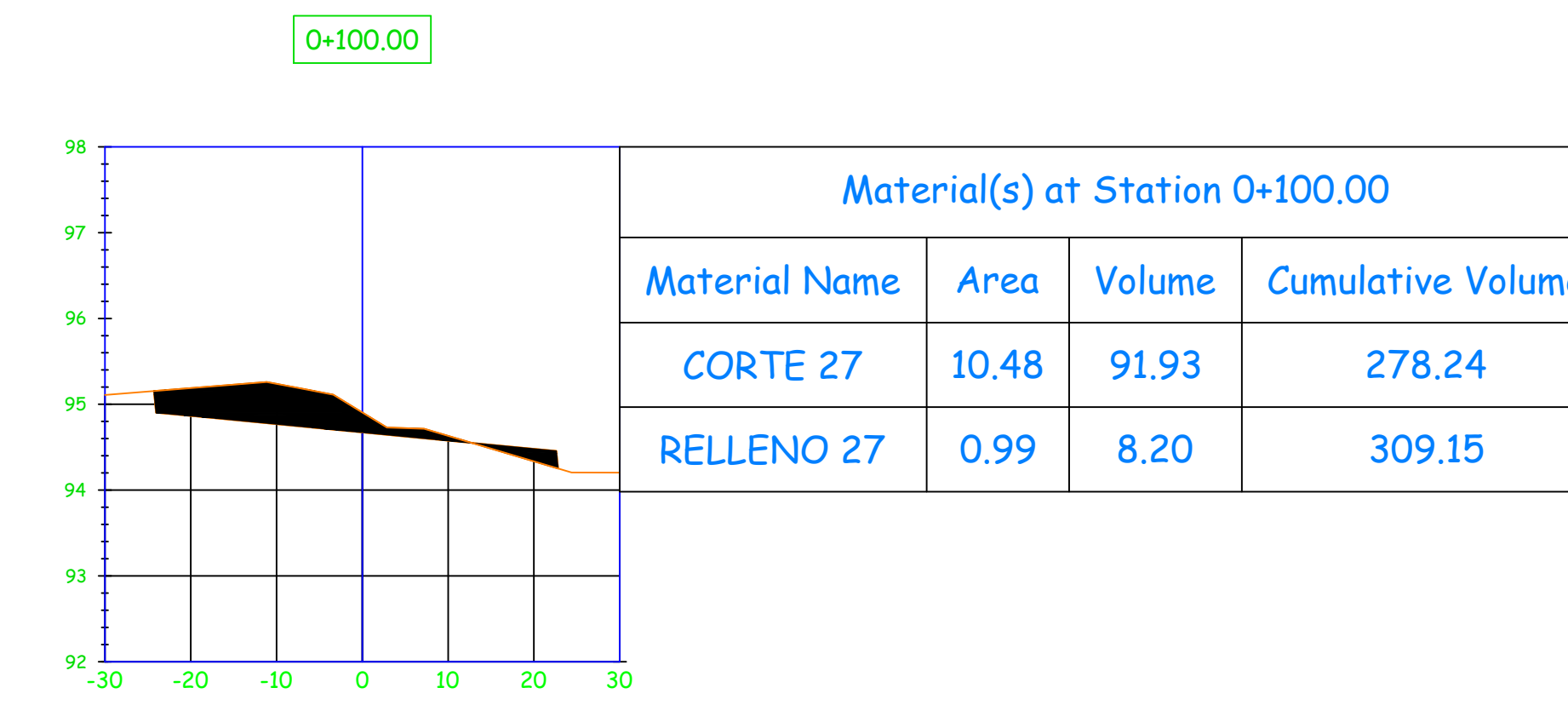
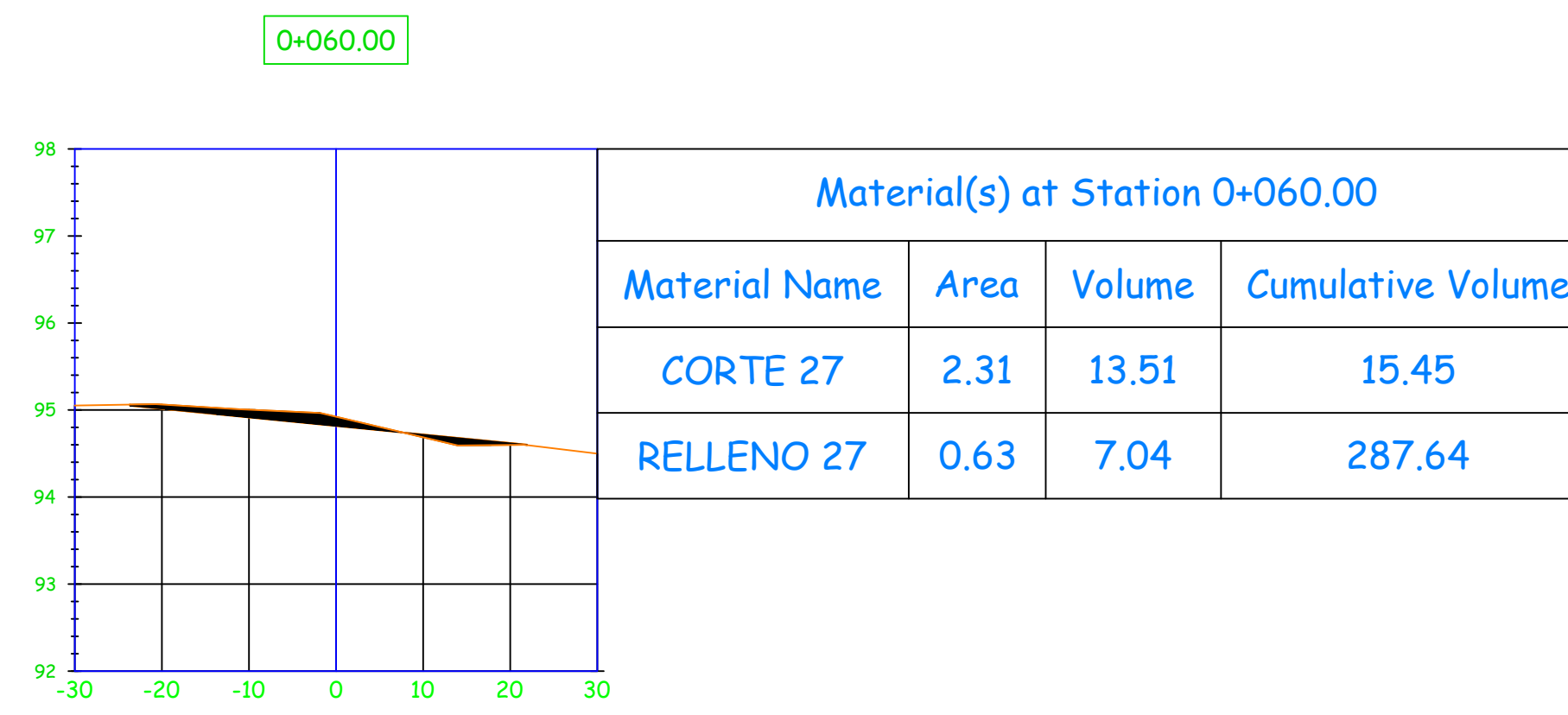
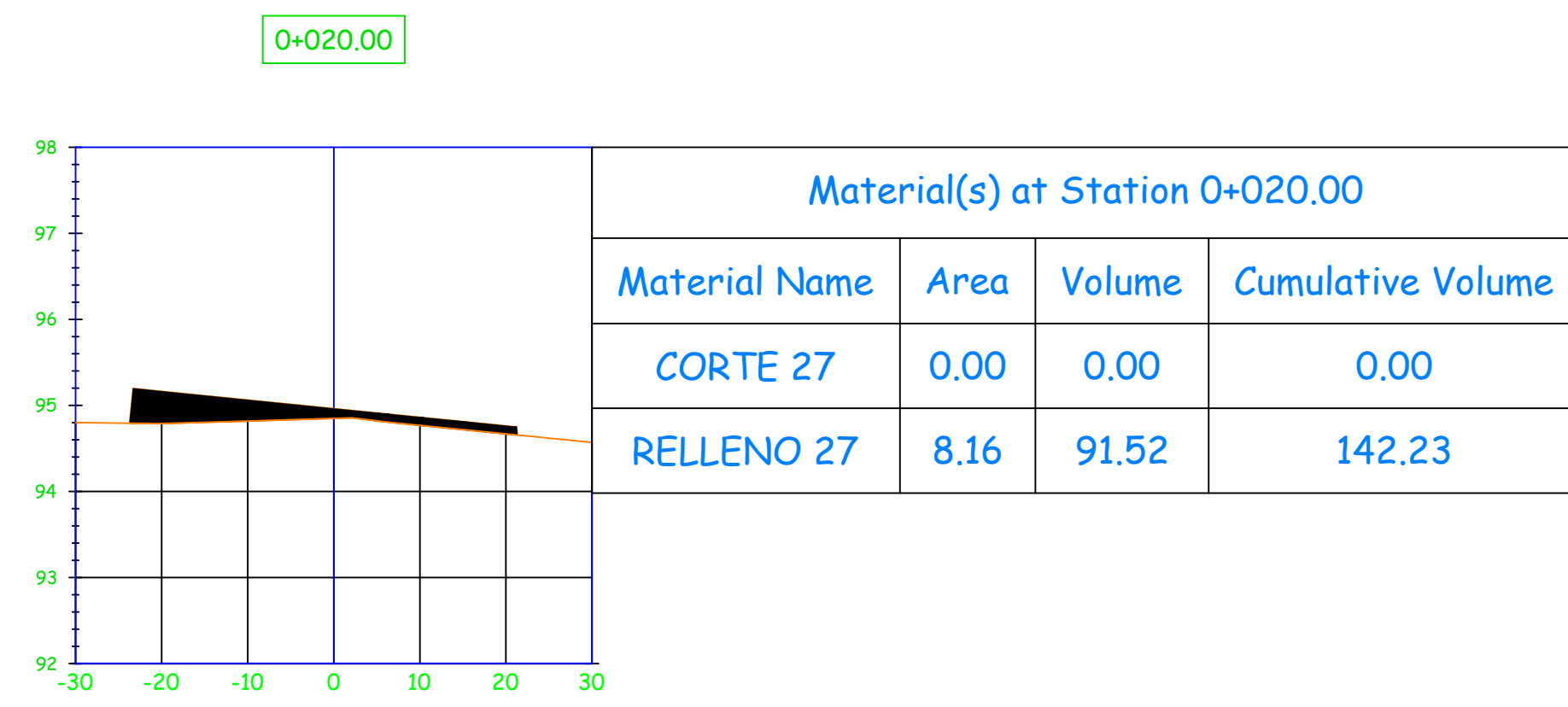
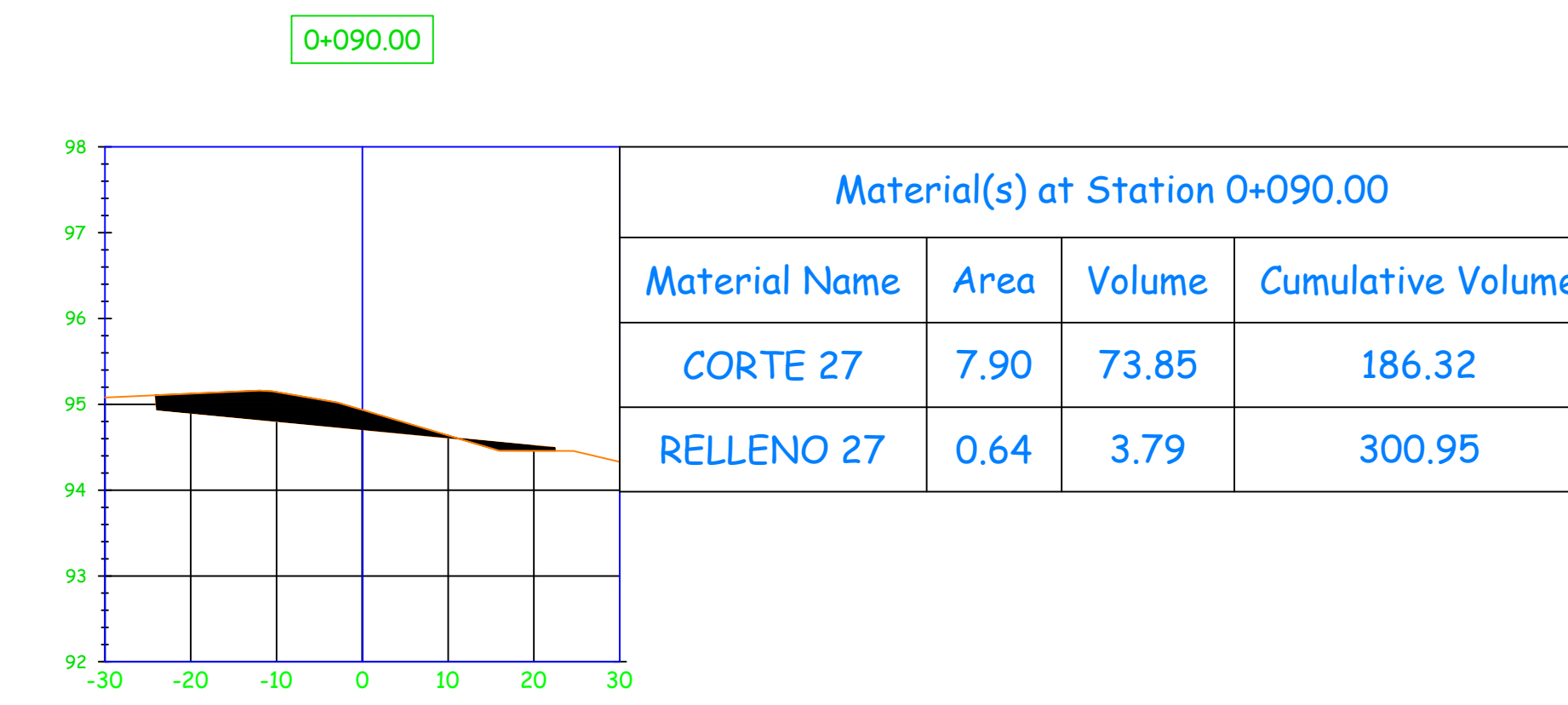
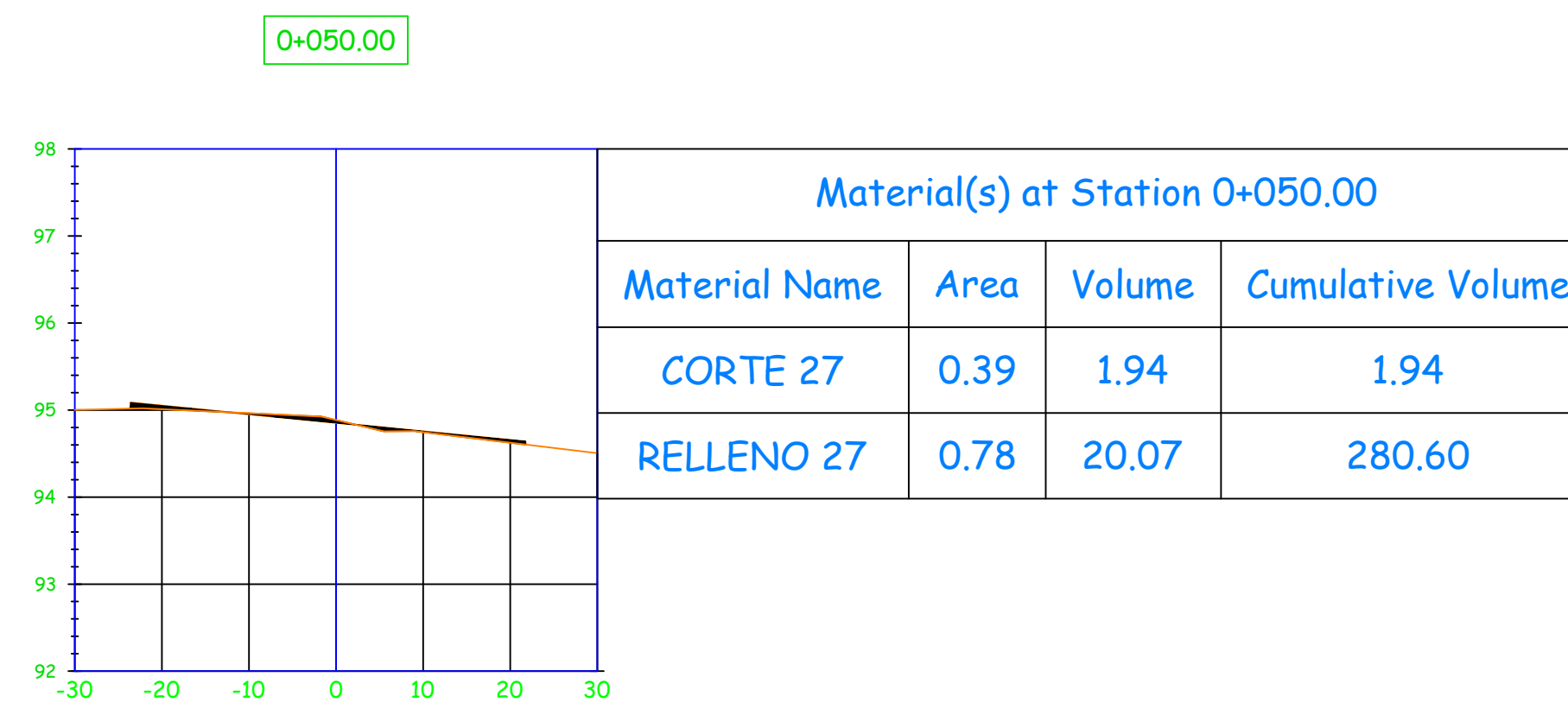
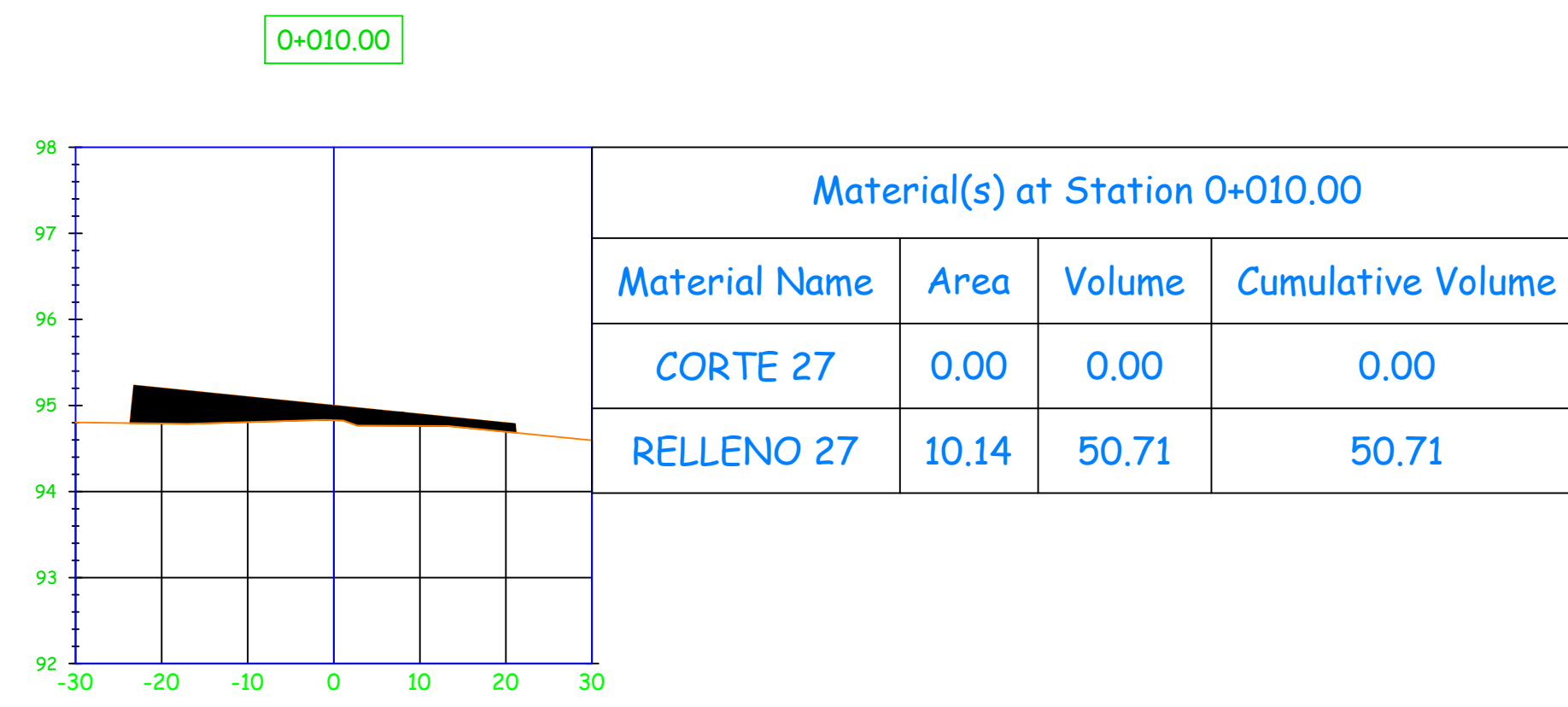
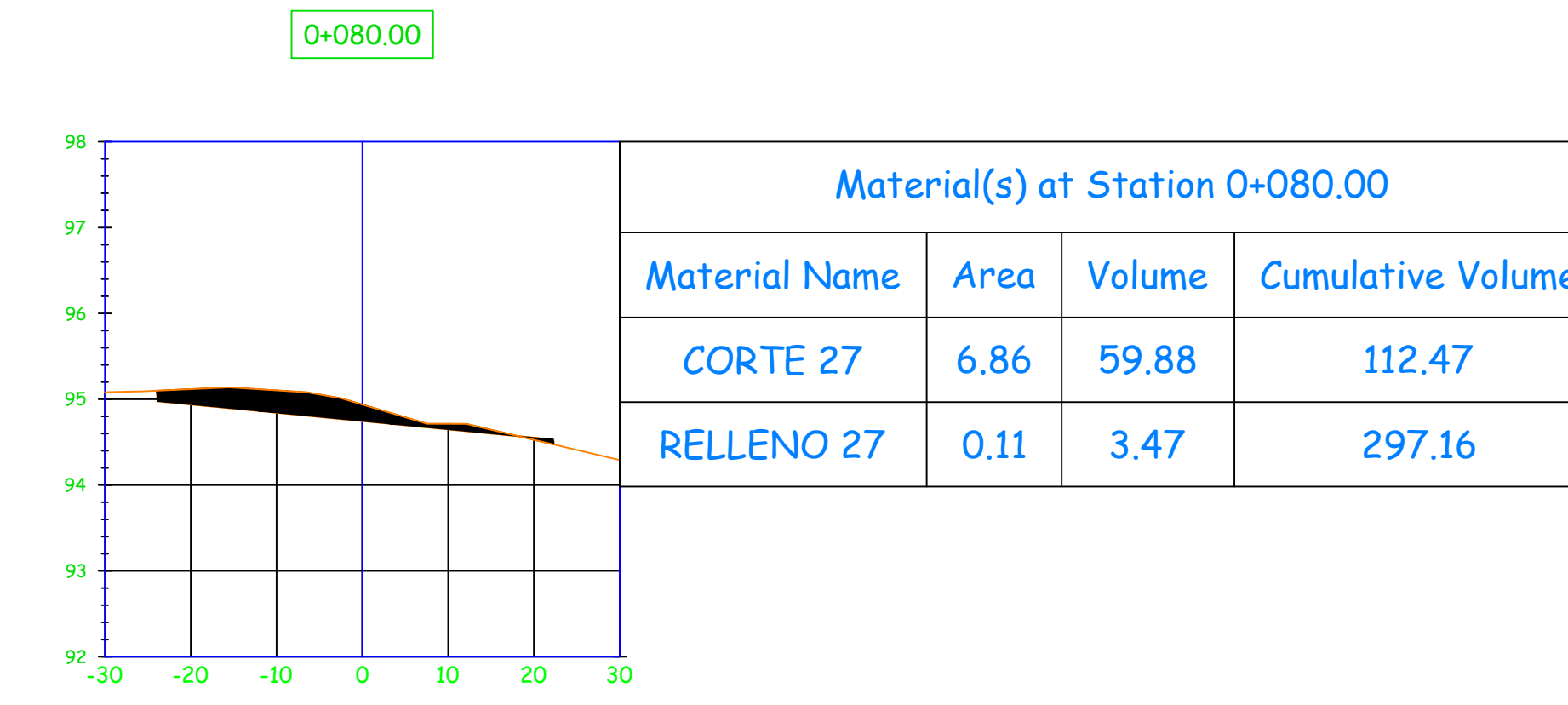
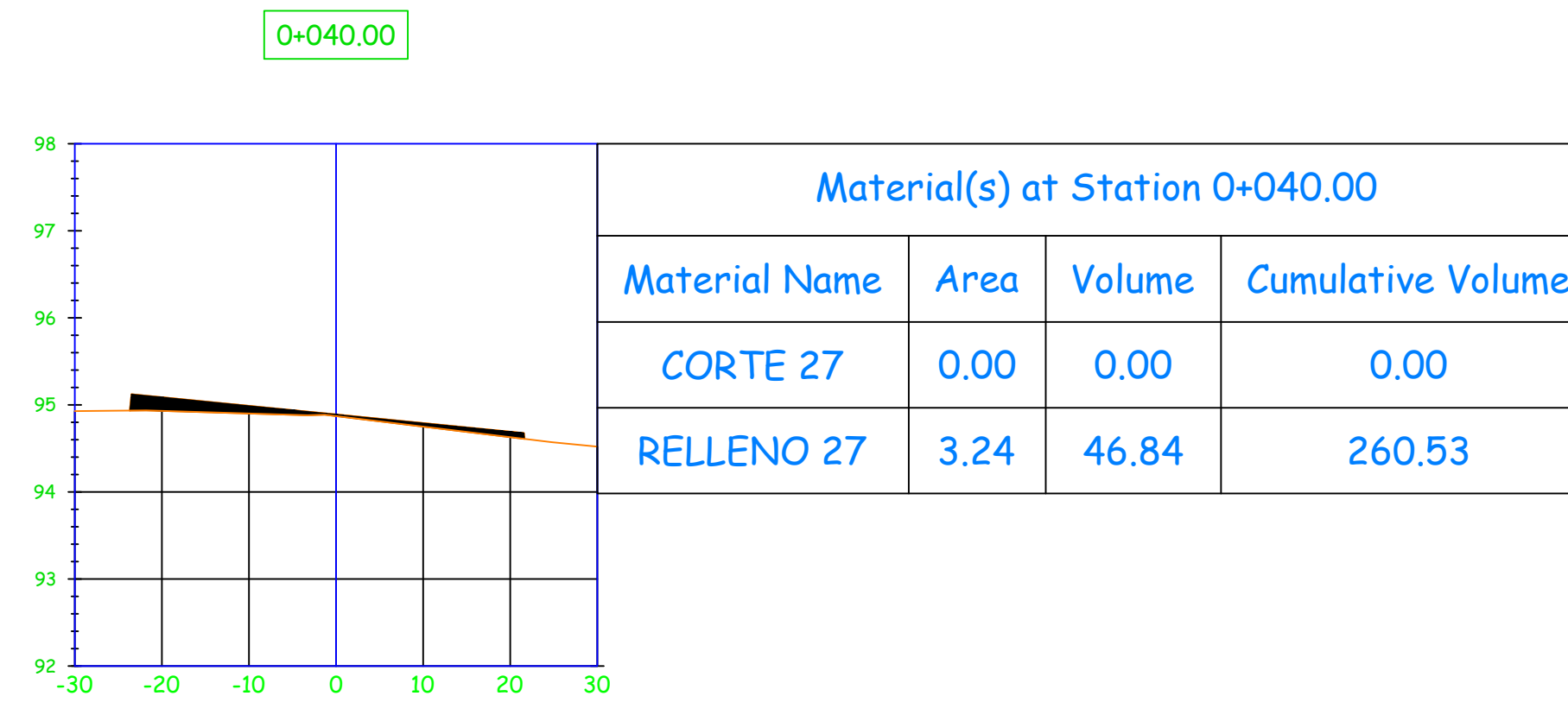
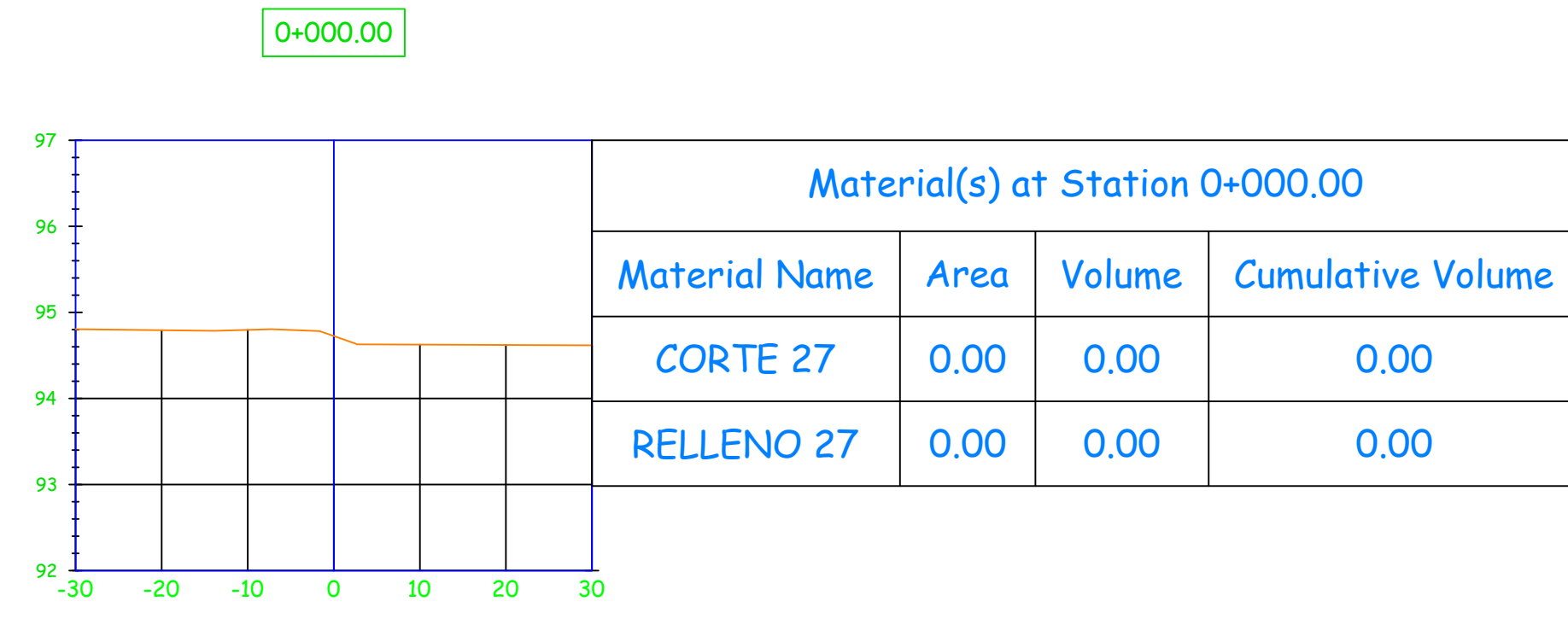


# TERRAZA VALVULA 26



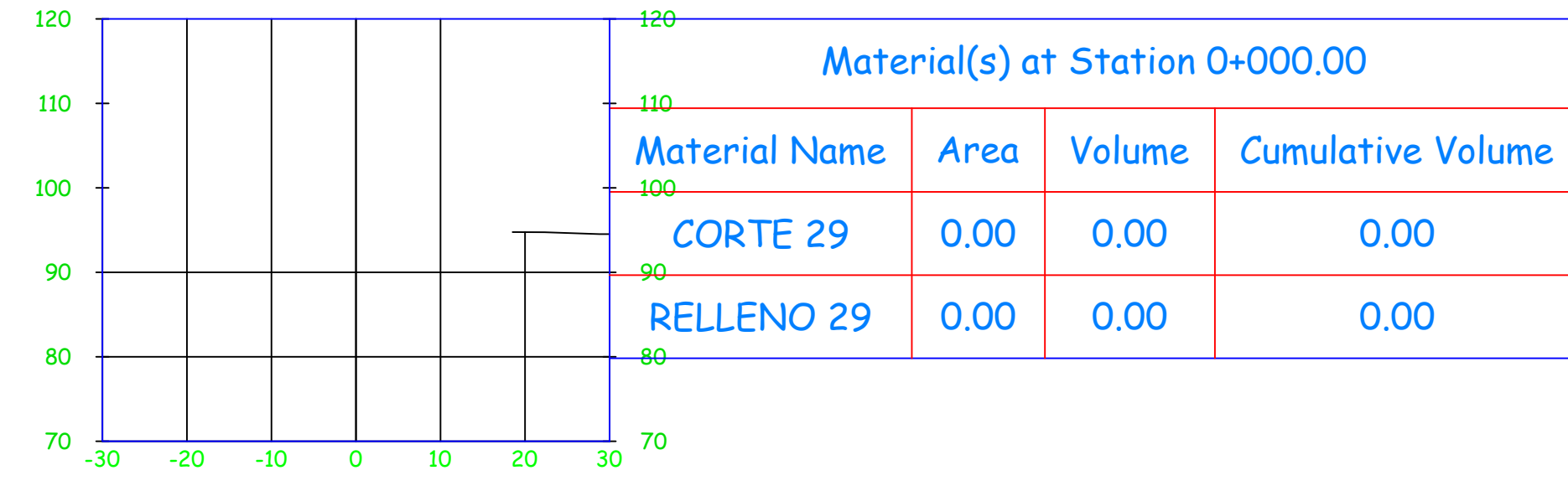


# TERRAZA VALVULA 27

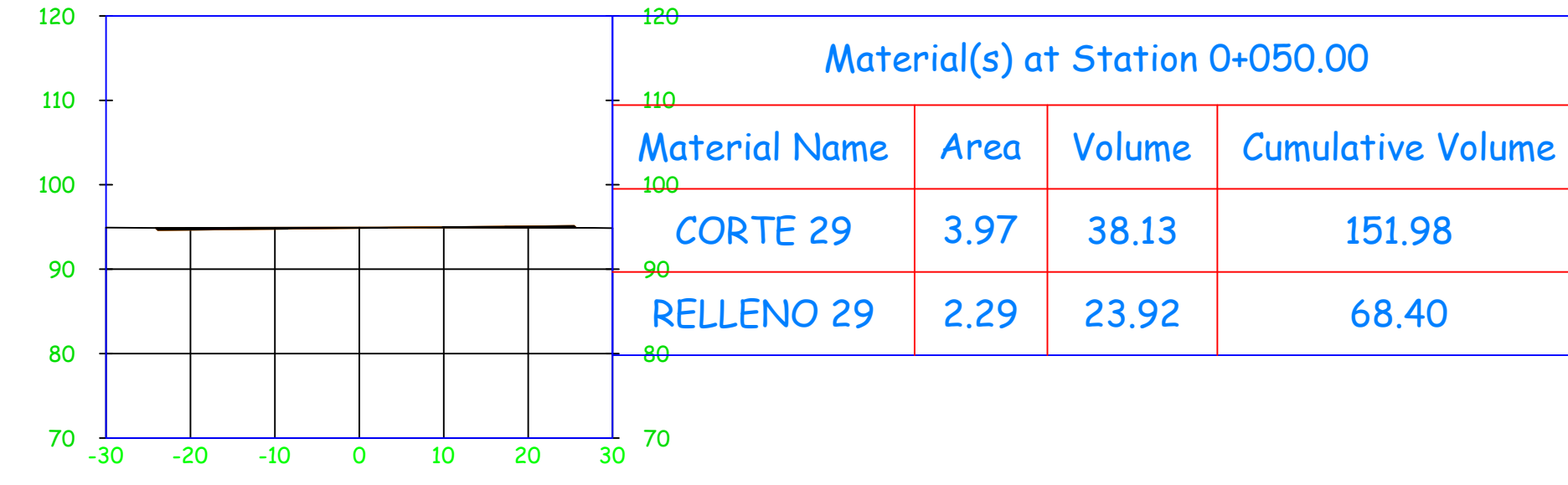


# TERRAZA VALVULA 29

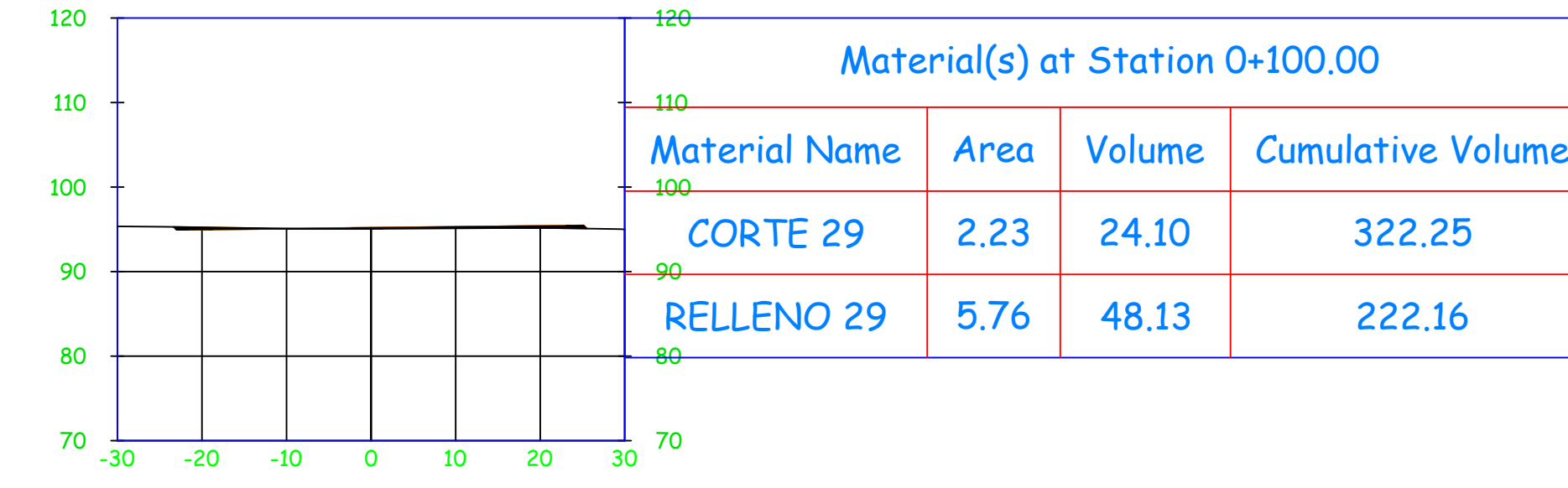
0+000.00



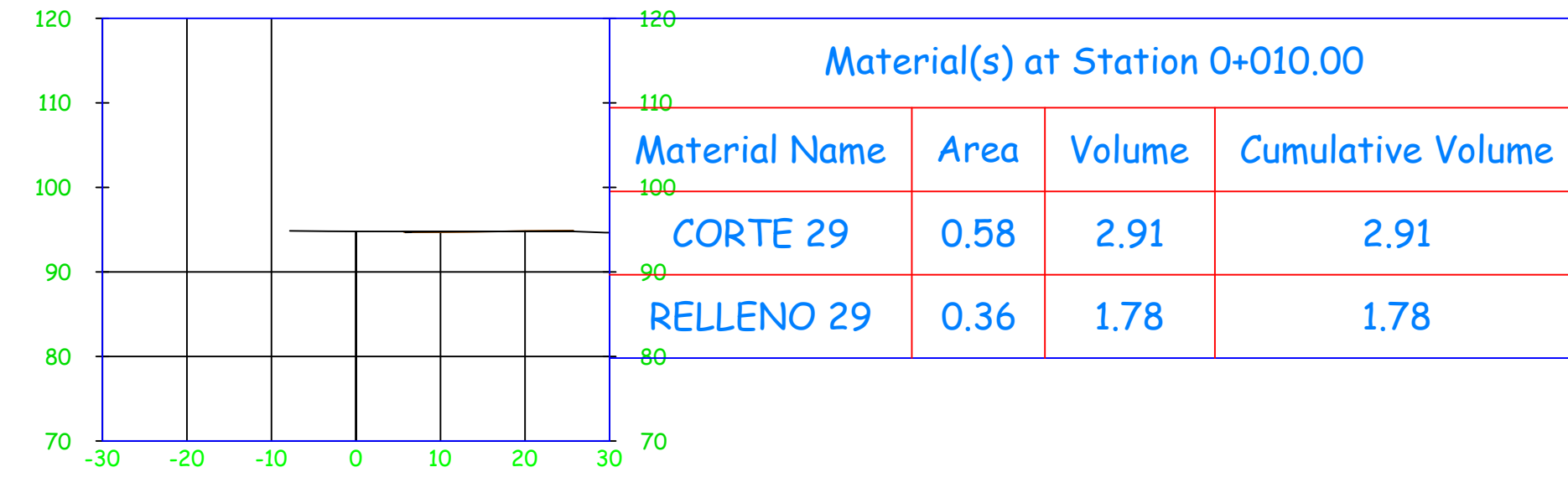
0+050.00



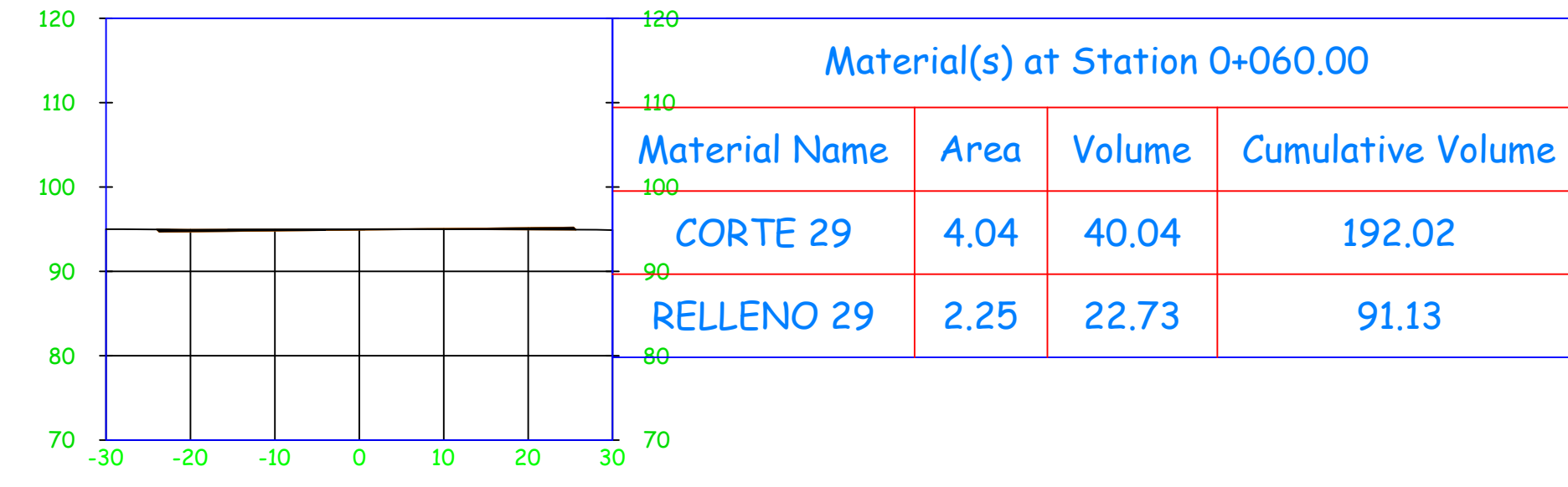
0+100.00



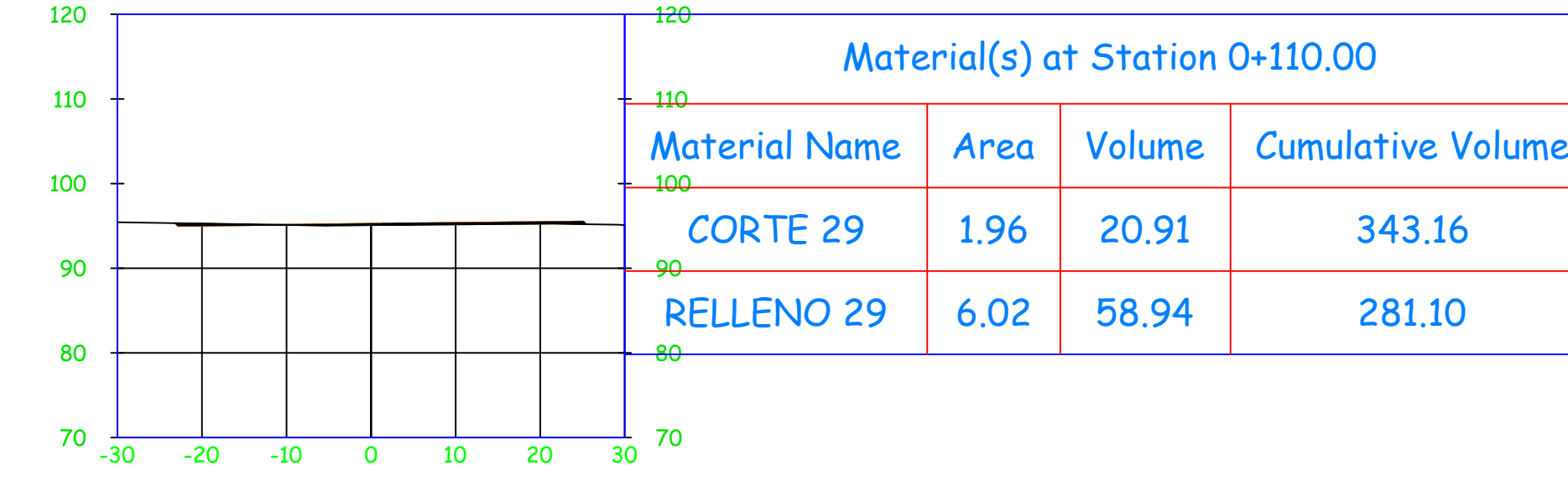
0+010.00



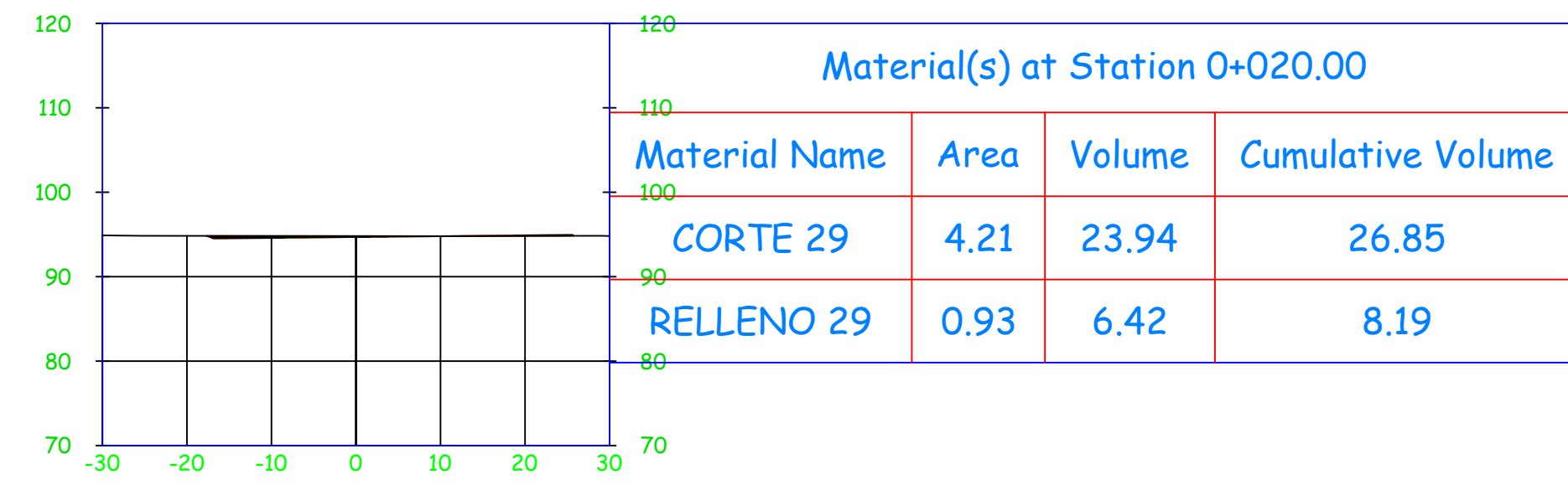
0+060.00



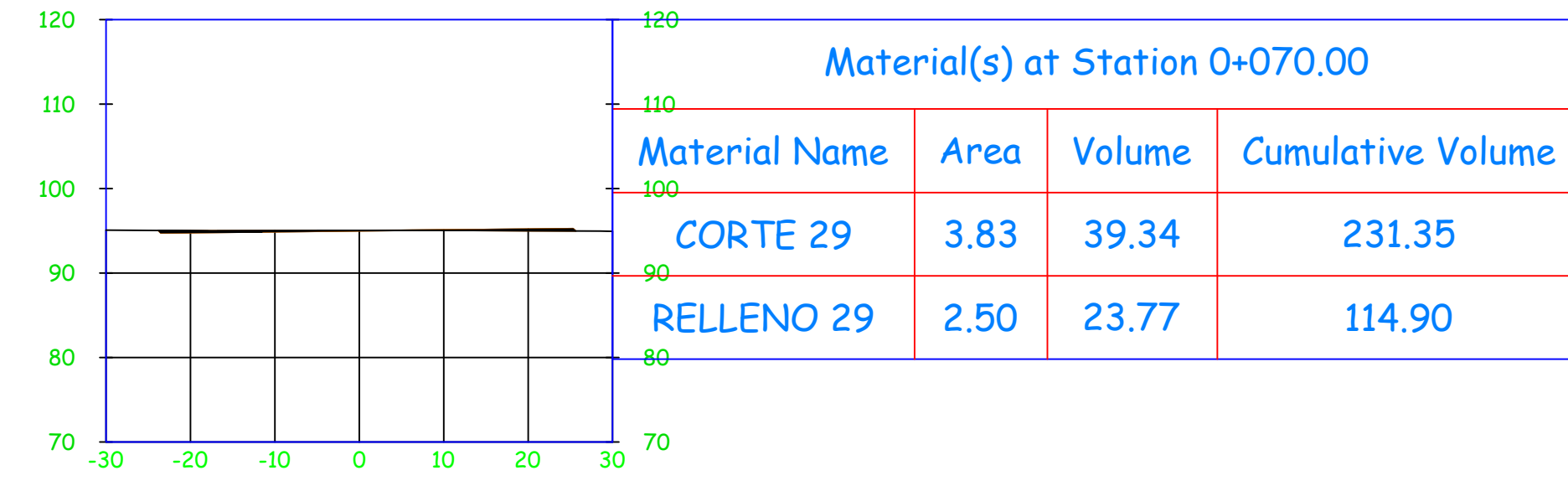
0+110.00



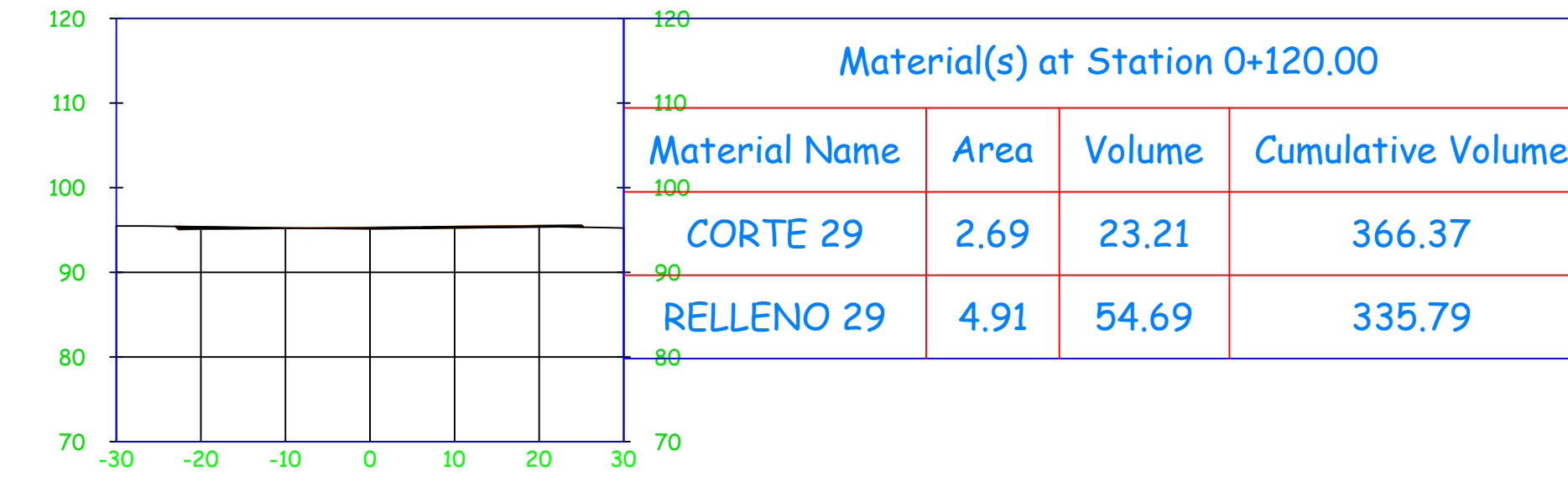
0+020.00



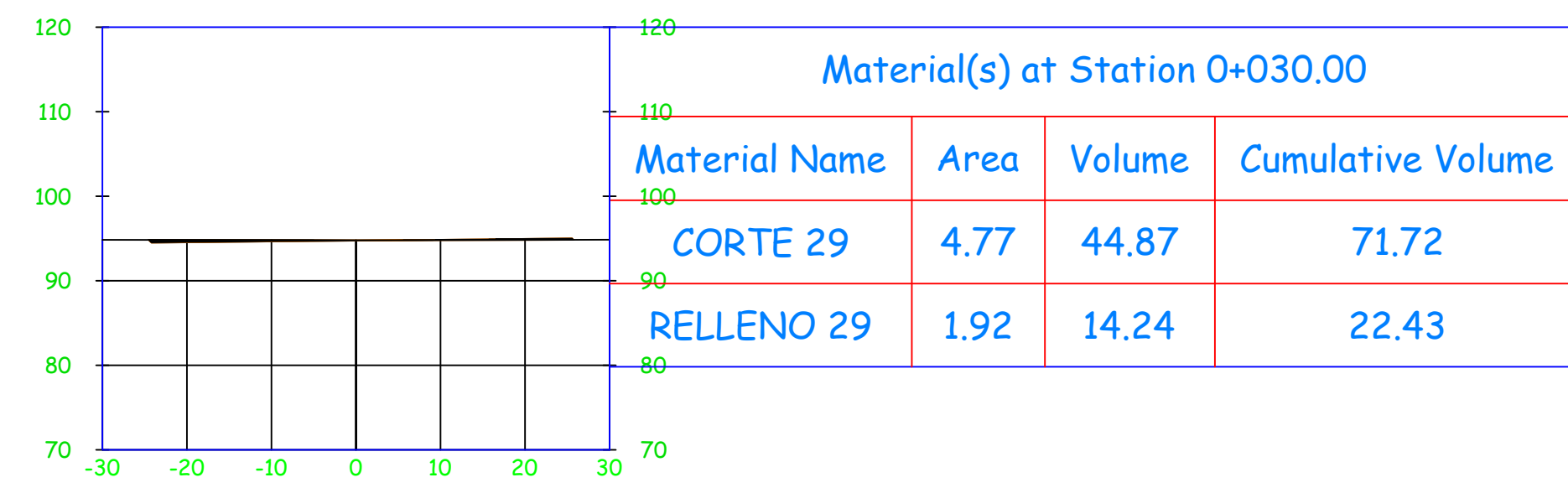
0+070.00



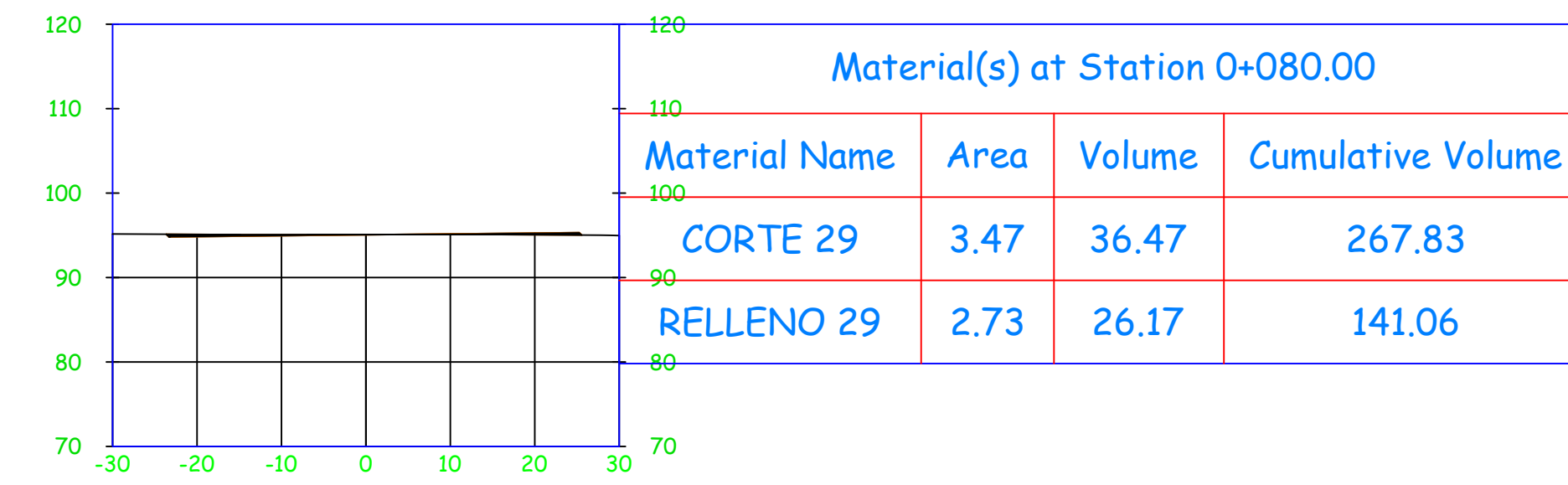
0+120.00



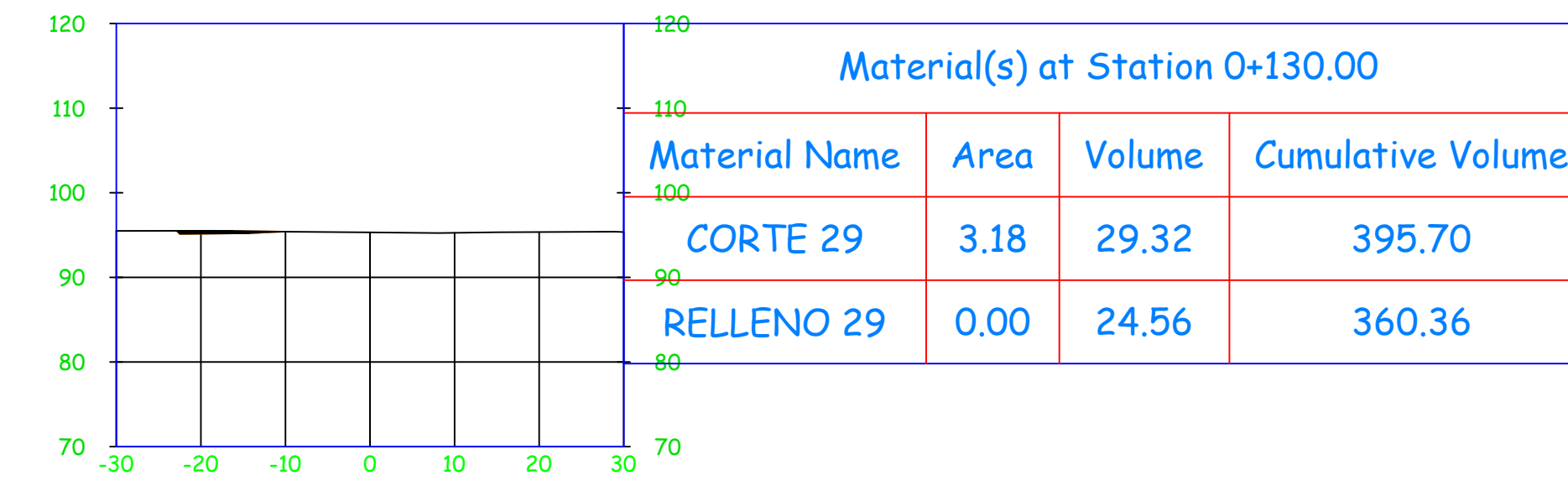
0+030.00



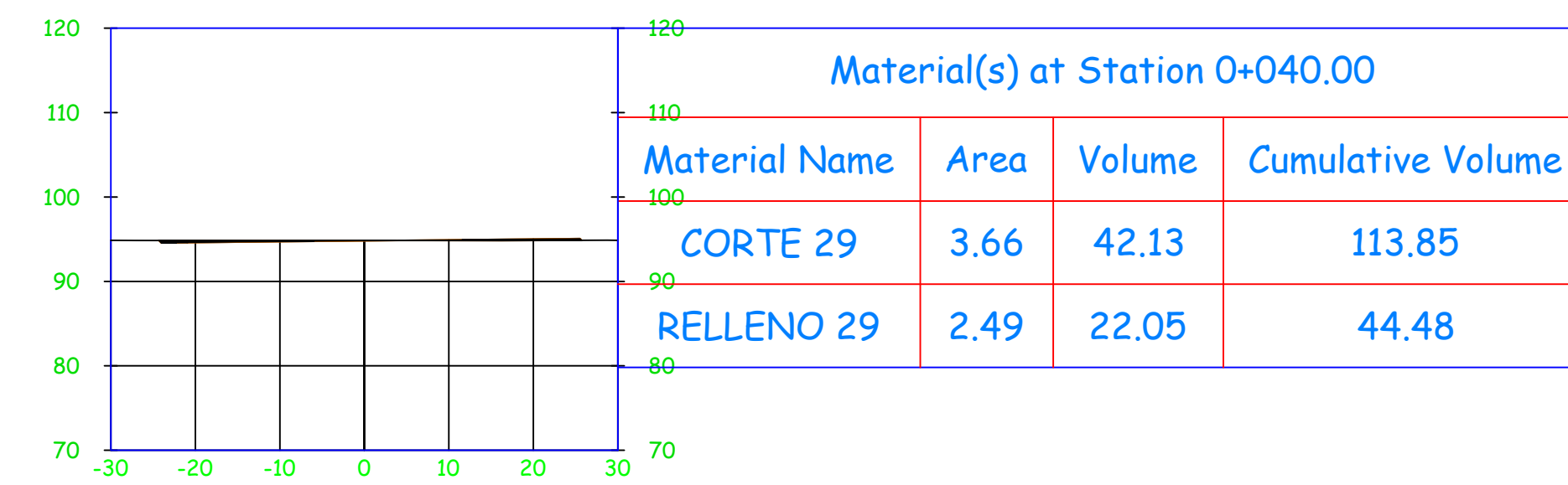
0+080.00



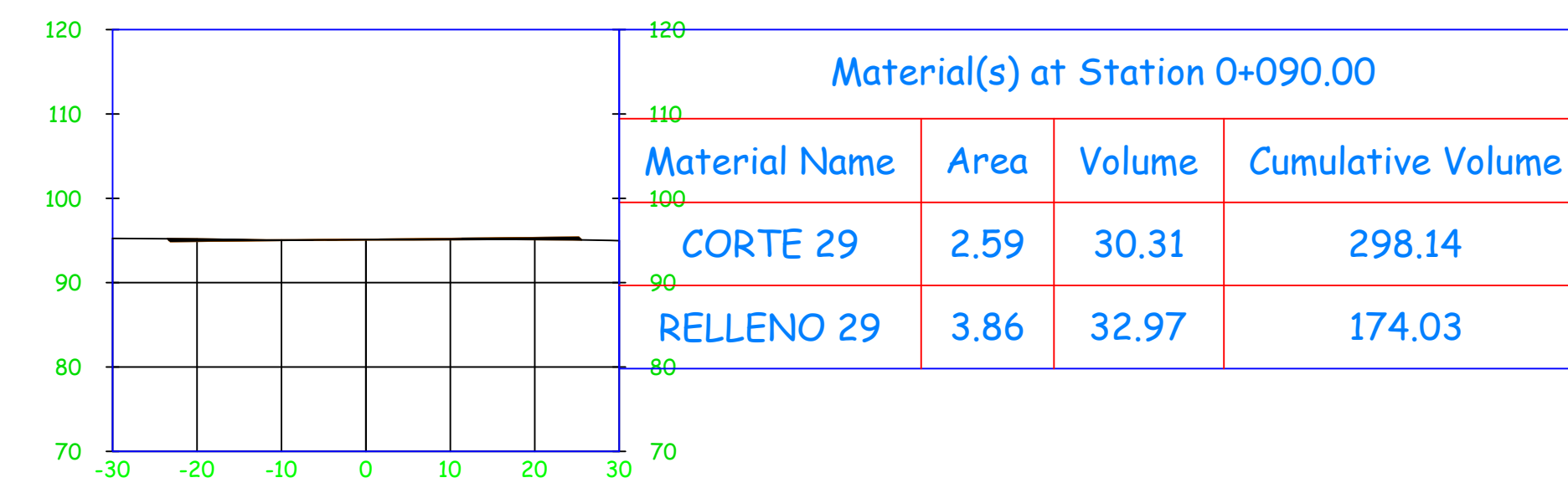
0+130.00



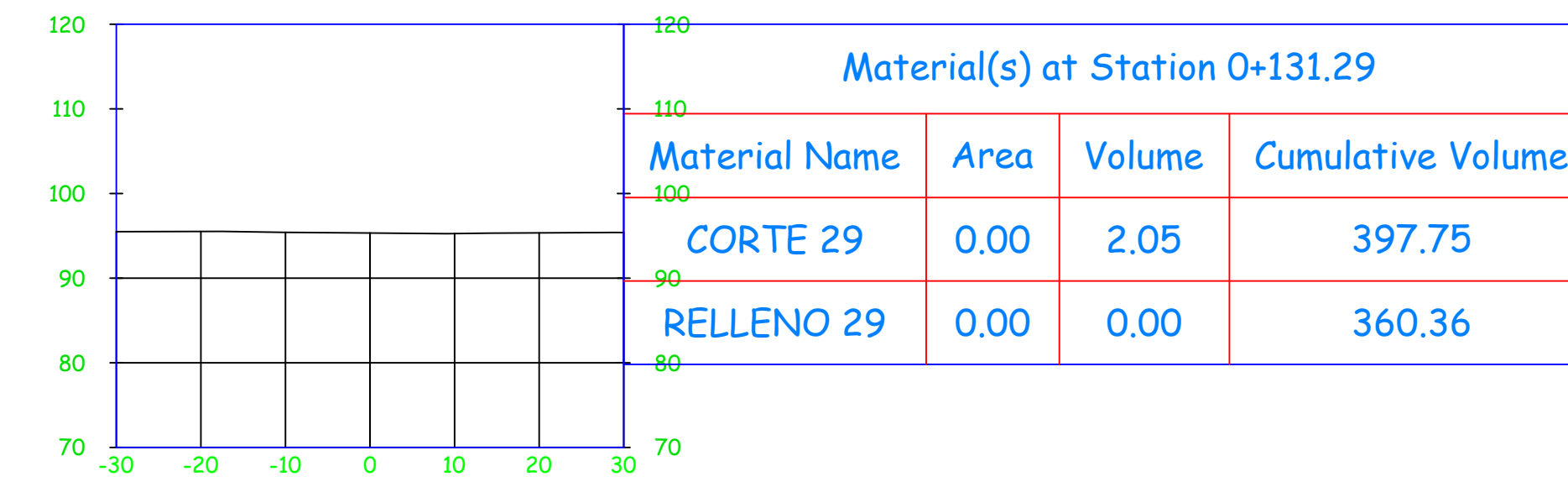
0+040.00



0+090.00



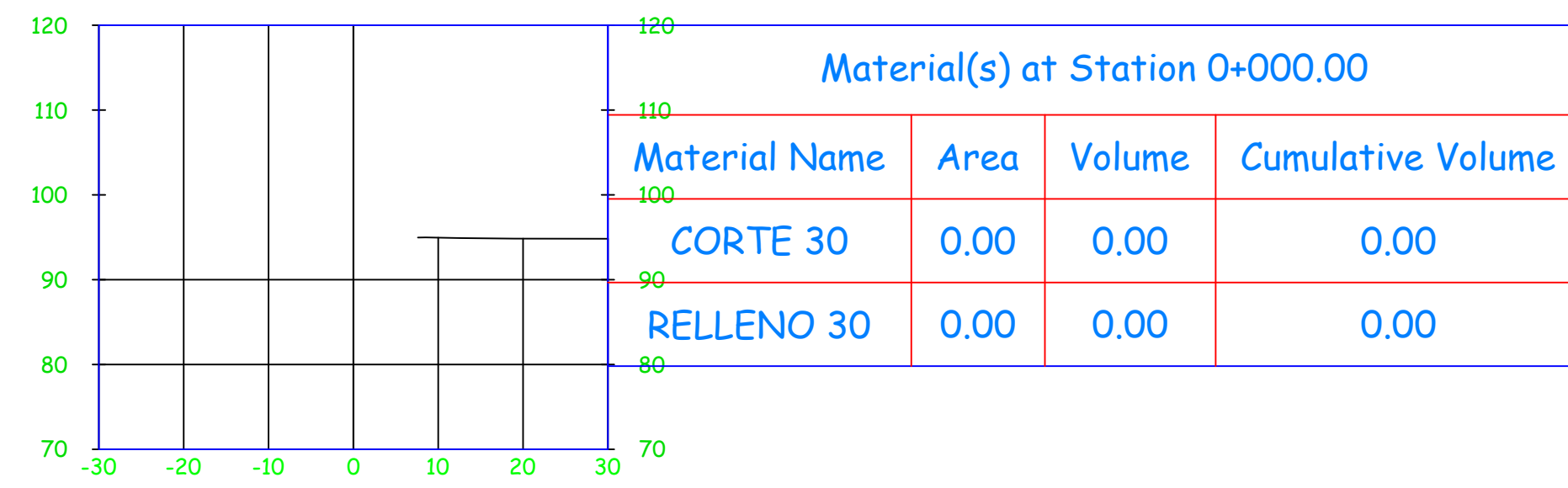
0+131.29



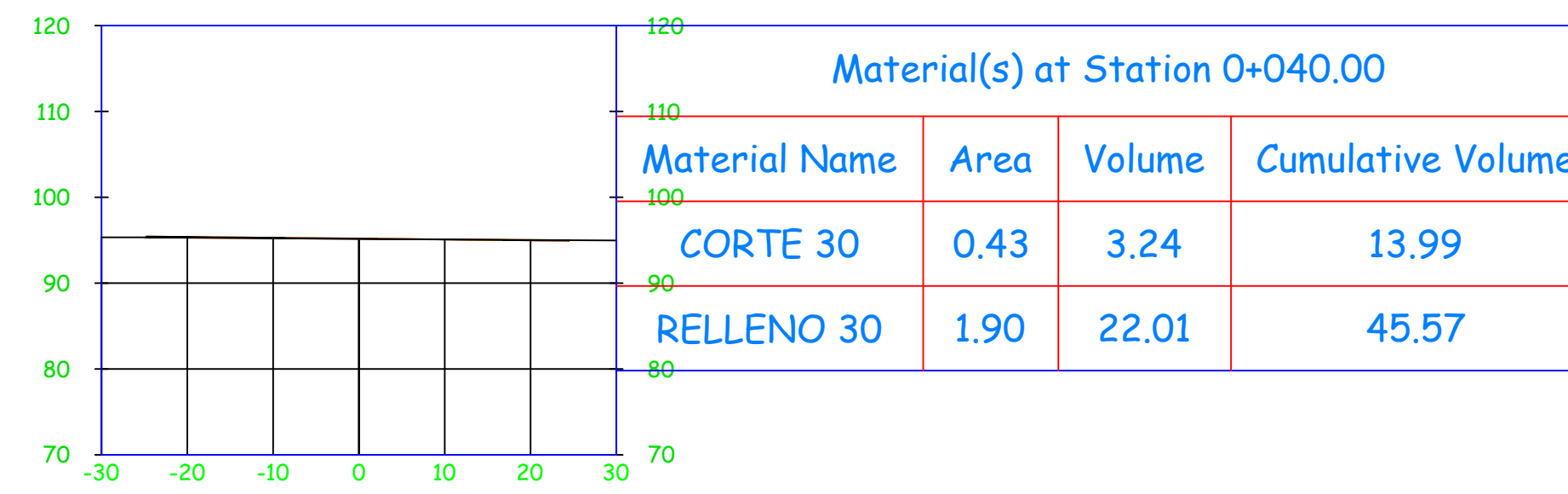


# TERRAZA VALVULA 30

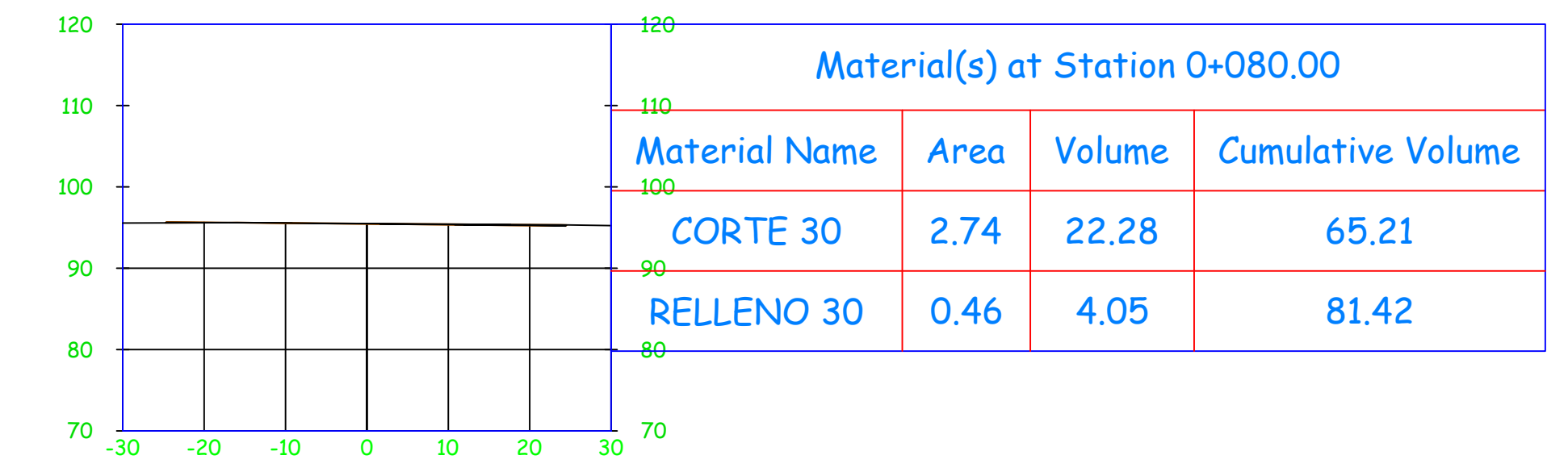
0+000.00



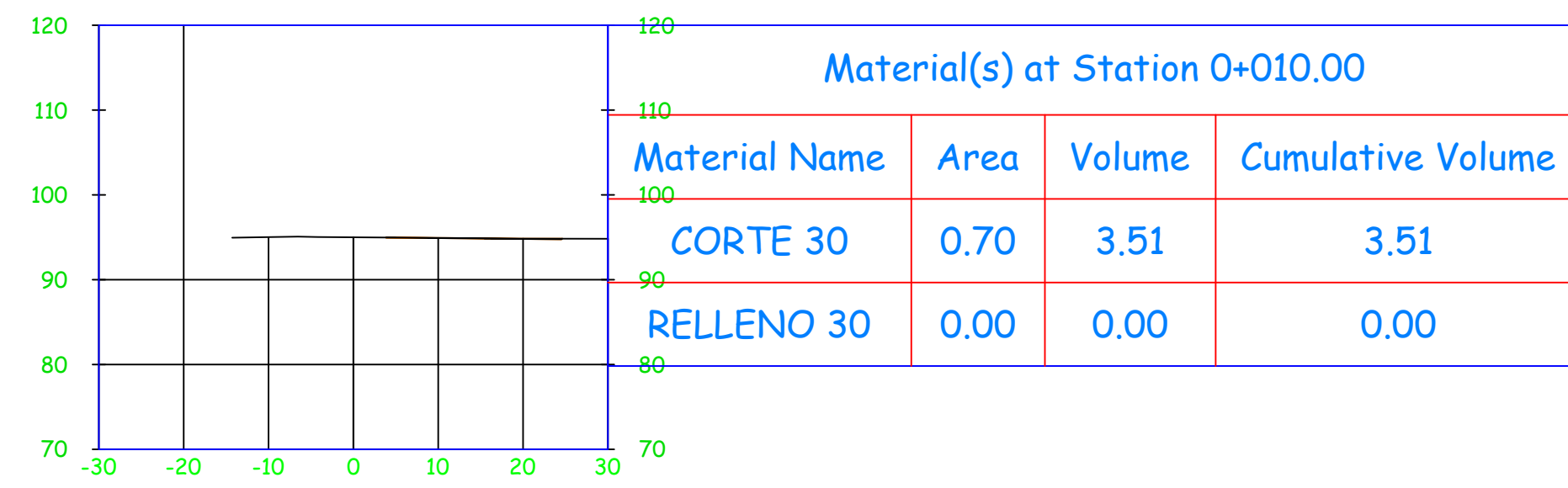
0+040.00



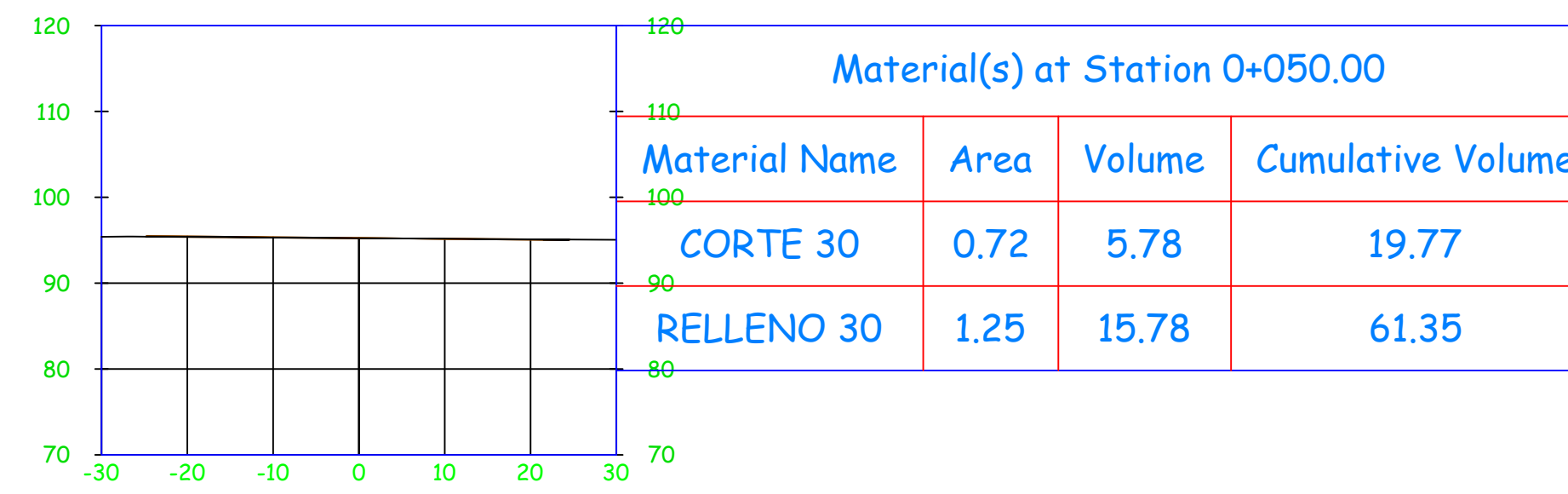
0+080.00



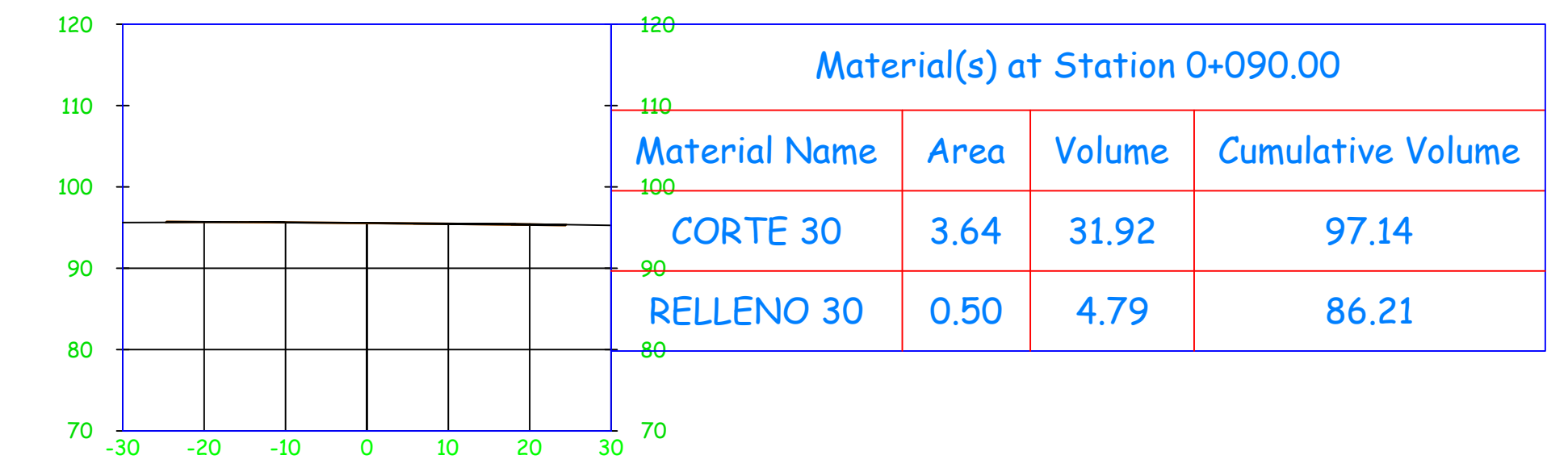
0+010.00



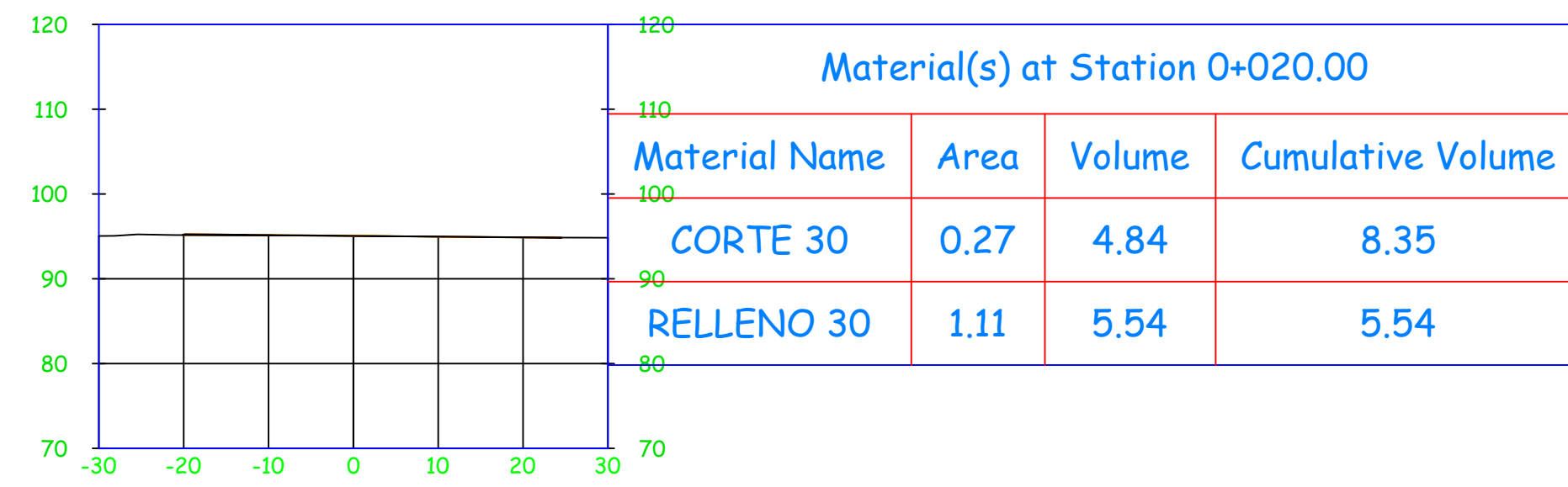
0+050.00



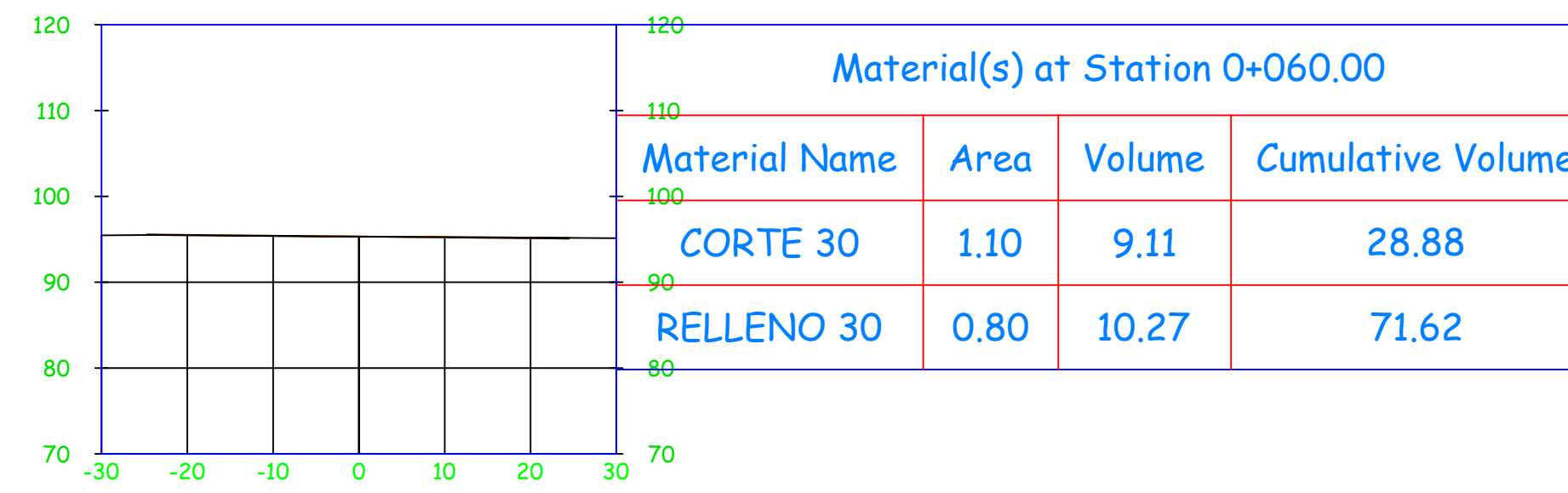
0+090.00



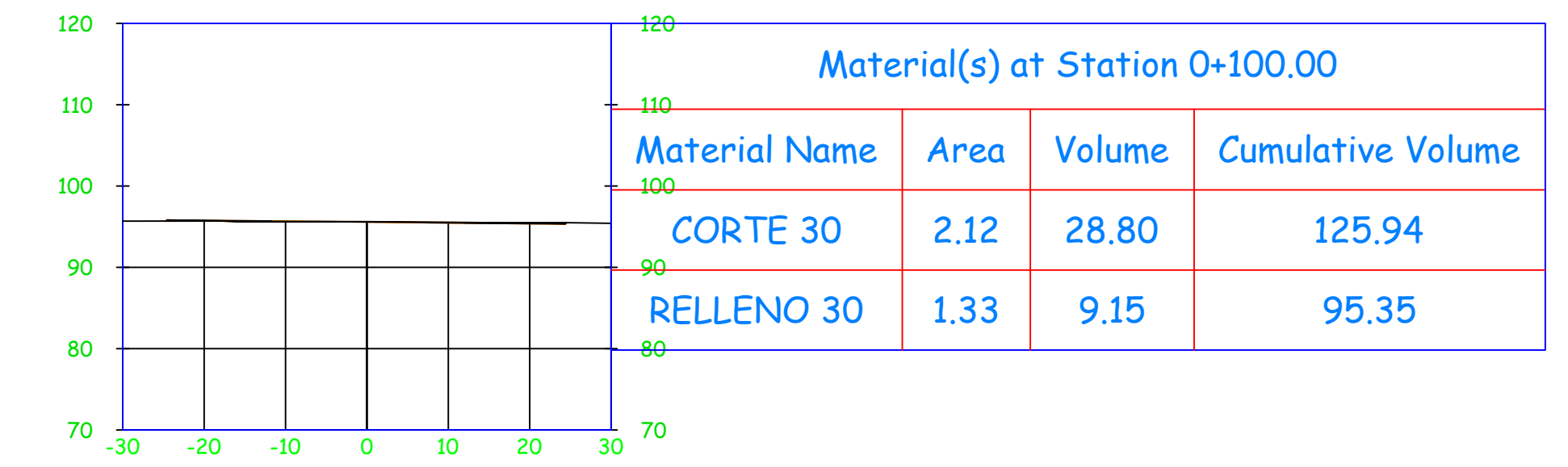
0+020.00



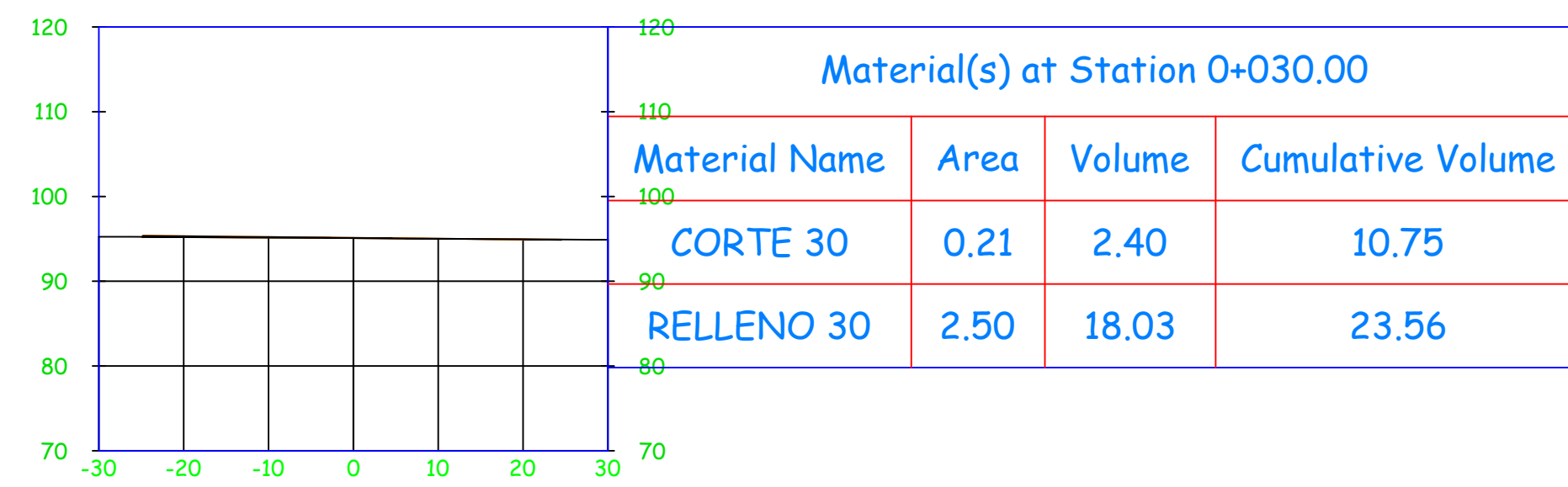
0+060.00



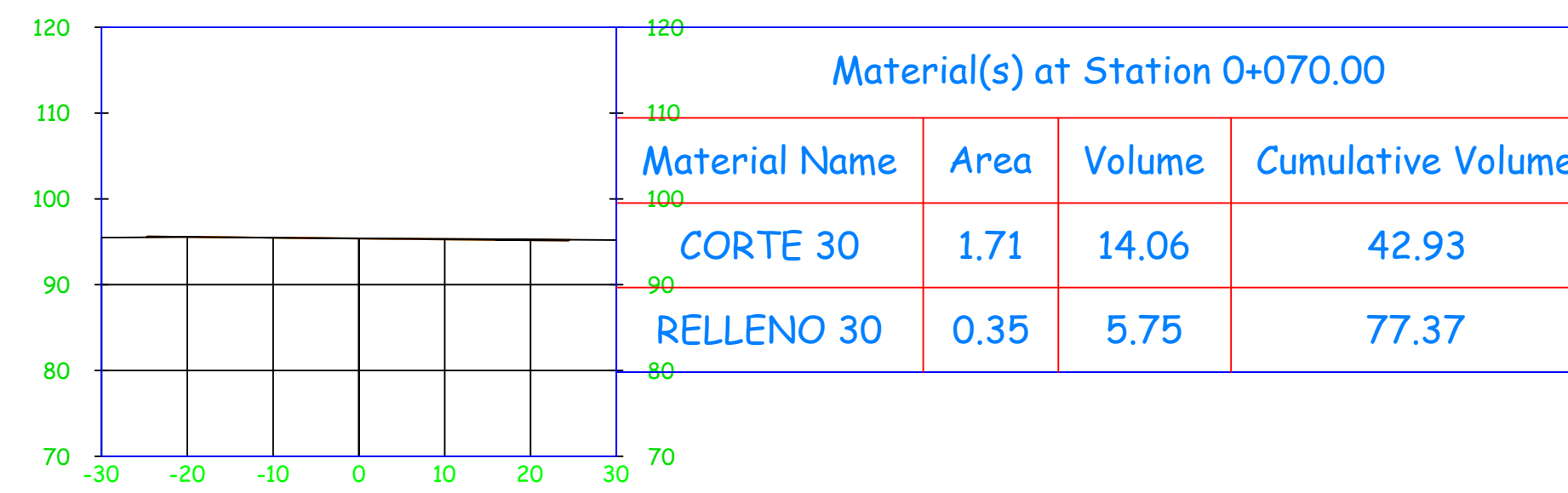
0+100.00



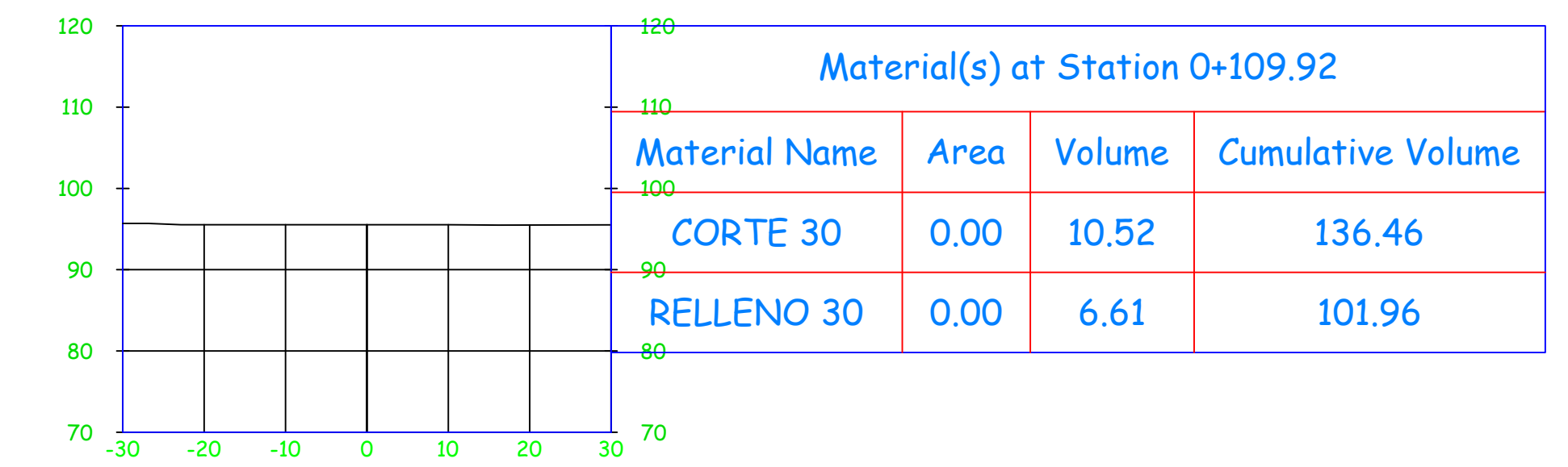
0+030.00



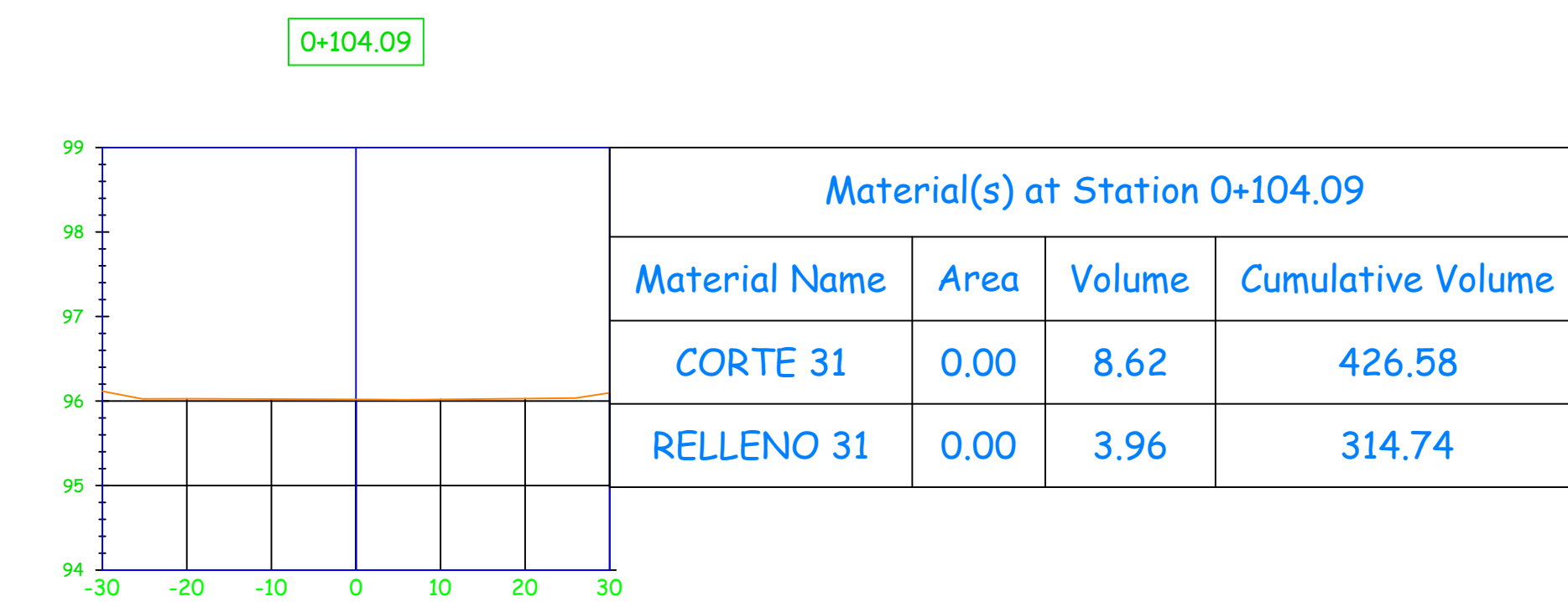
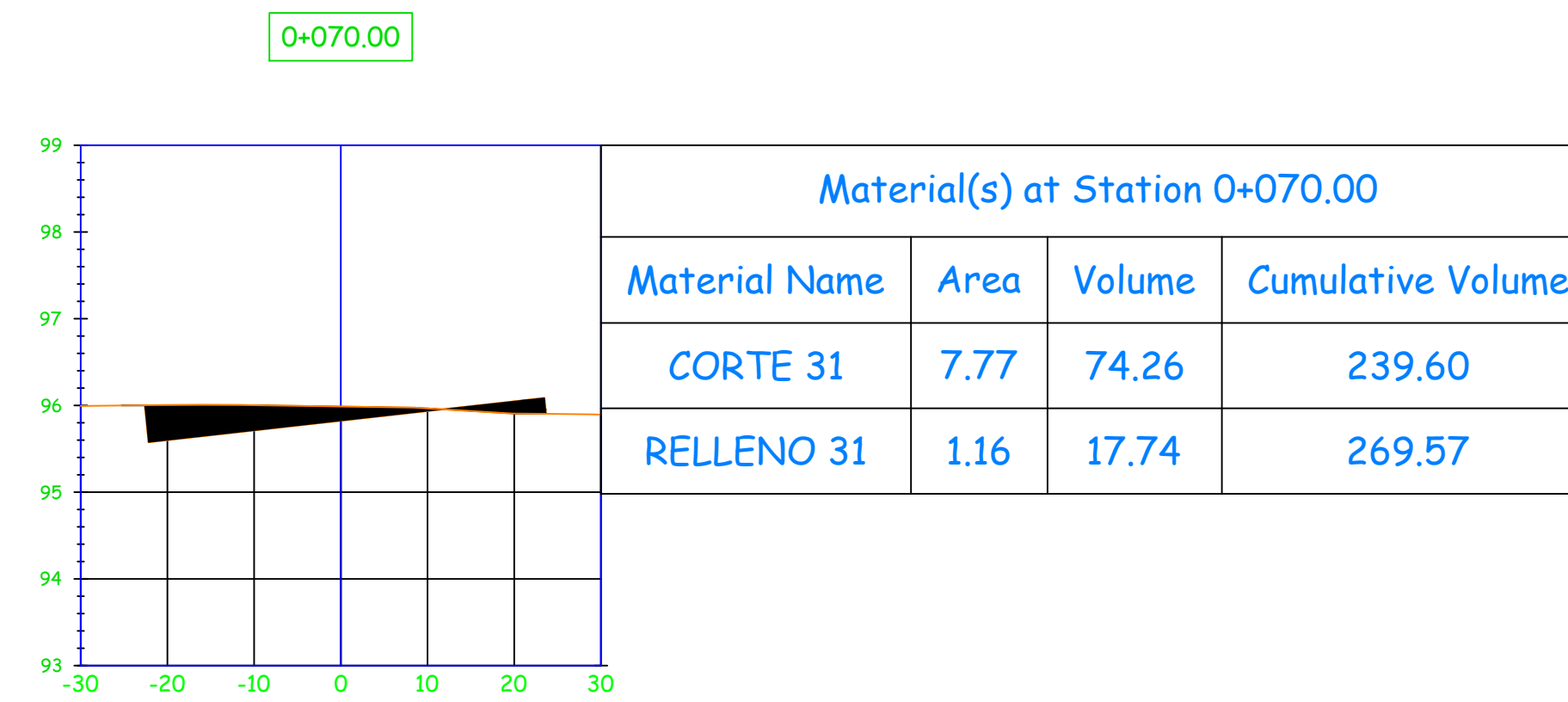
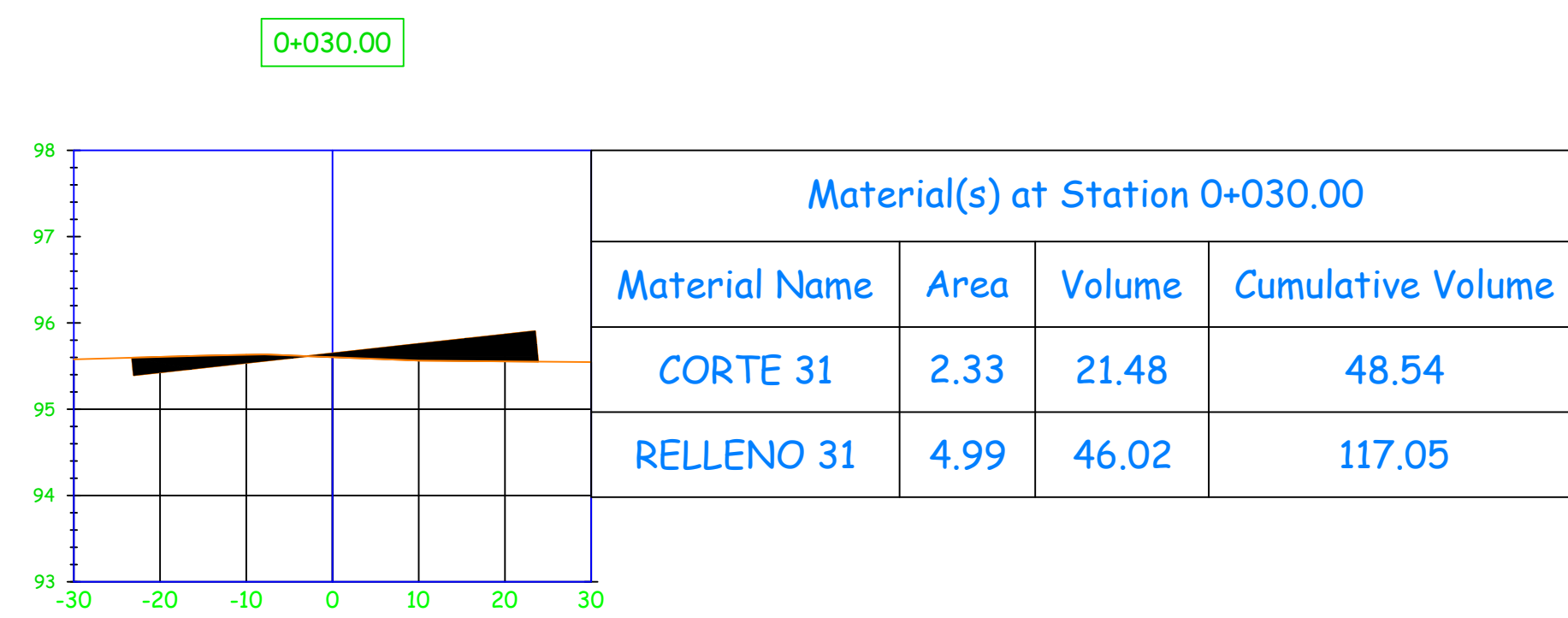
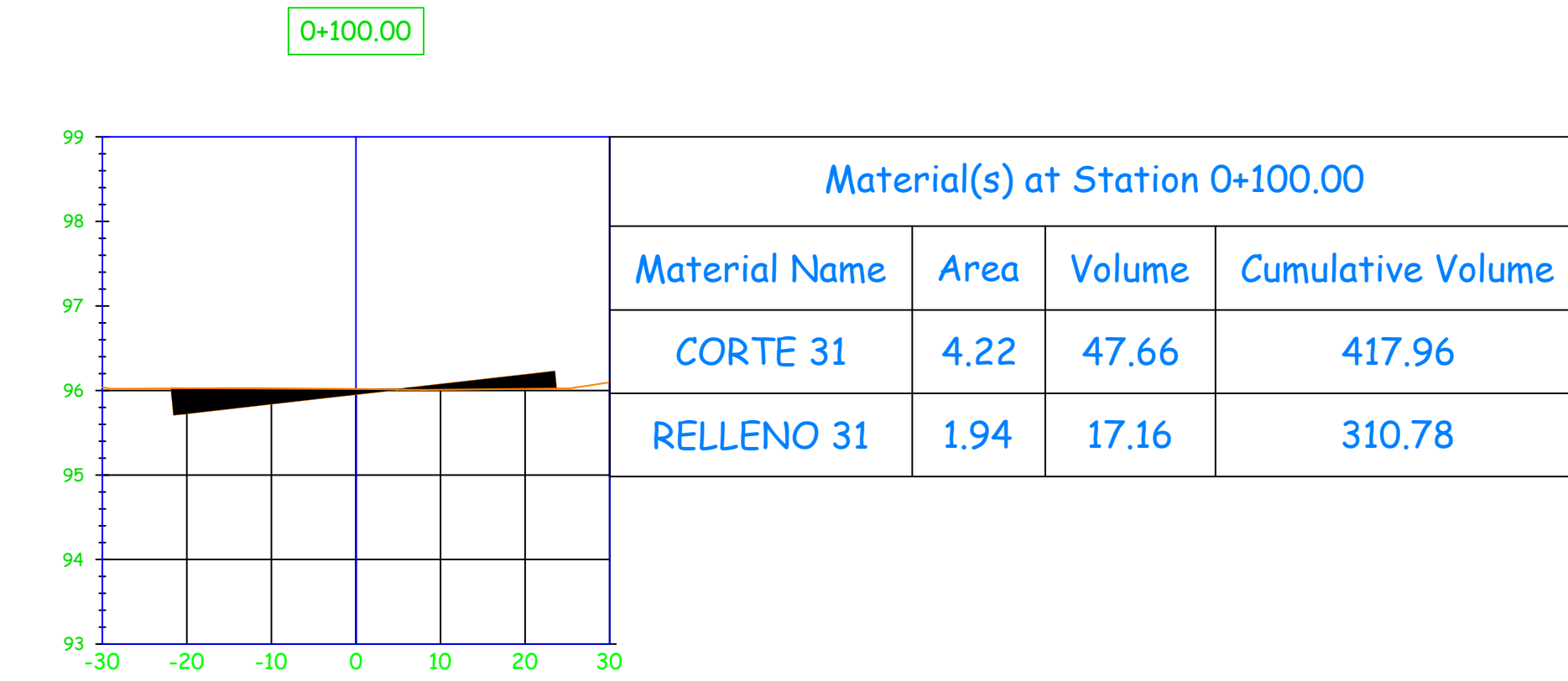
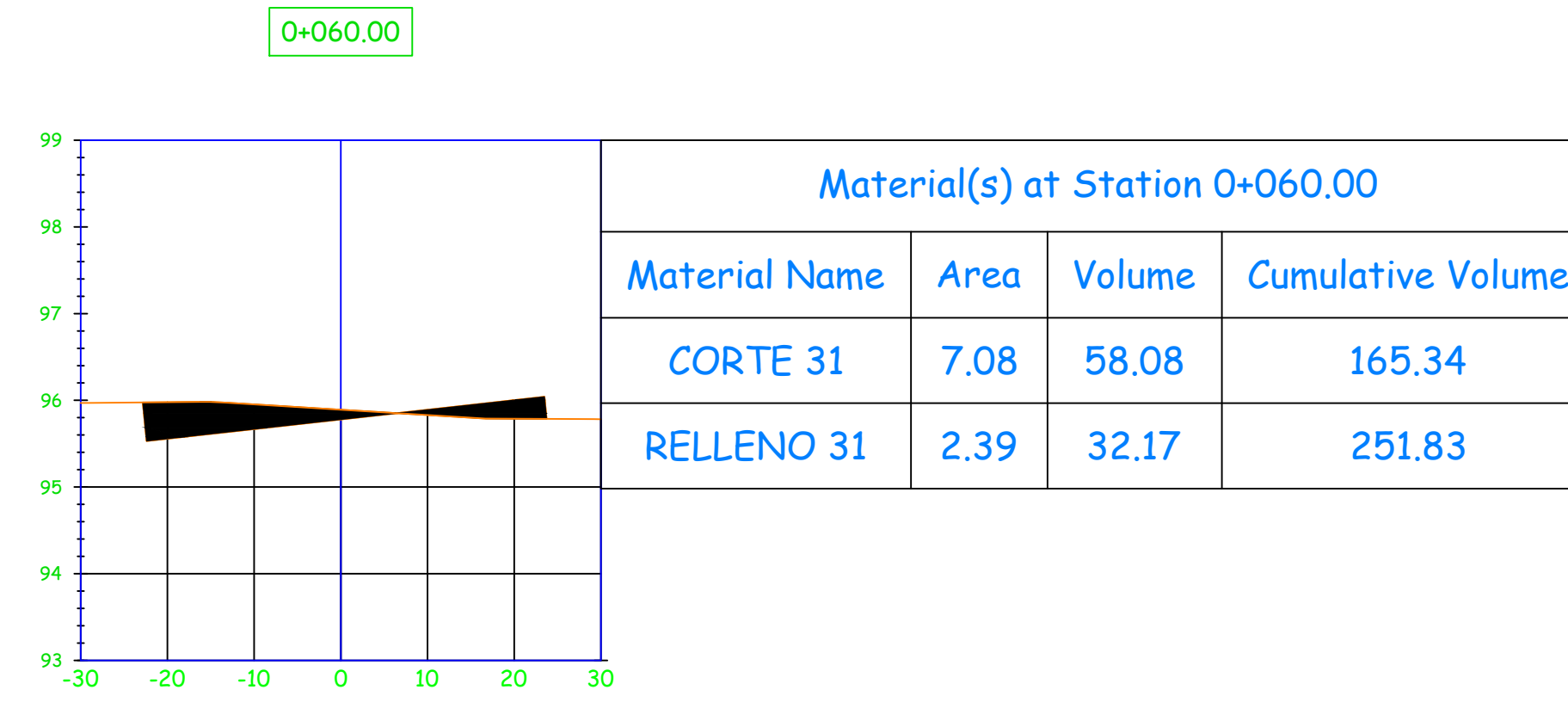
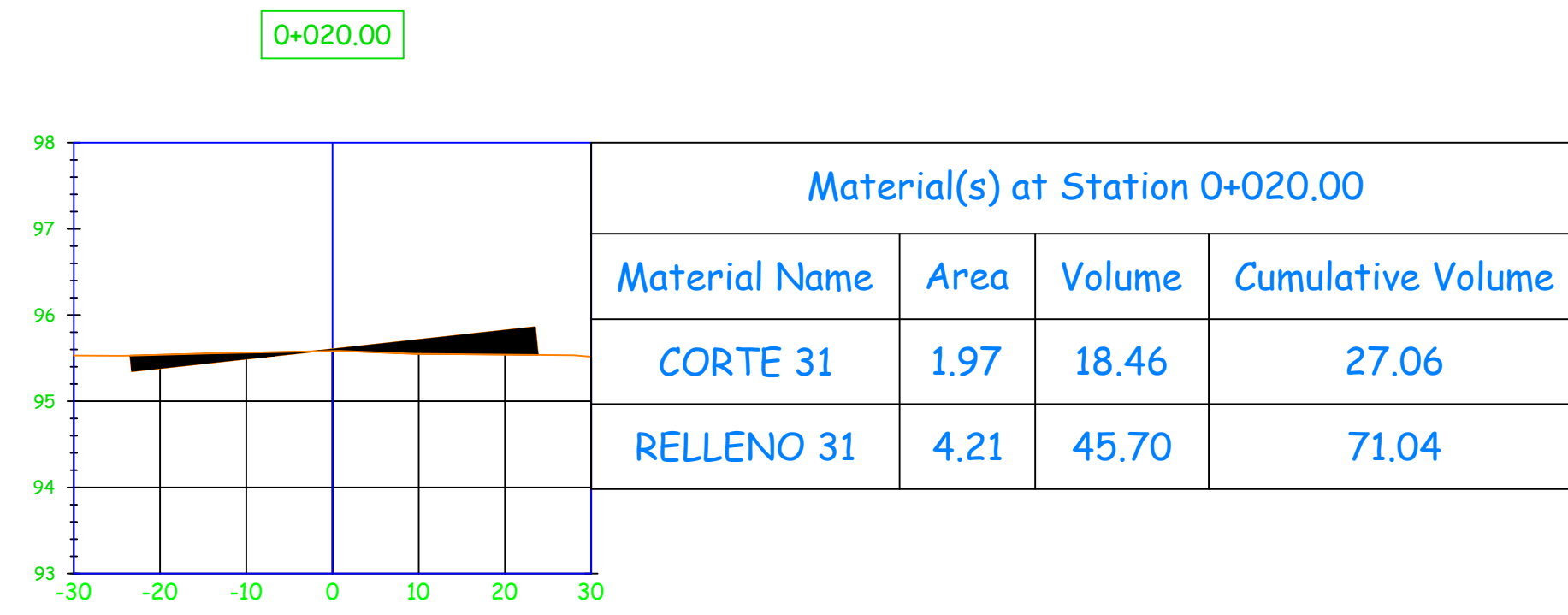
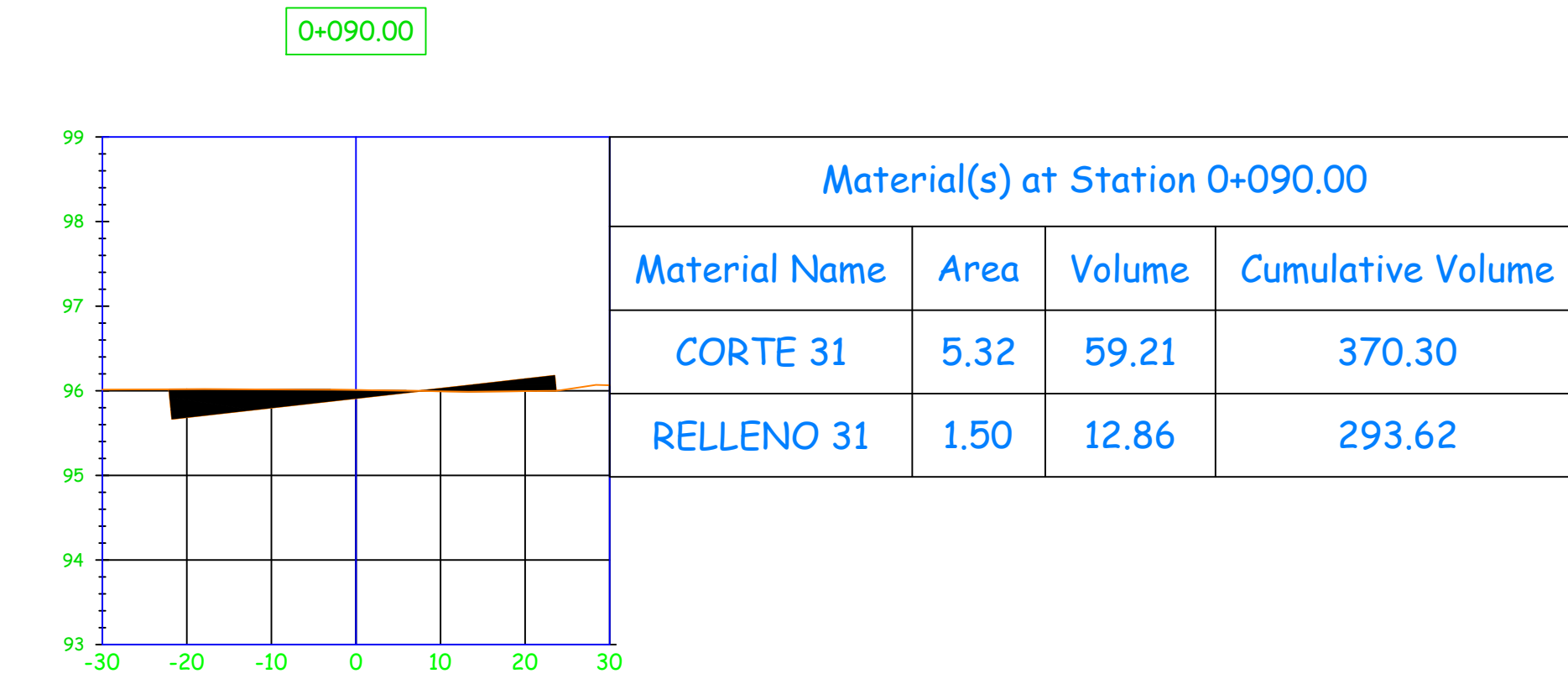
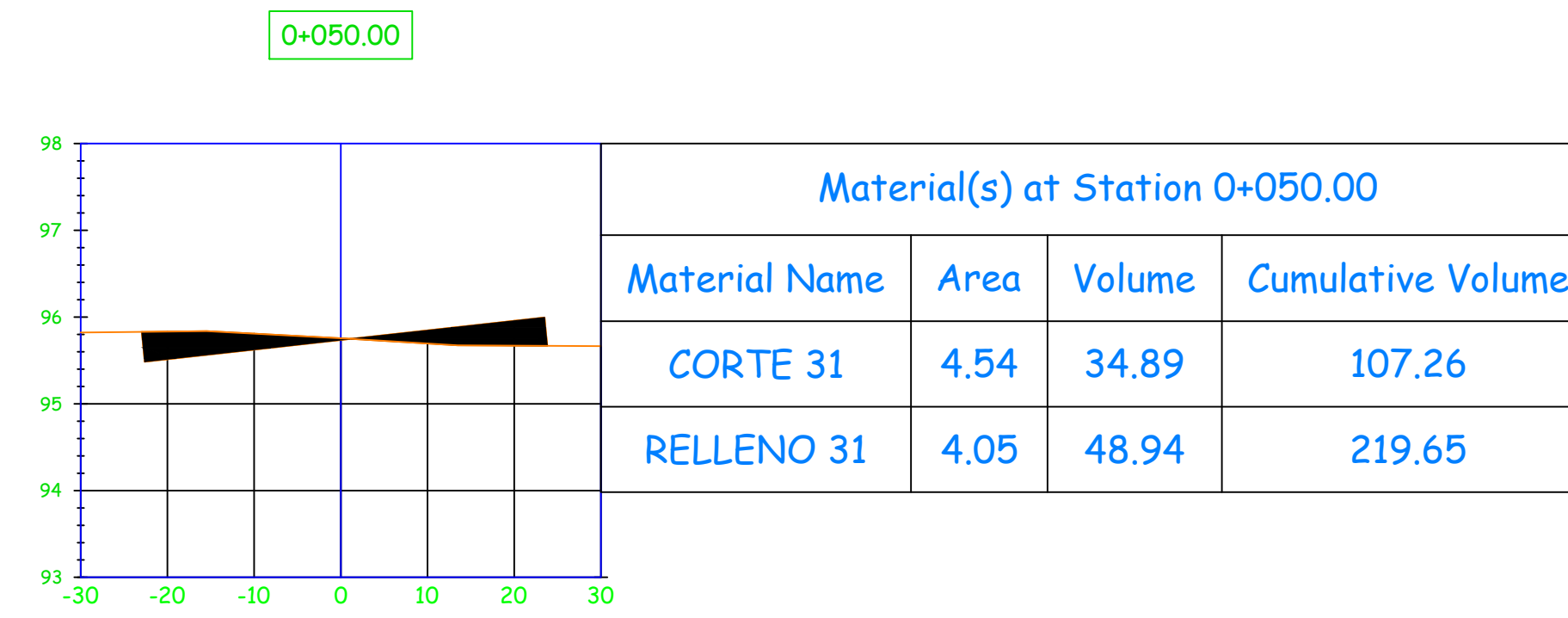
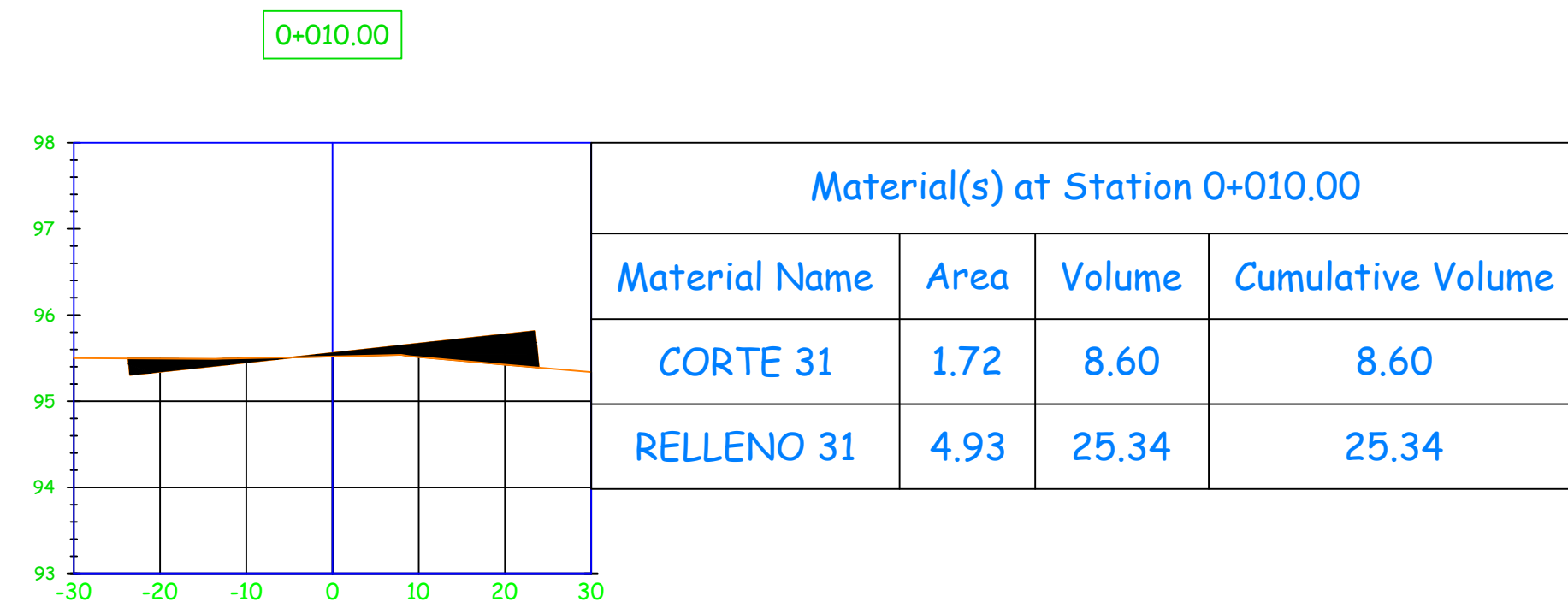
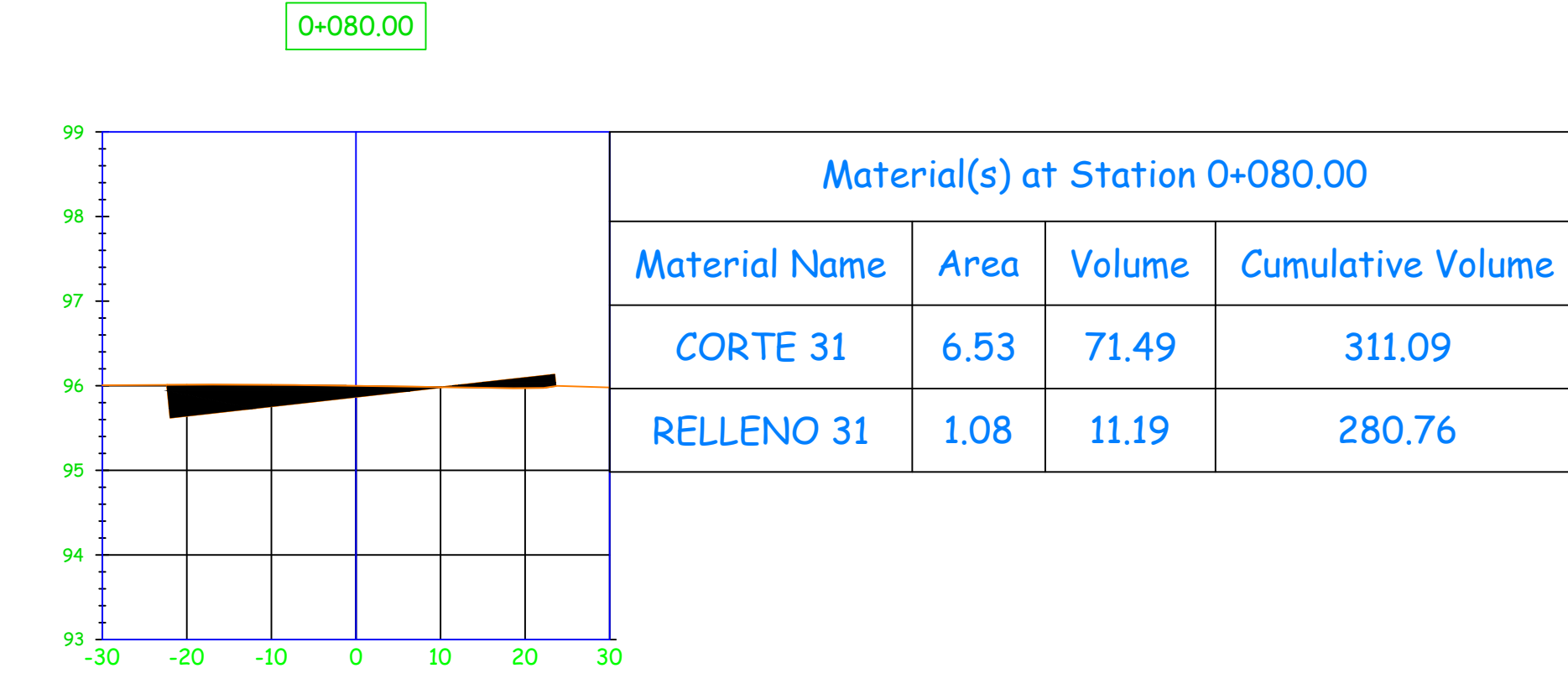
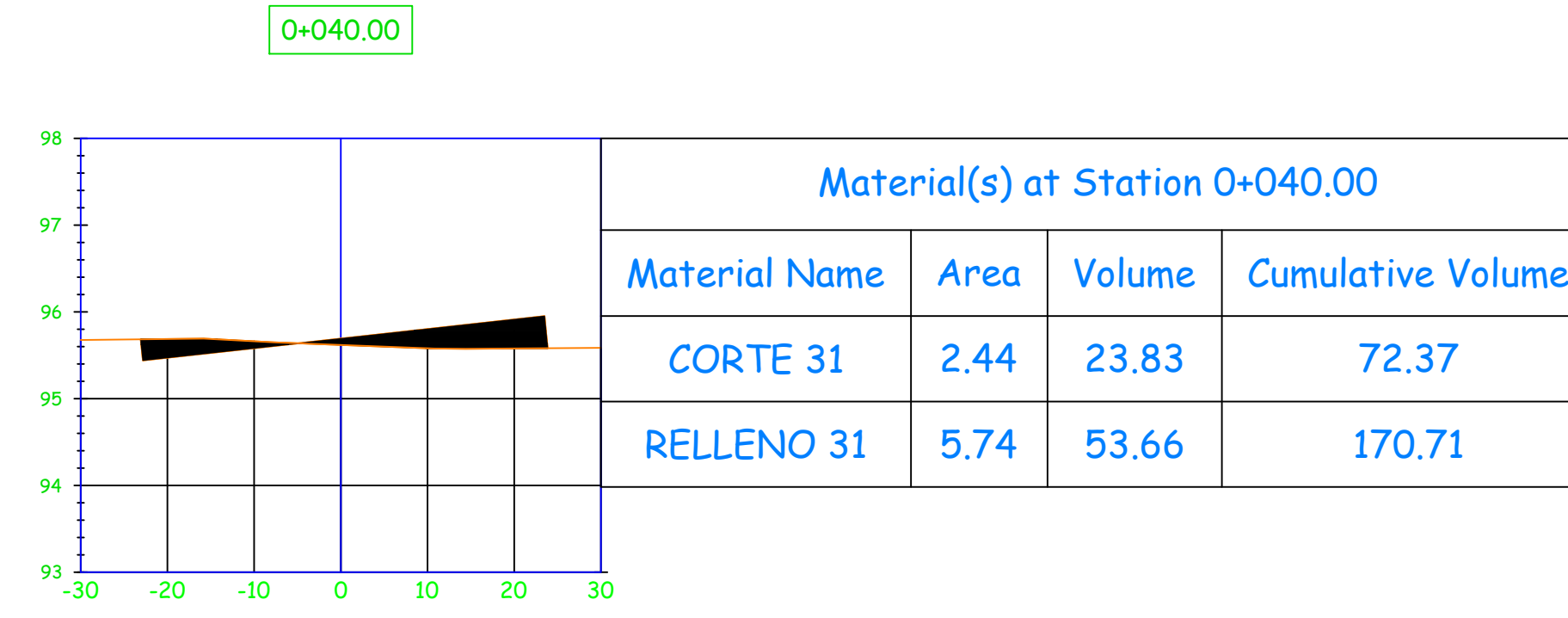
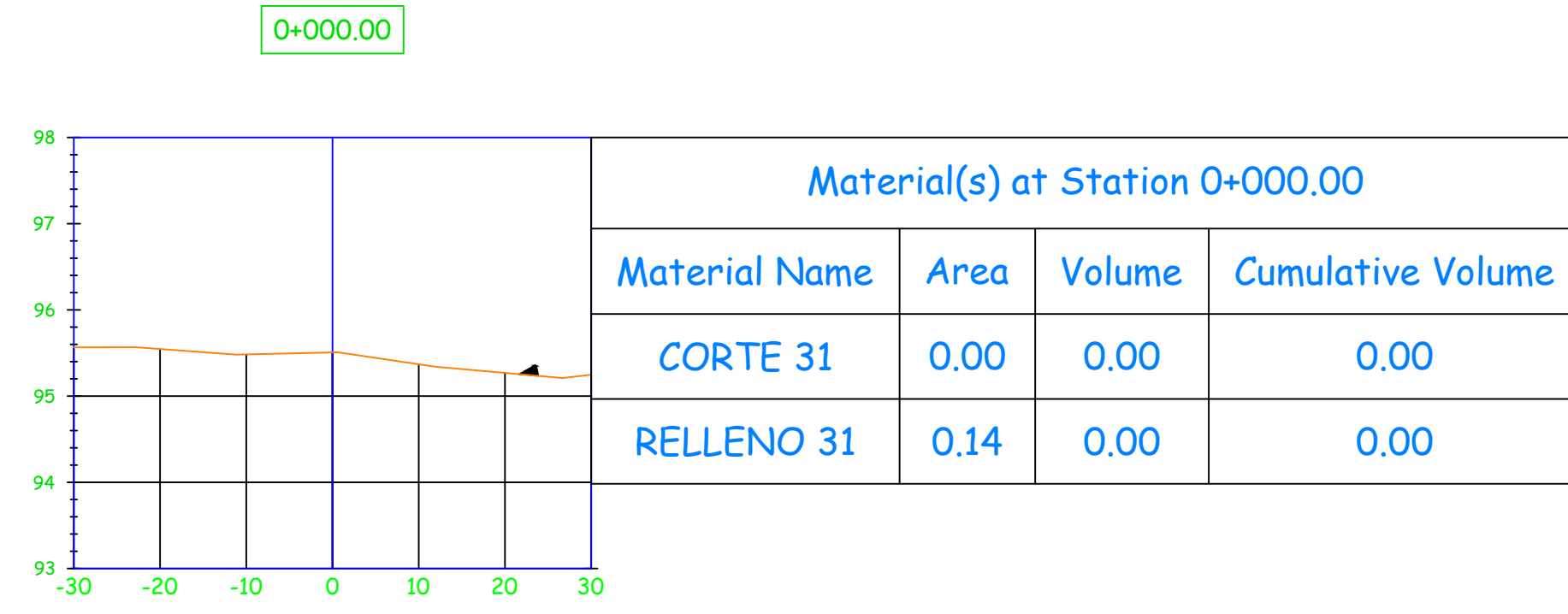
0+070.00



0+109.92

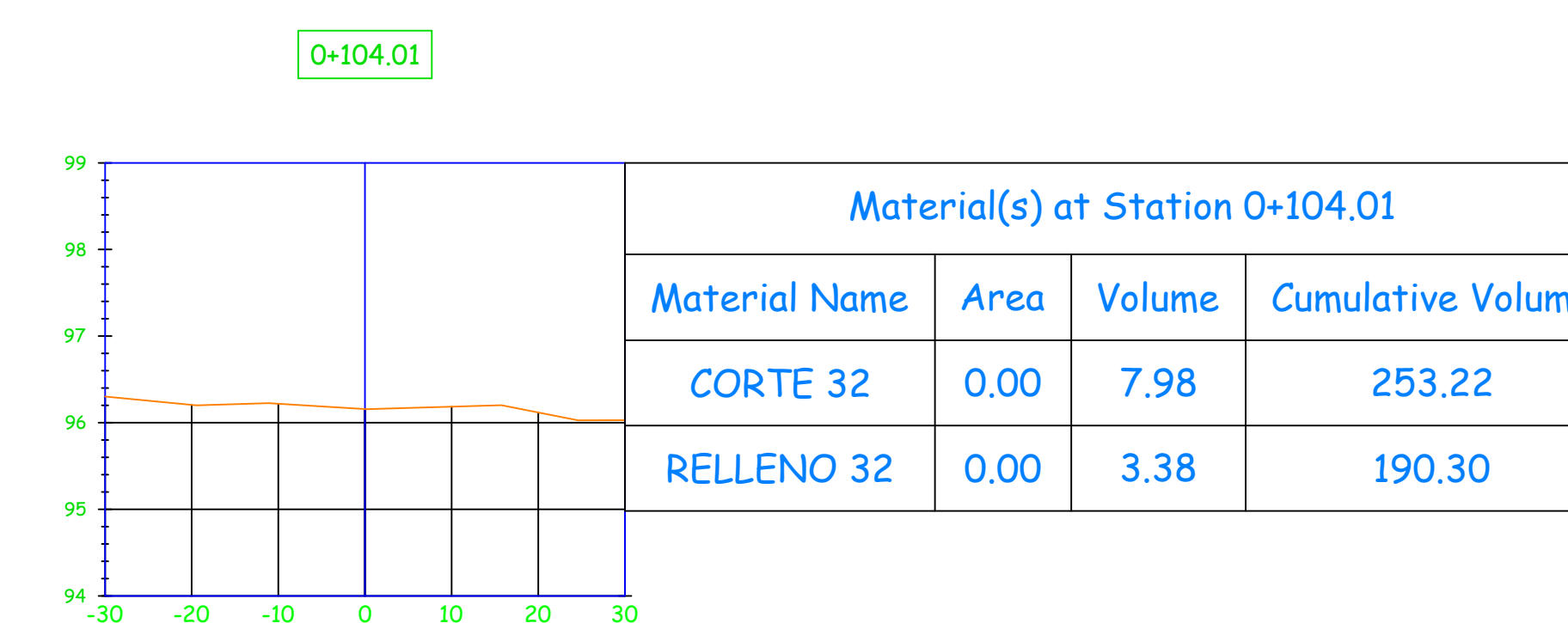
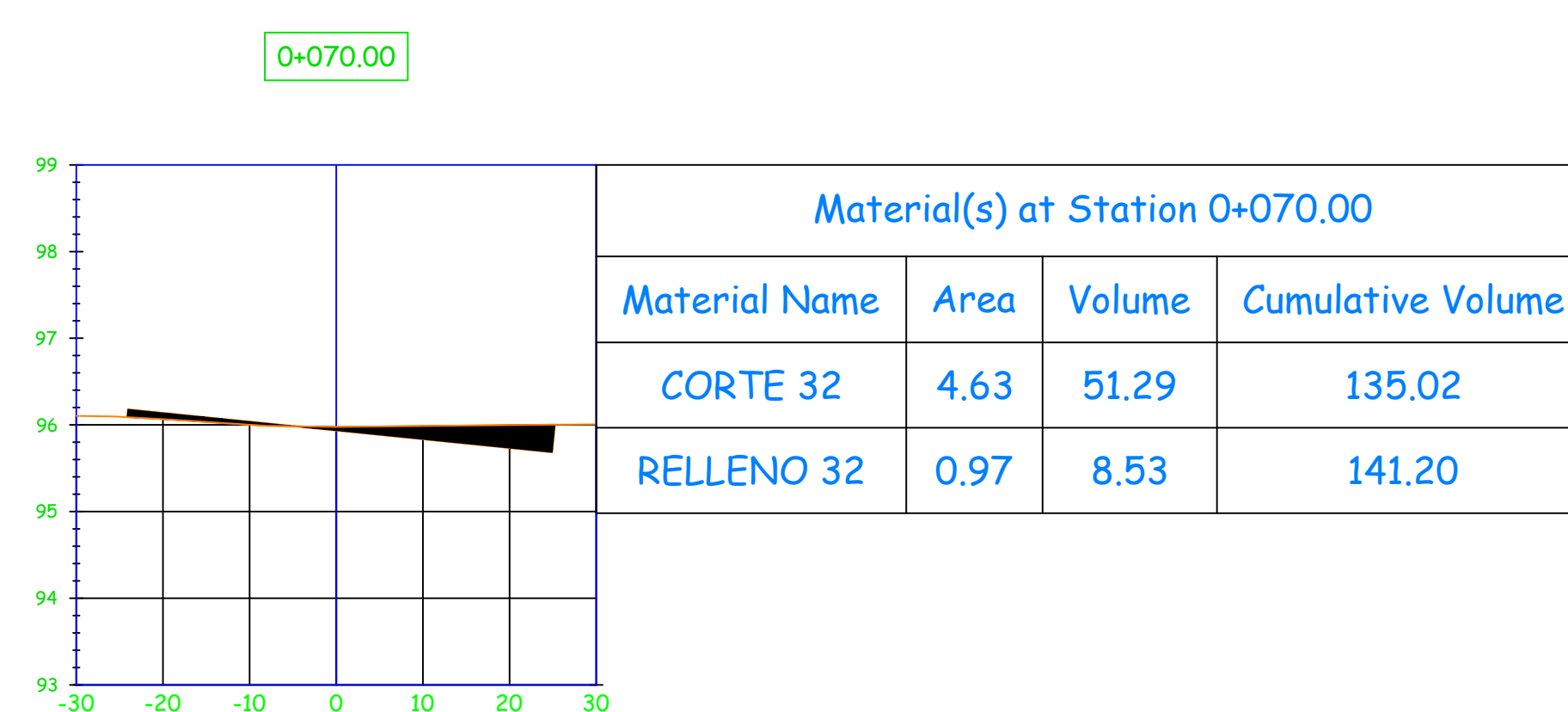
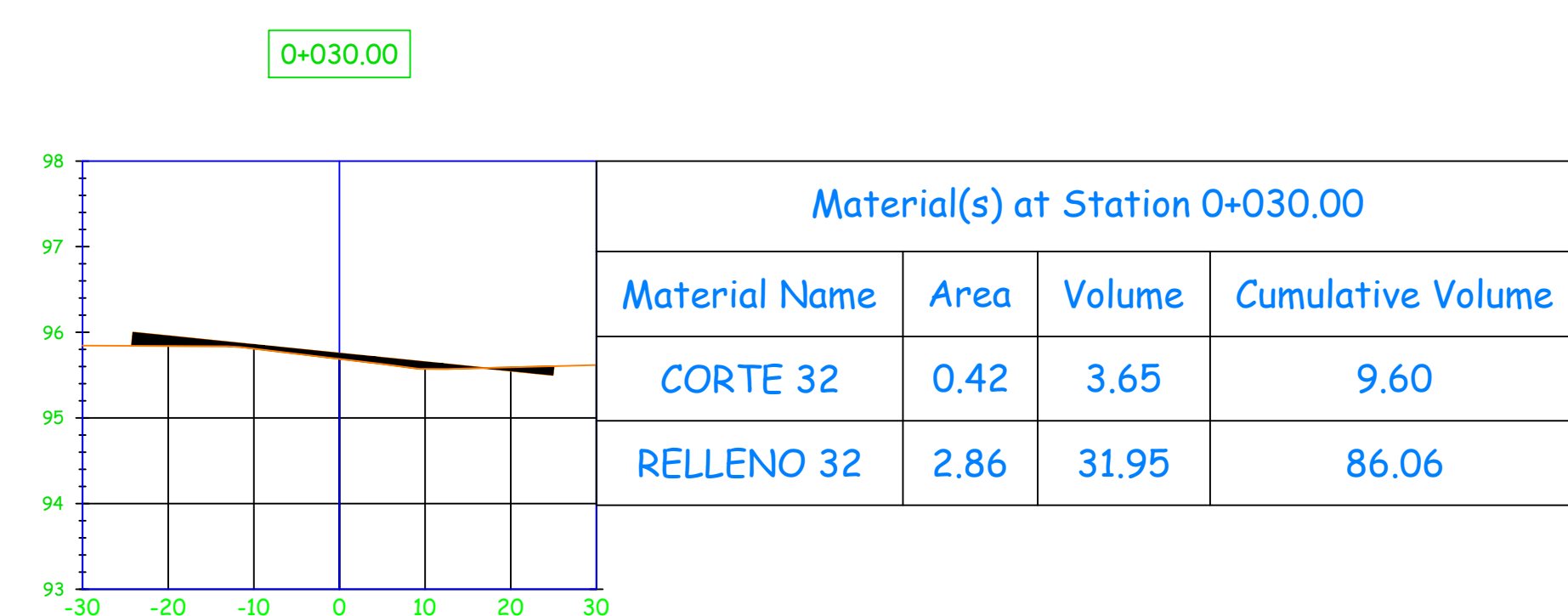
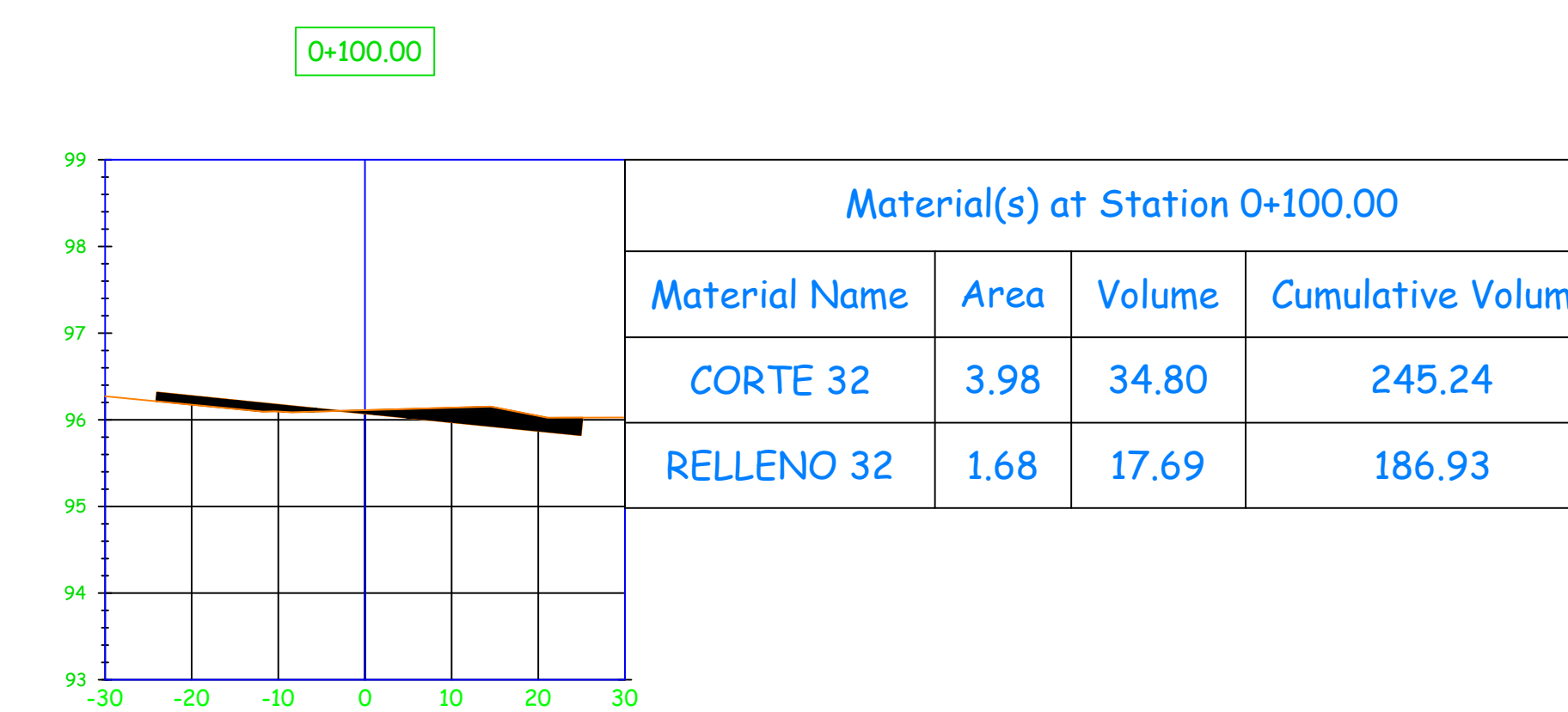
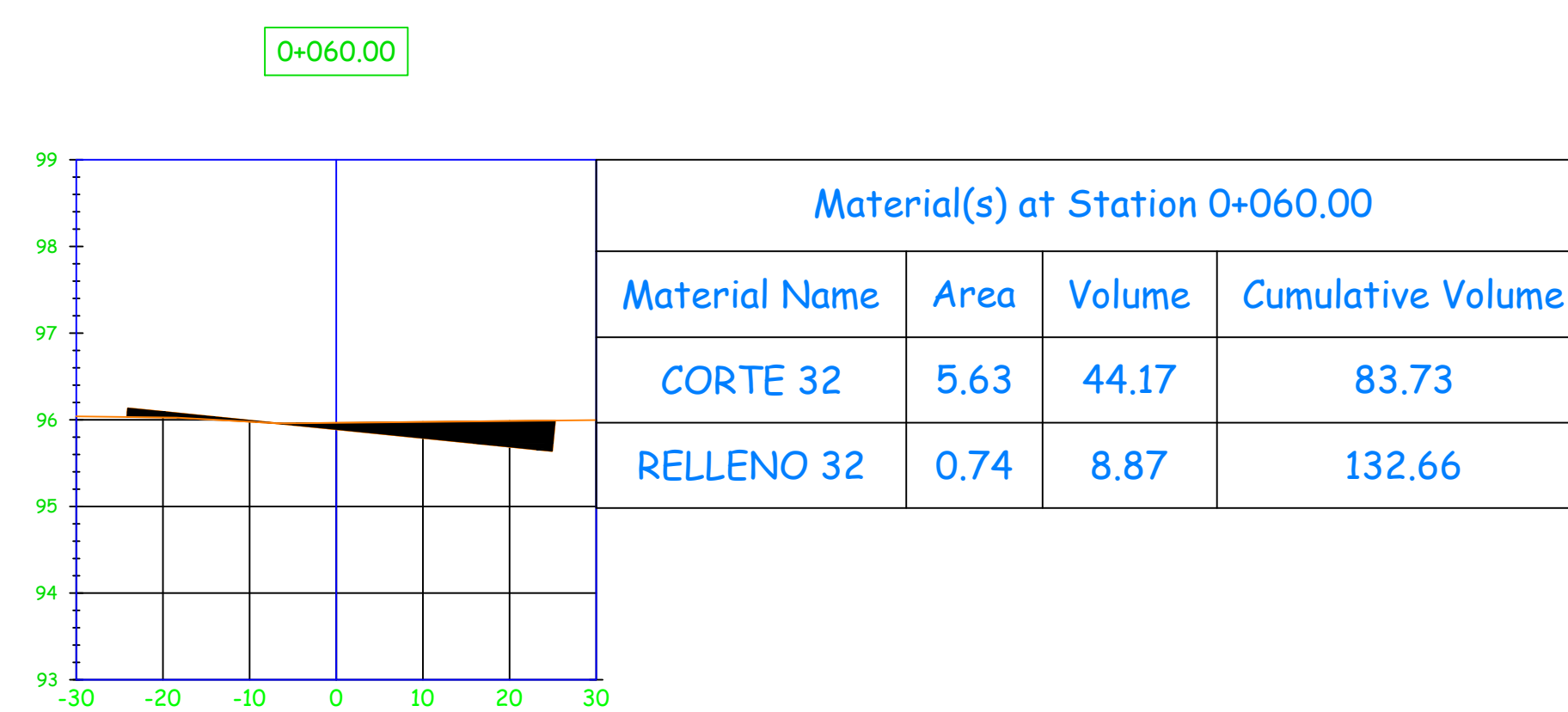
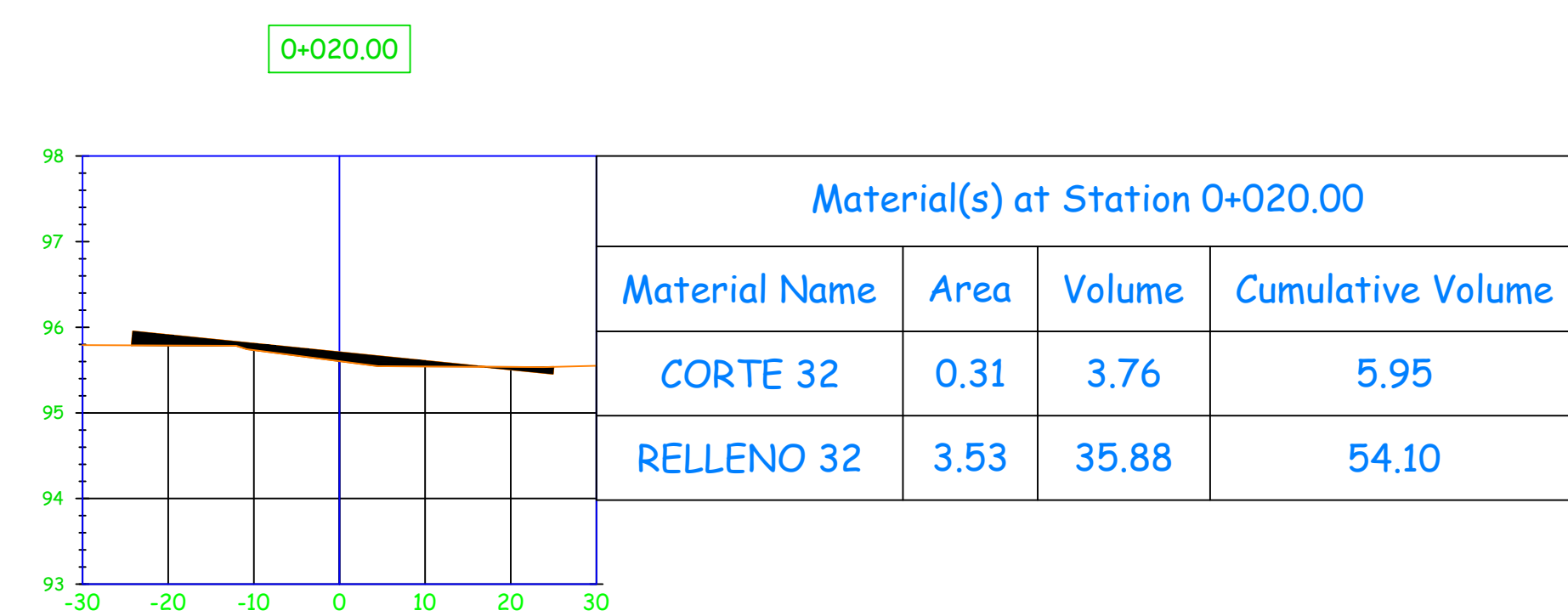
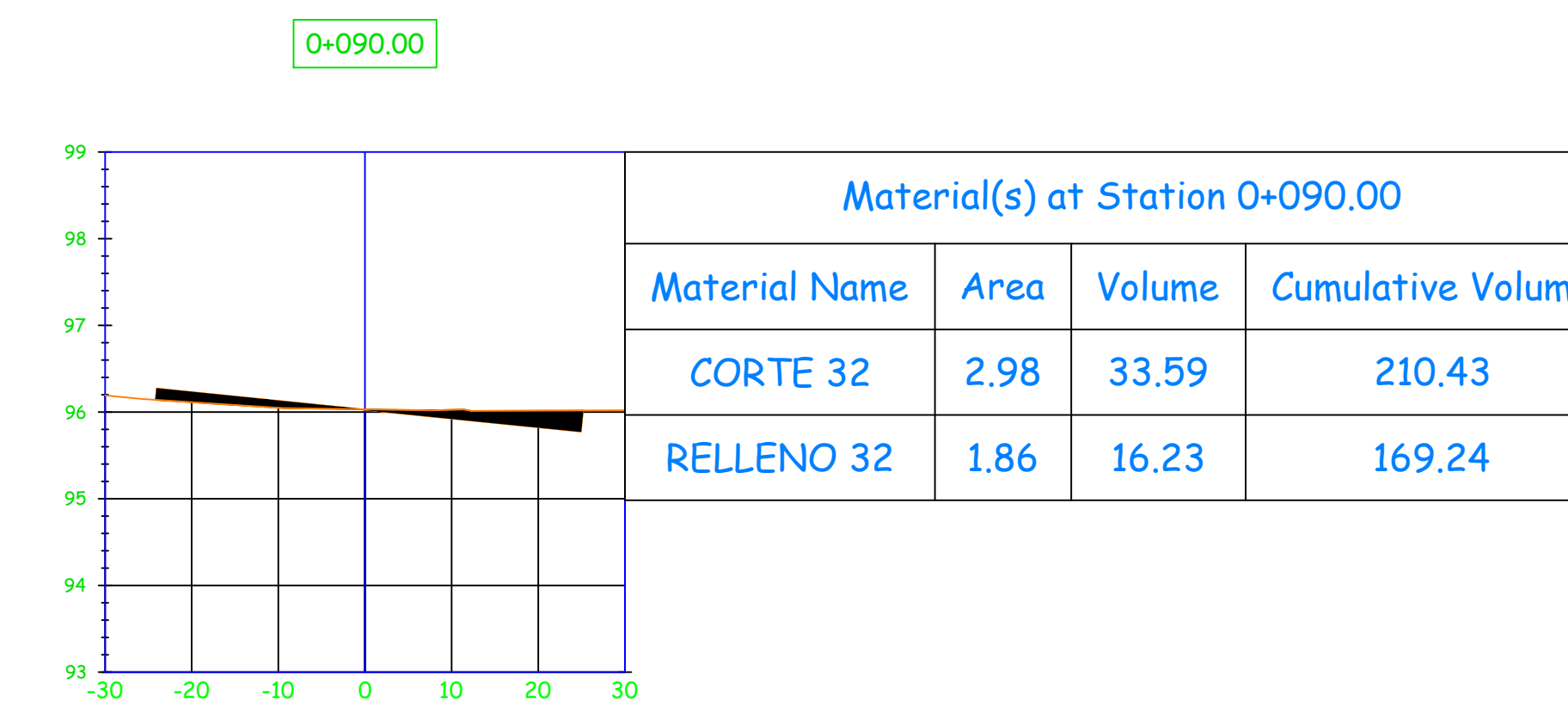
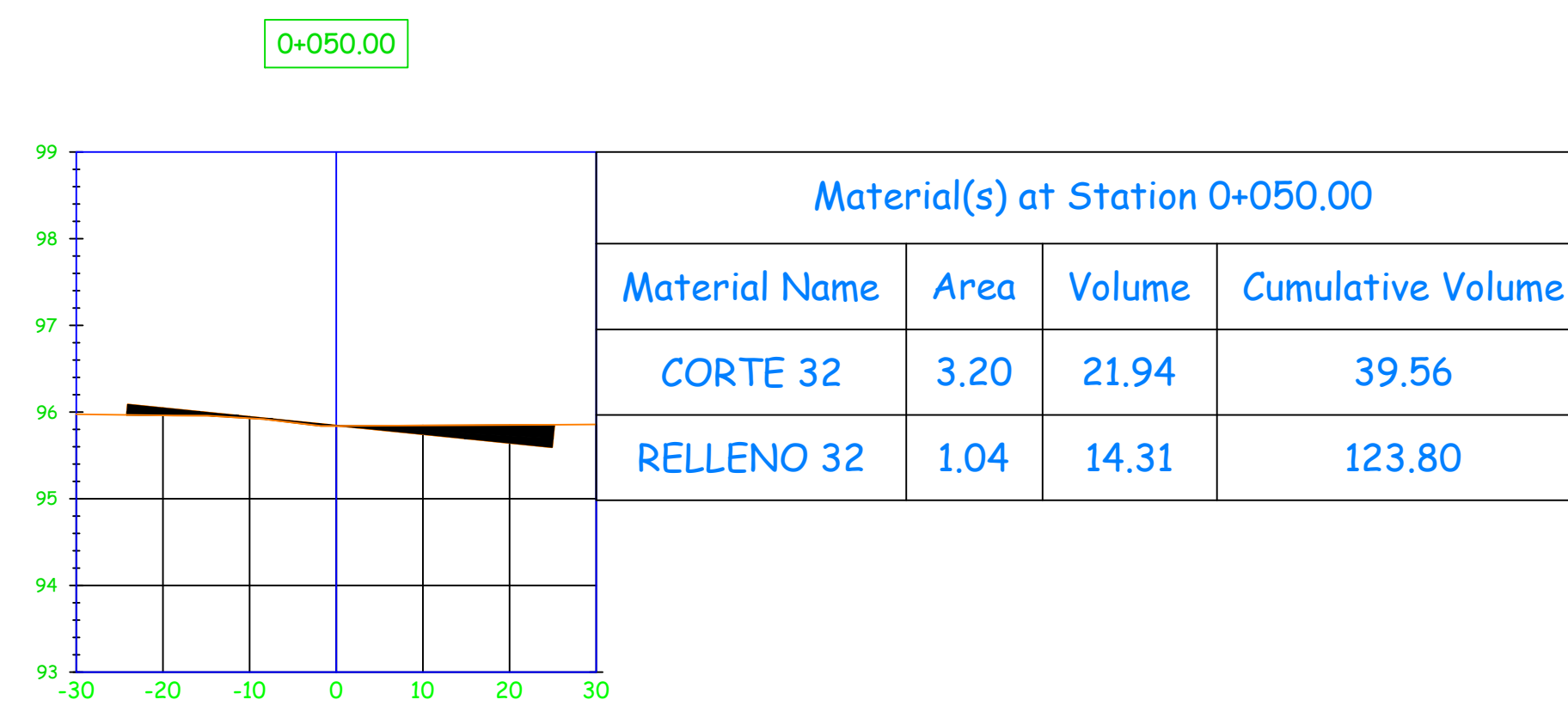
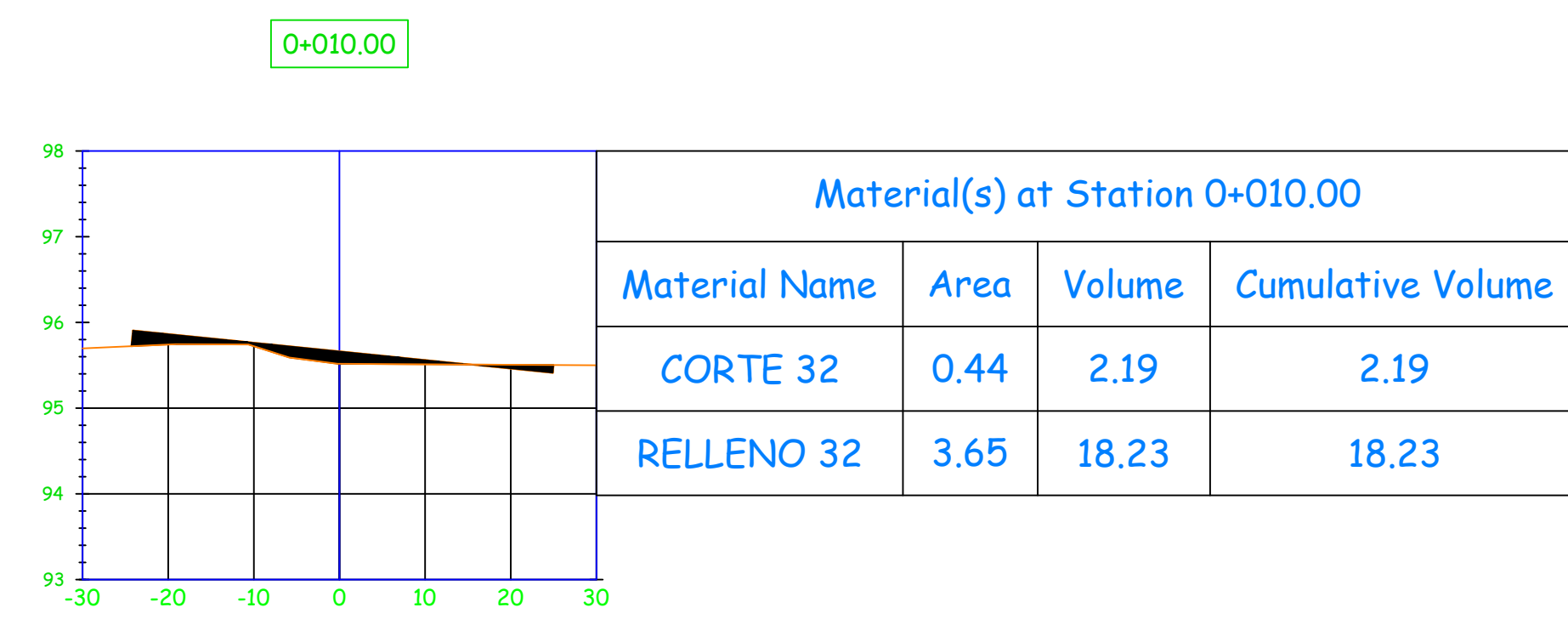
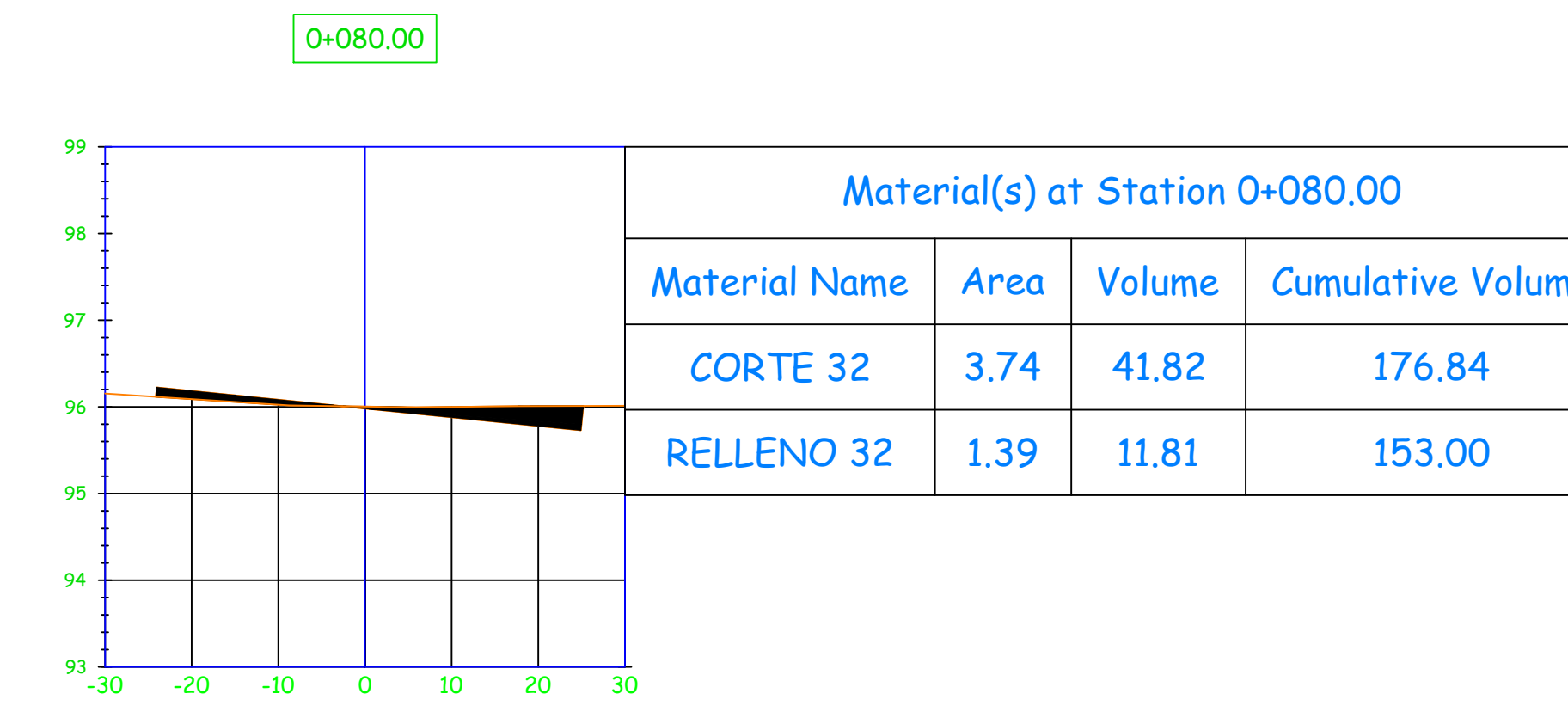
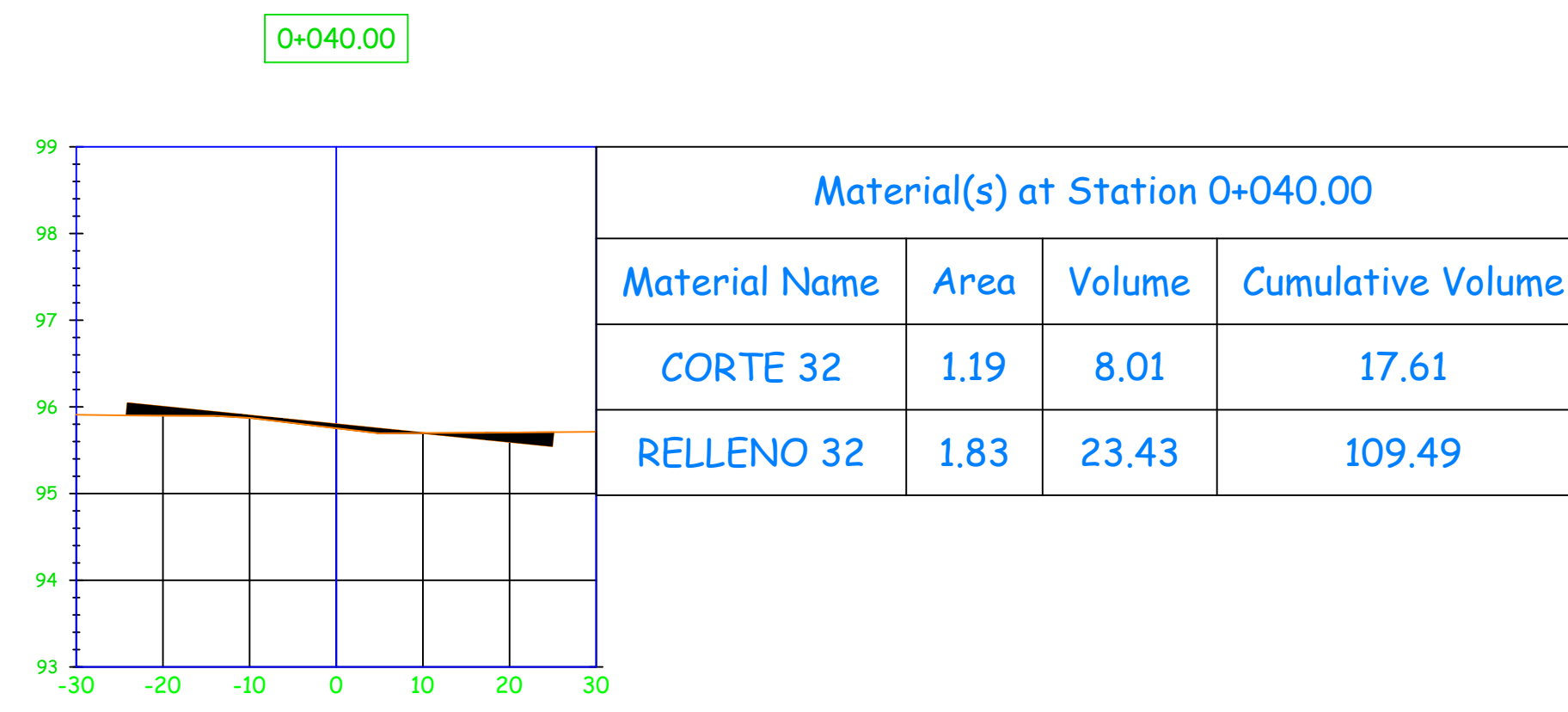
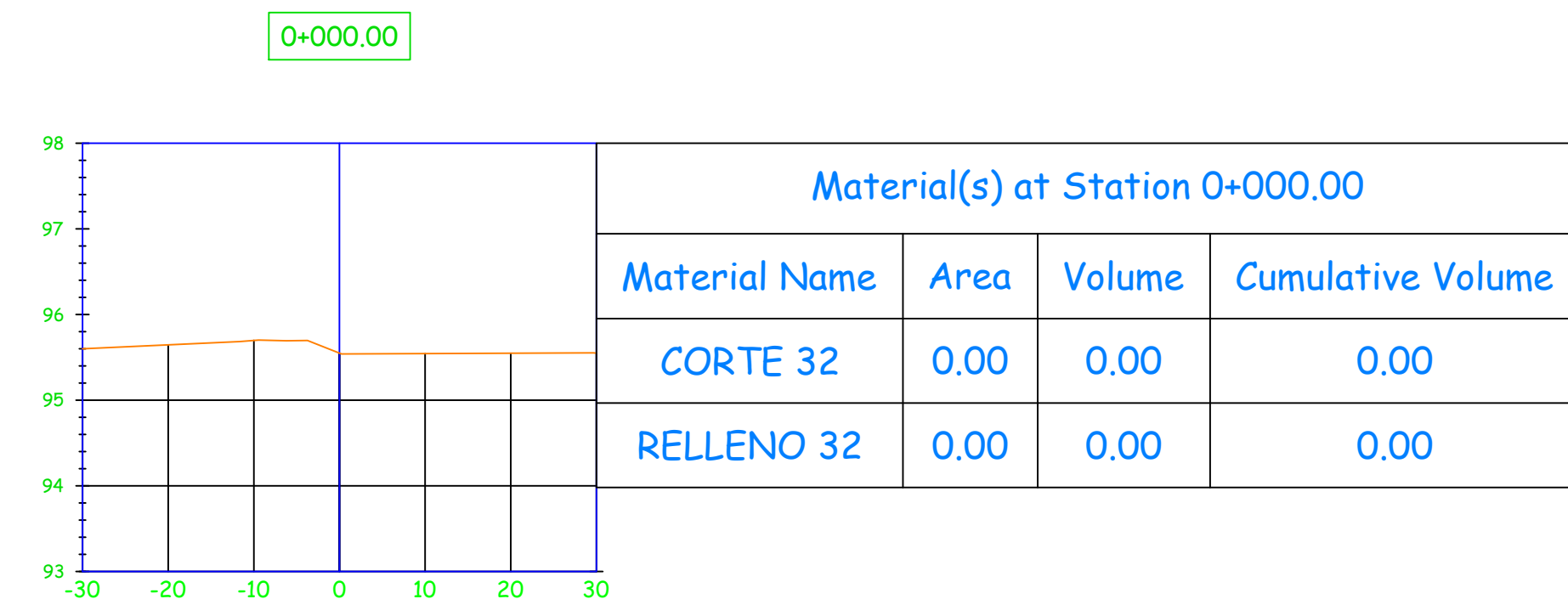


# TERRAZA VALVULA 31



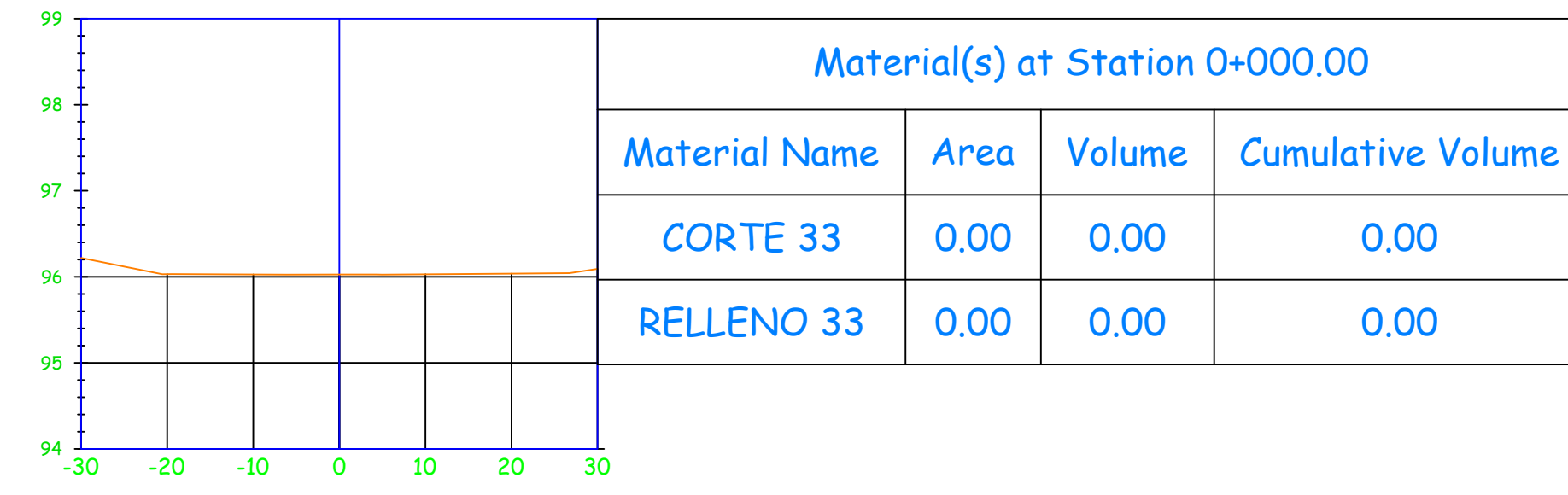


# TERRAZA VALVULA 32

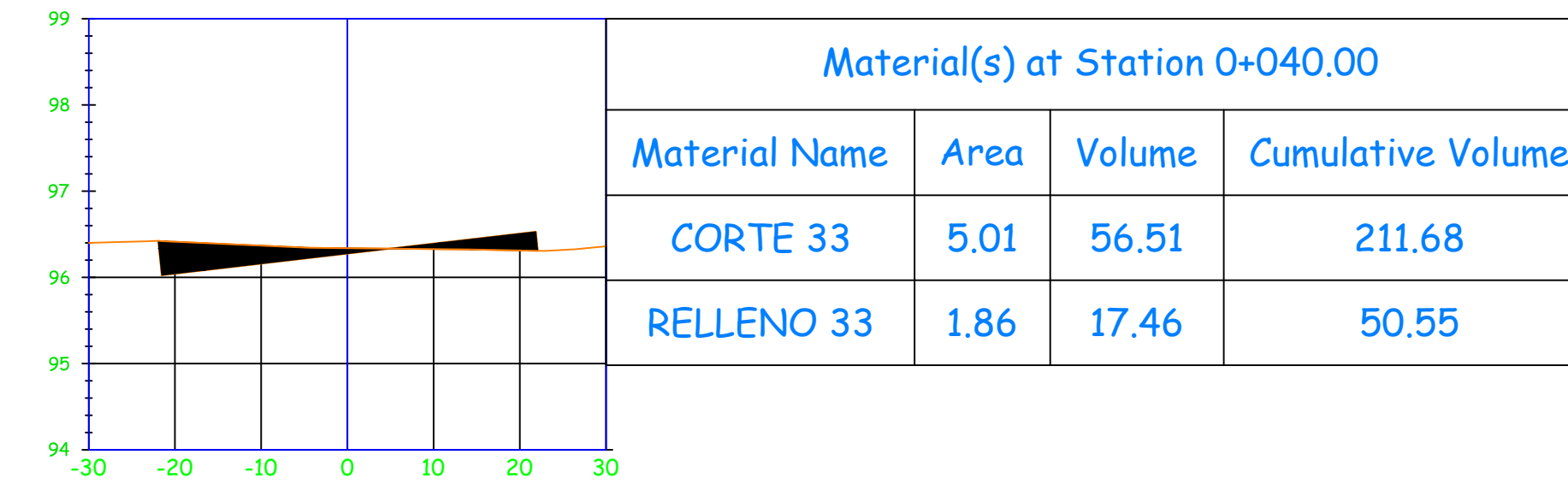


# TERRAZA VALVULA 33

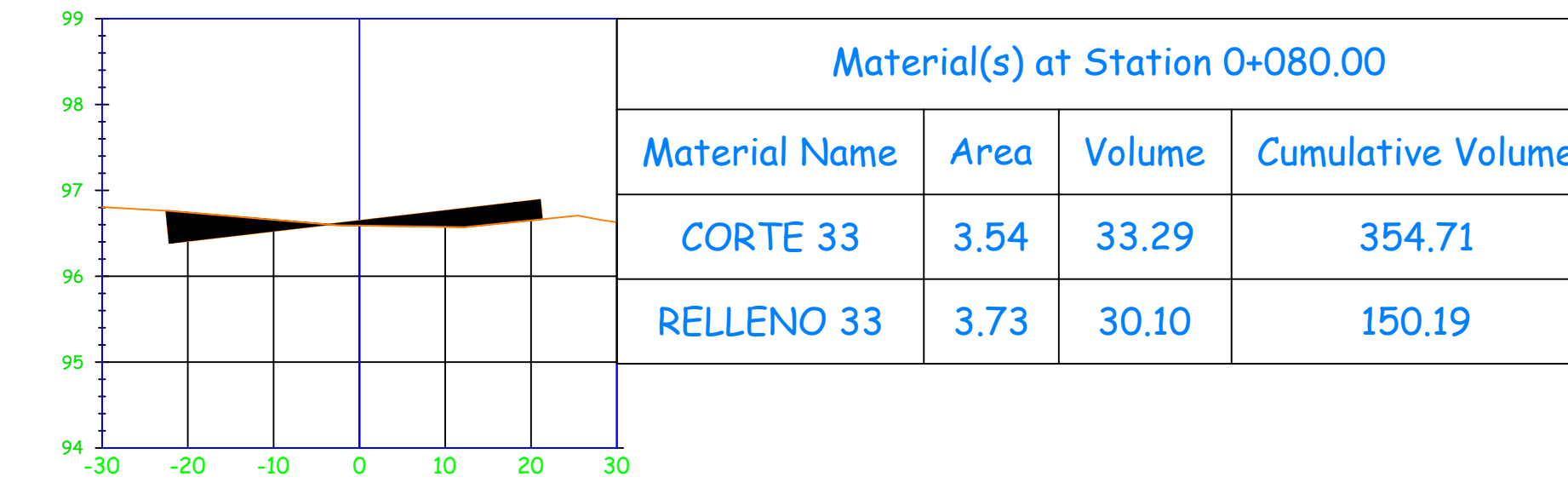
0+000.00



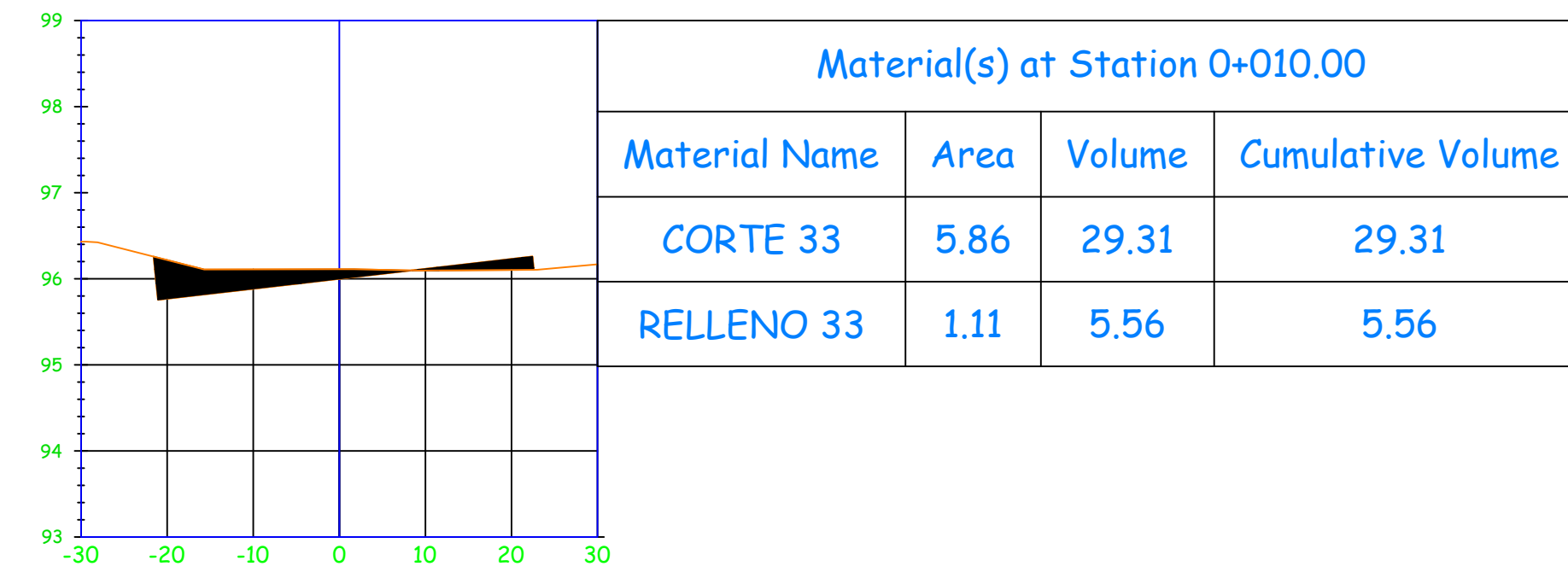
0+040.00



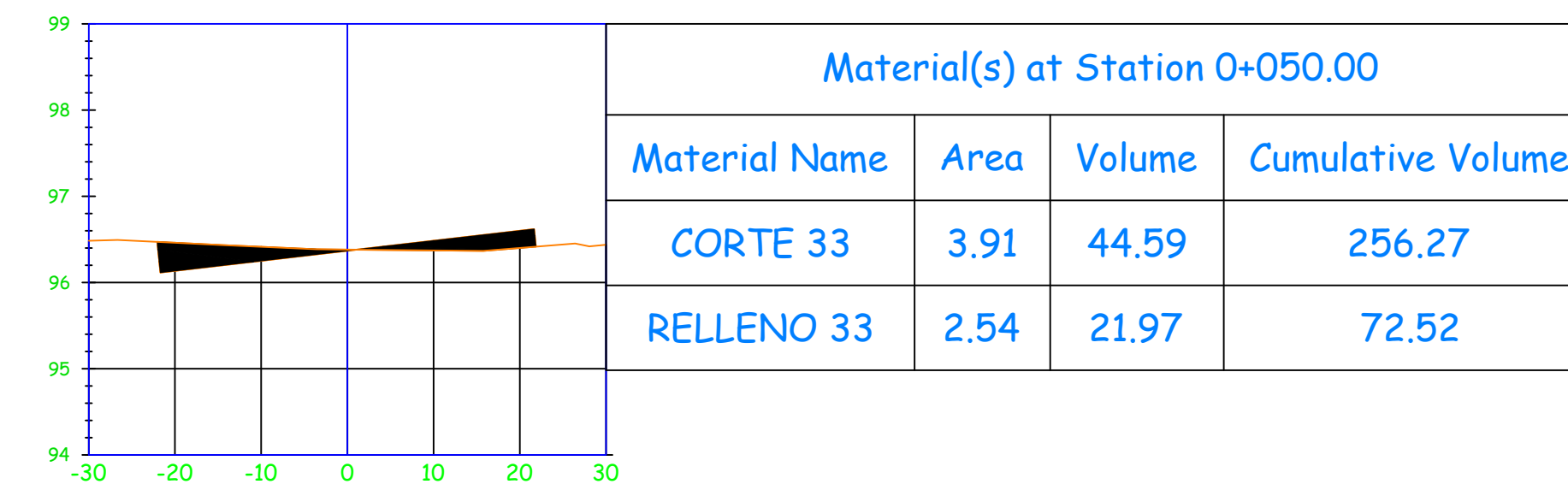
0+080.00



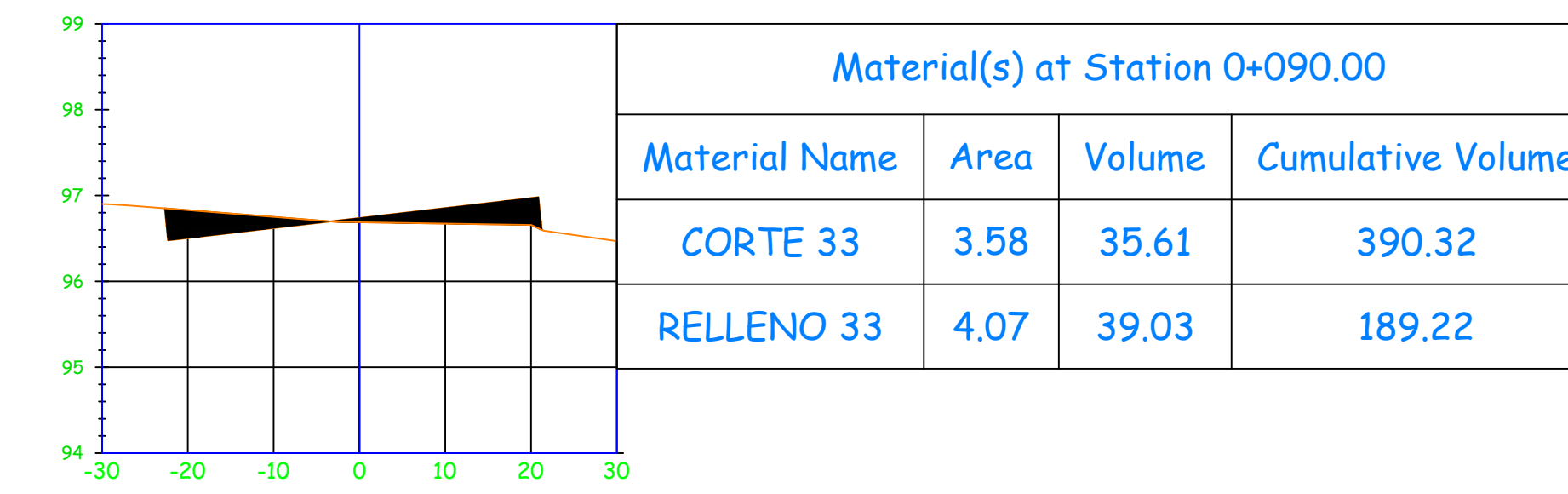
0+010.00



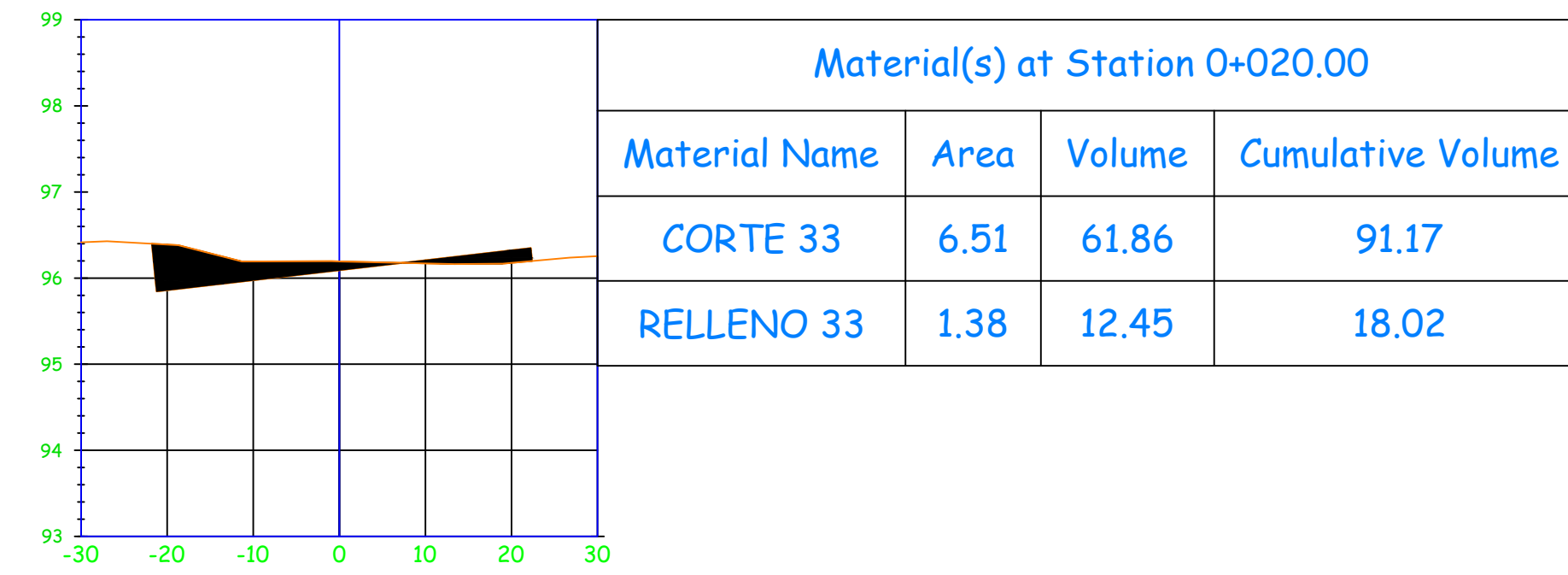
0+050.00



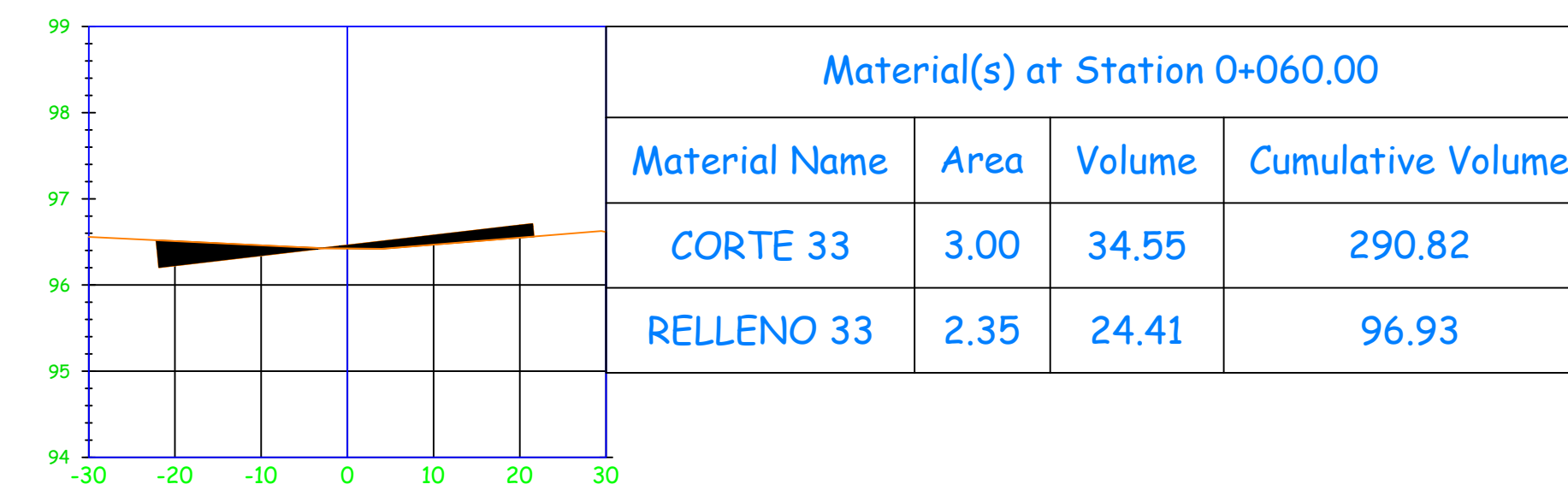
0+090.00



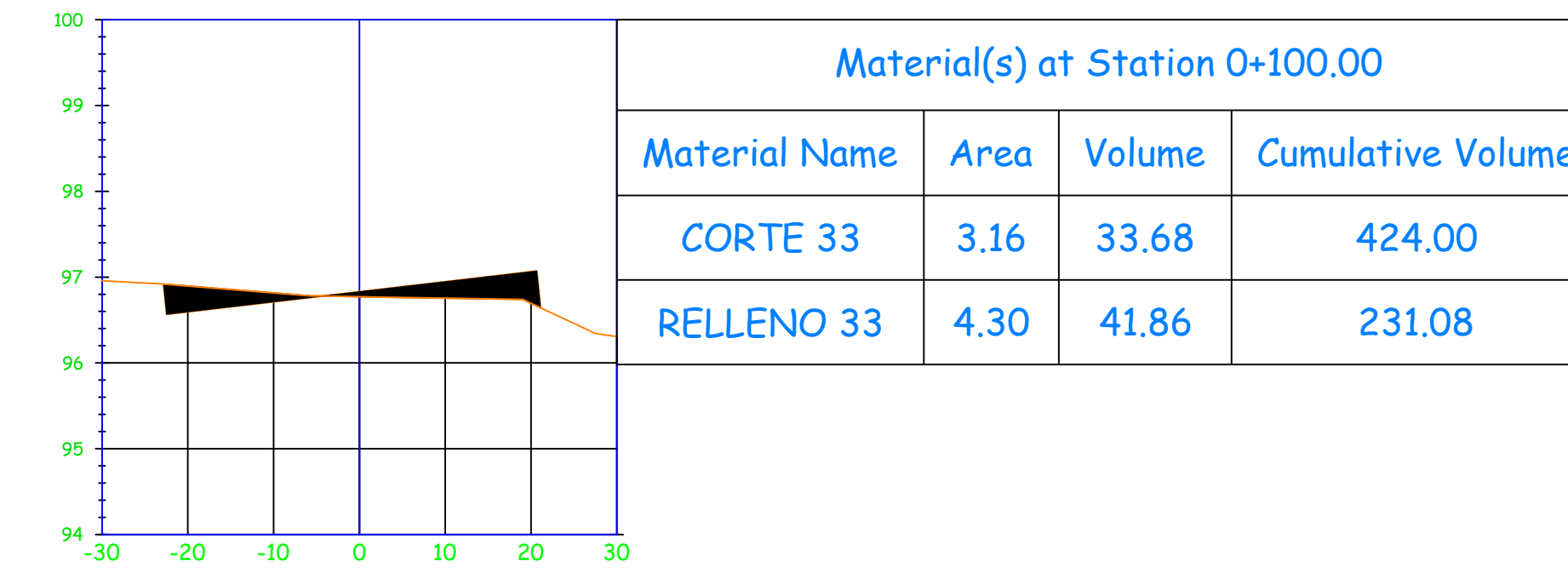
0+020.00



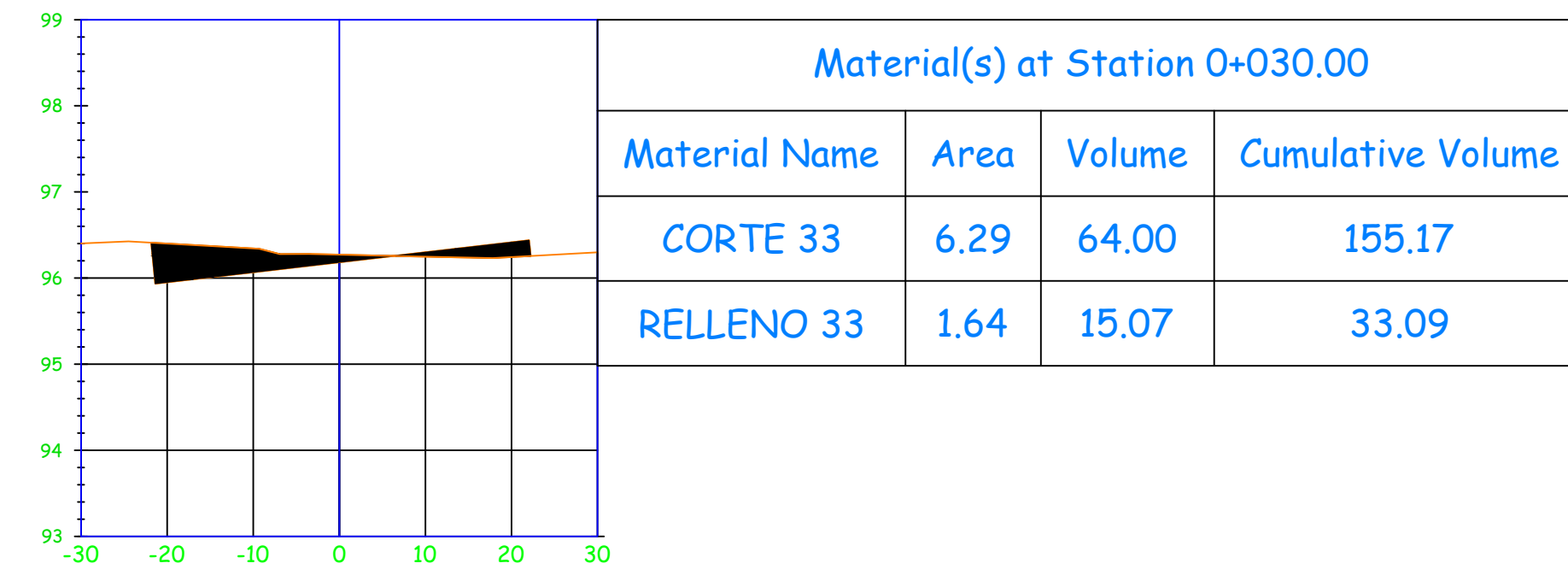
0+060.00



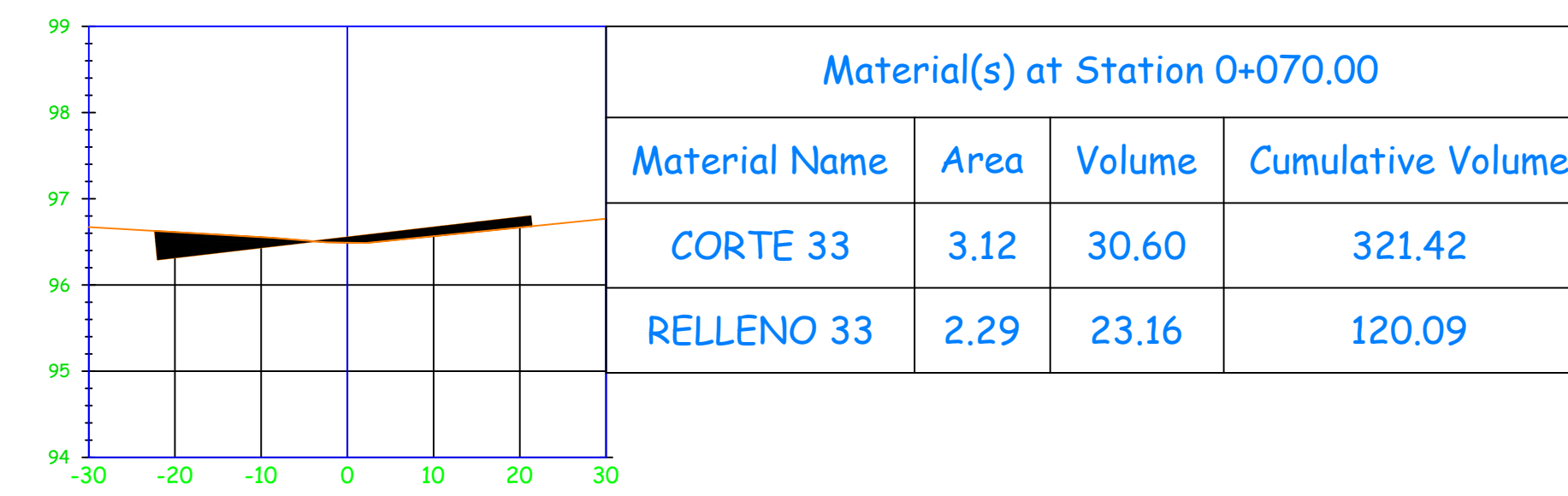
0+100.00



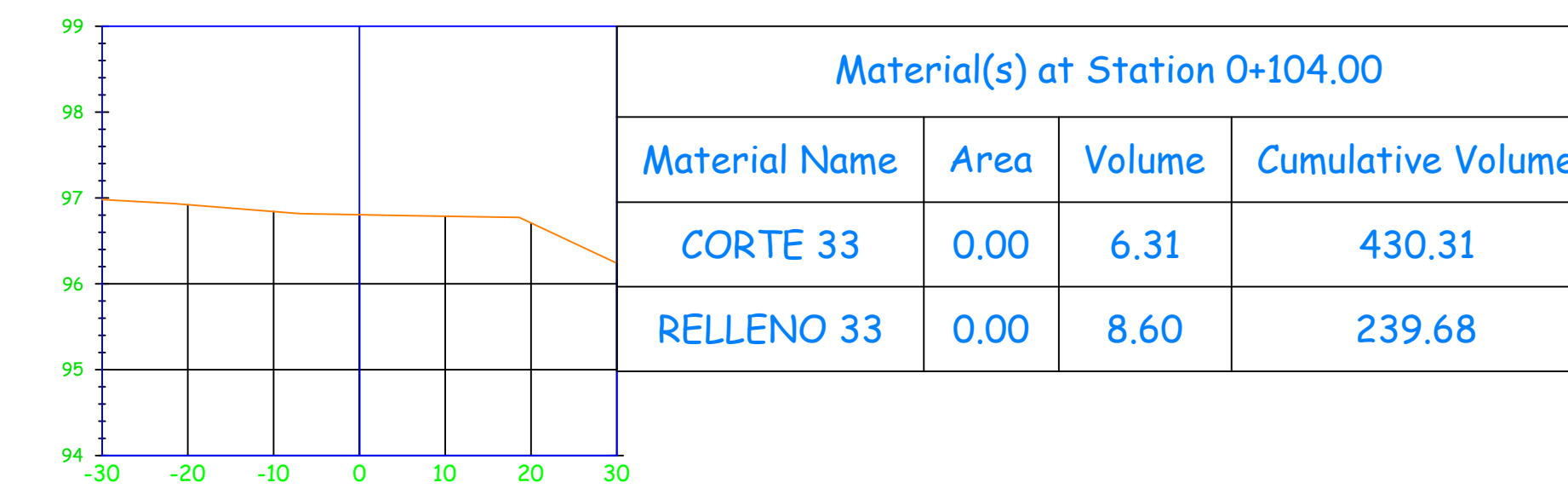
0+030.00



0+070.00

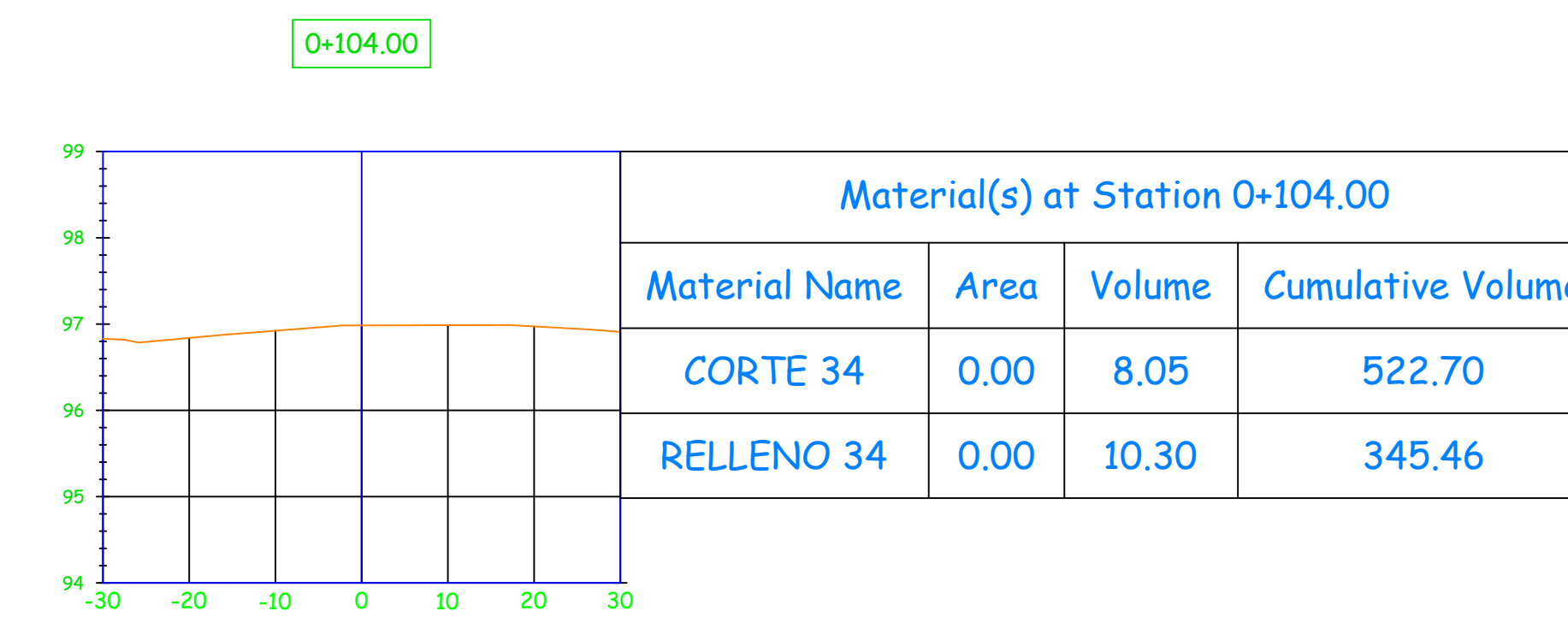
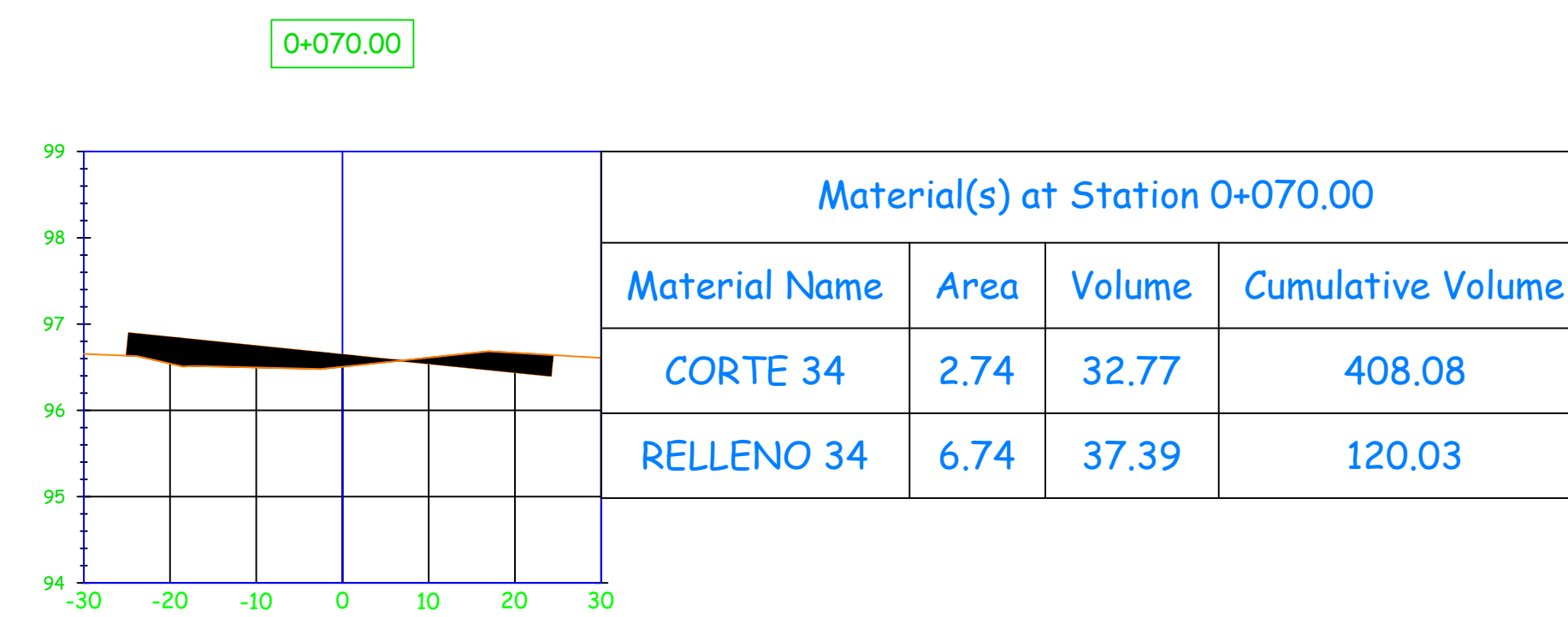
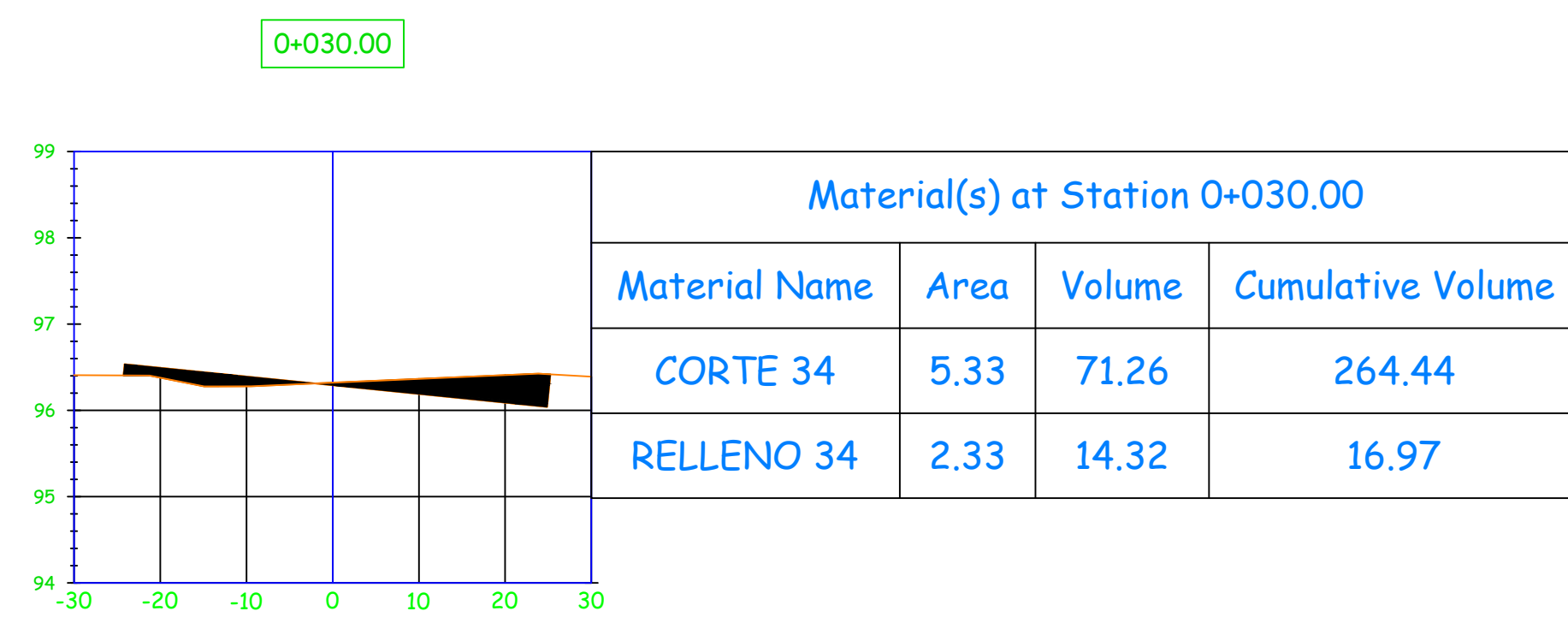
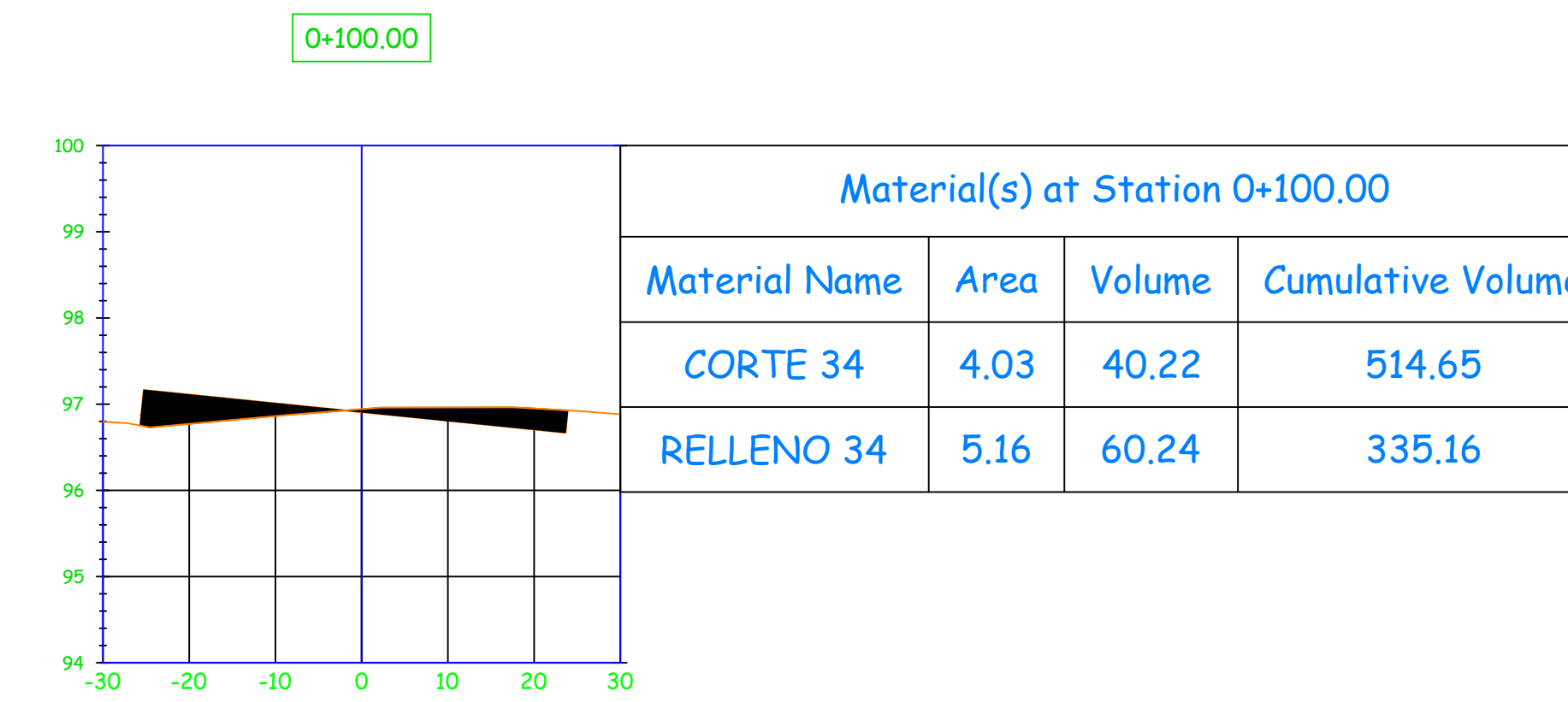
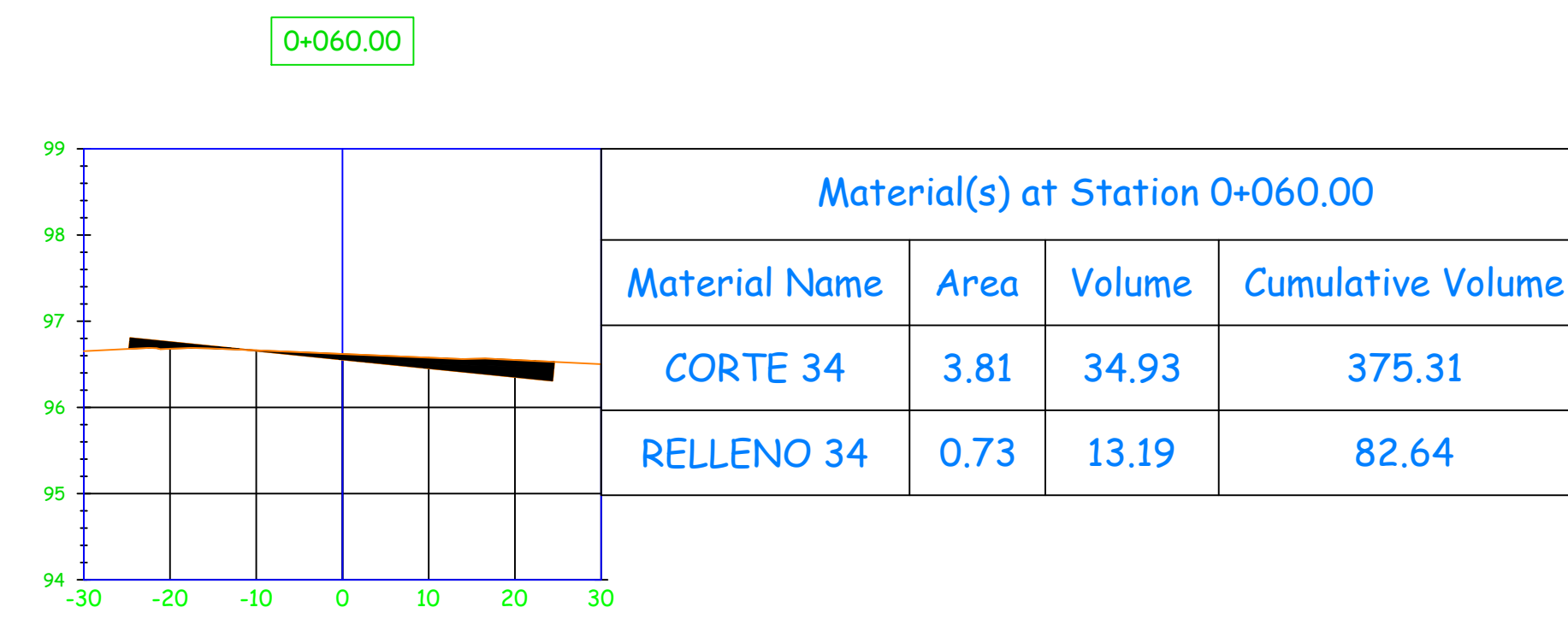
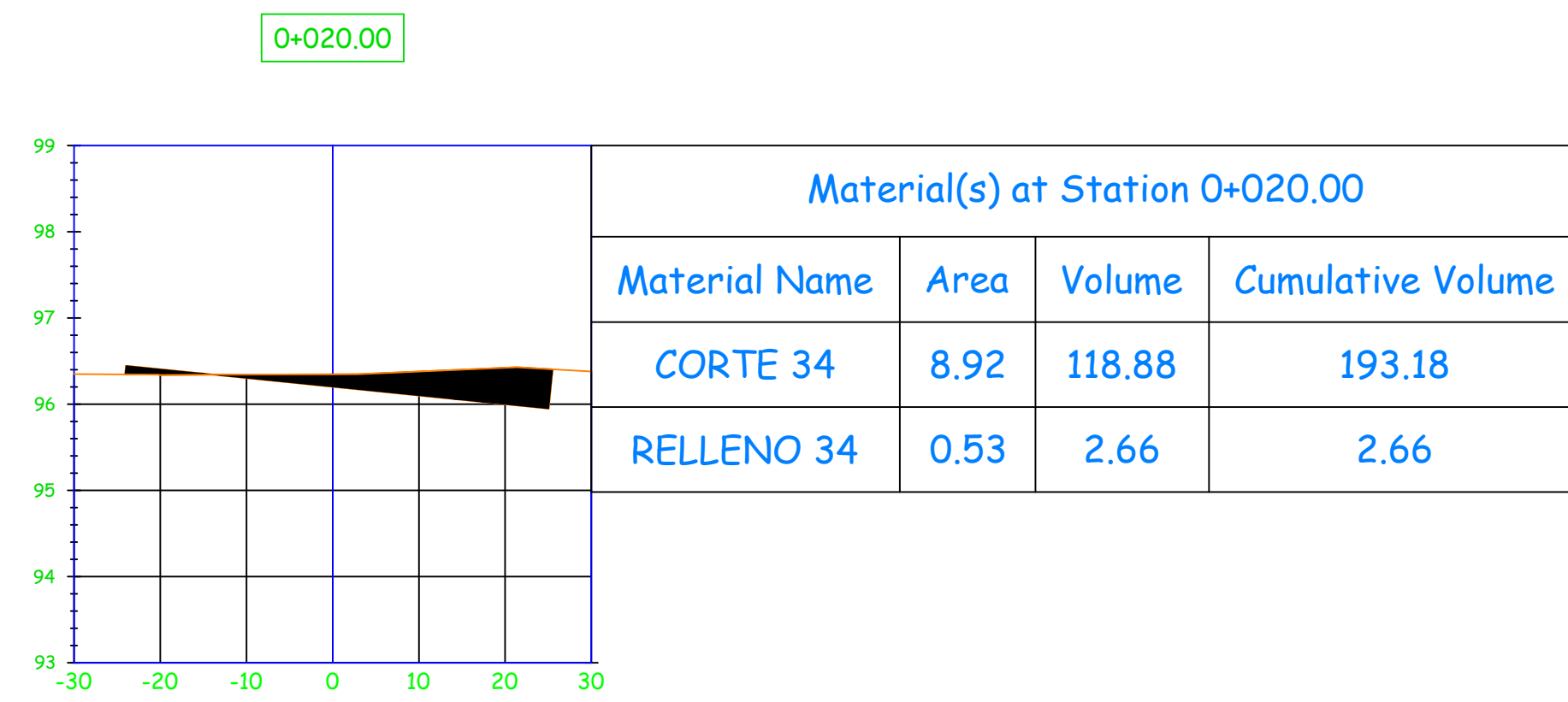
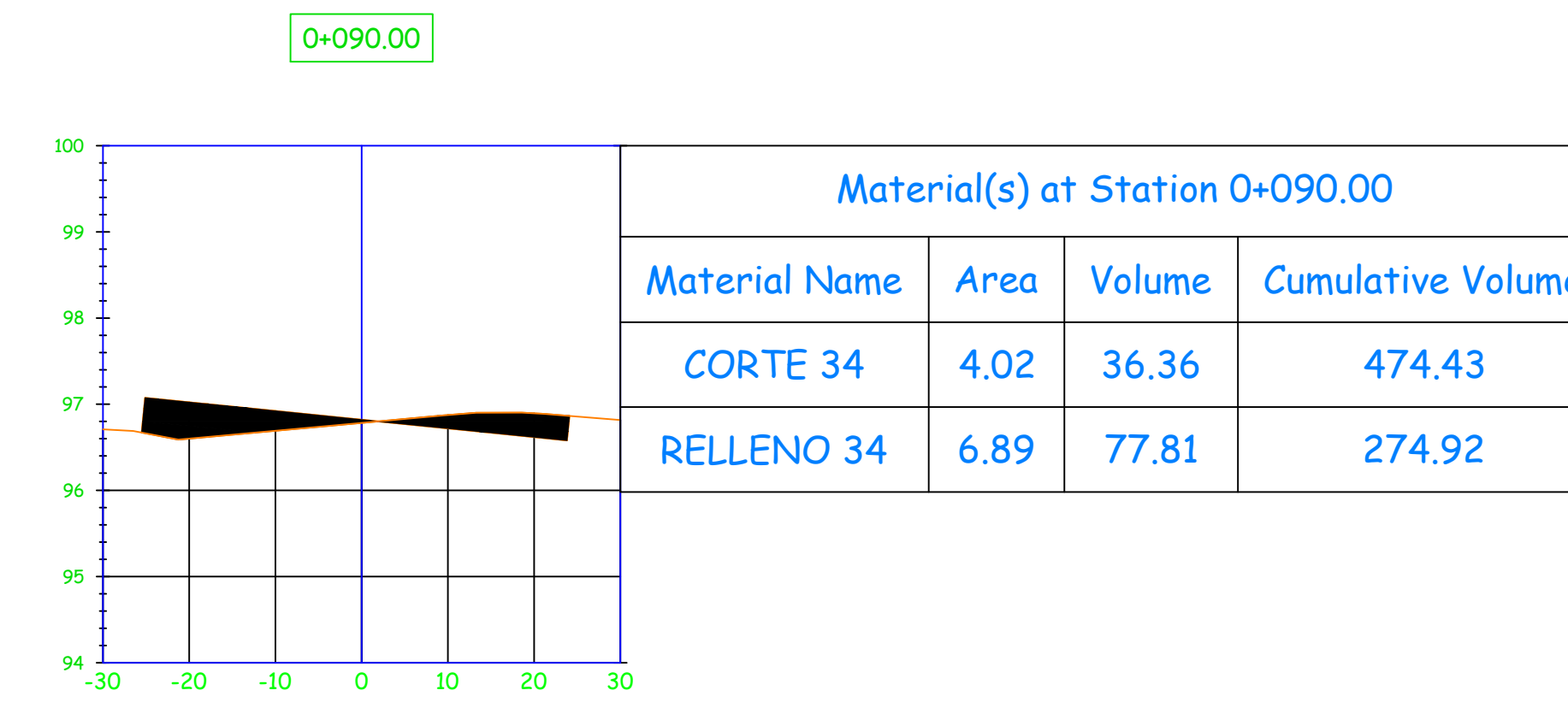
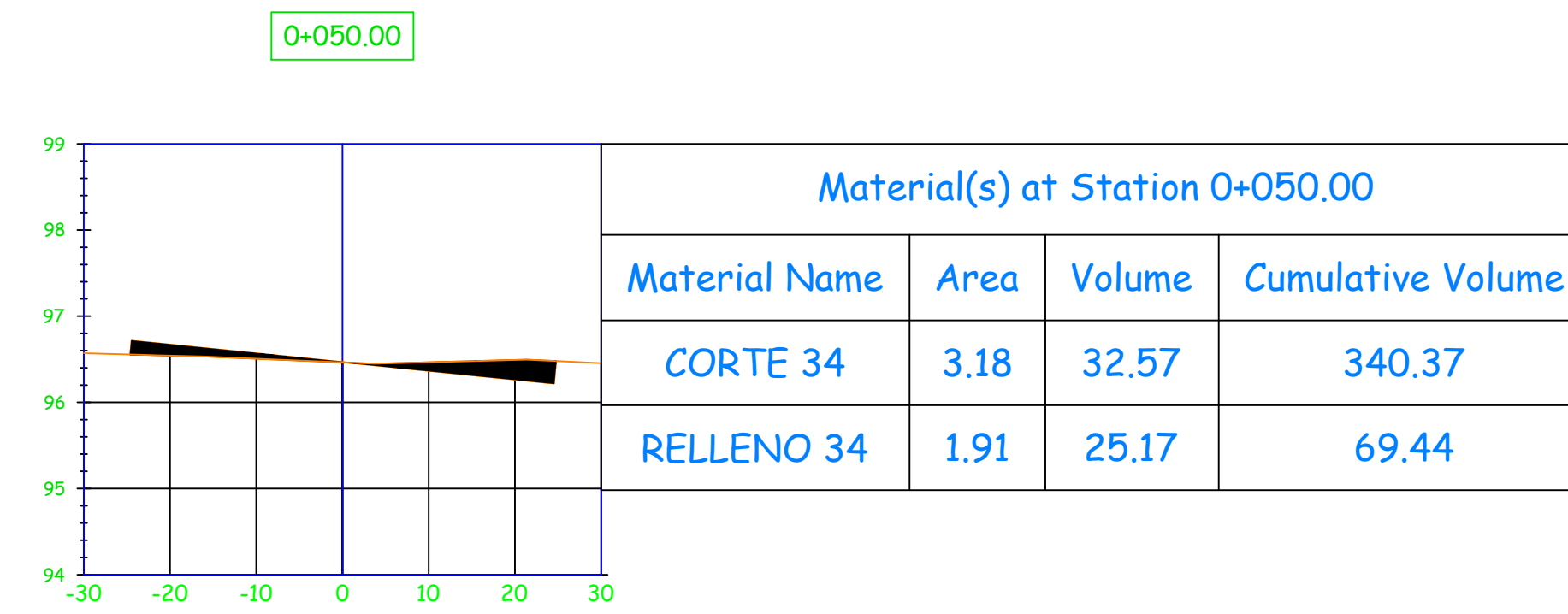
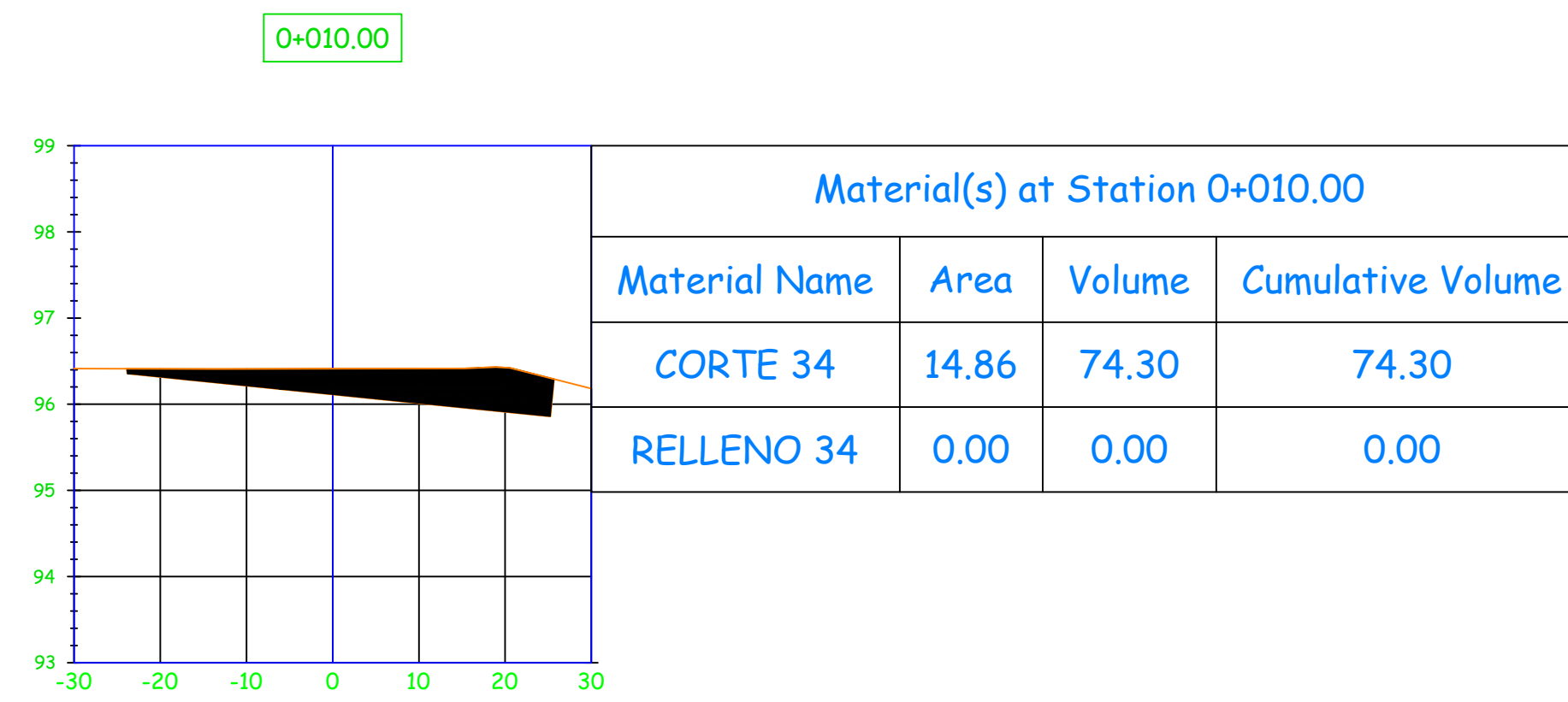
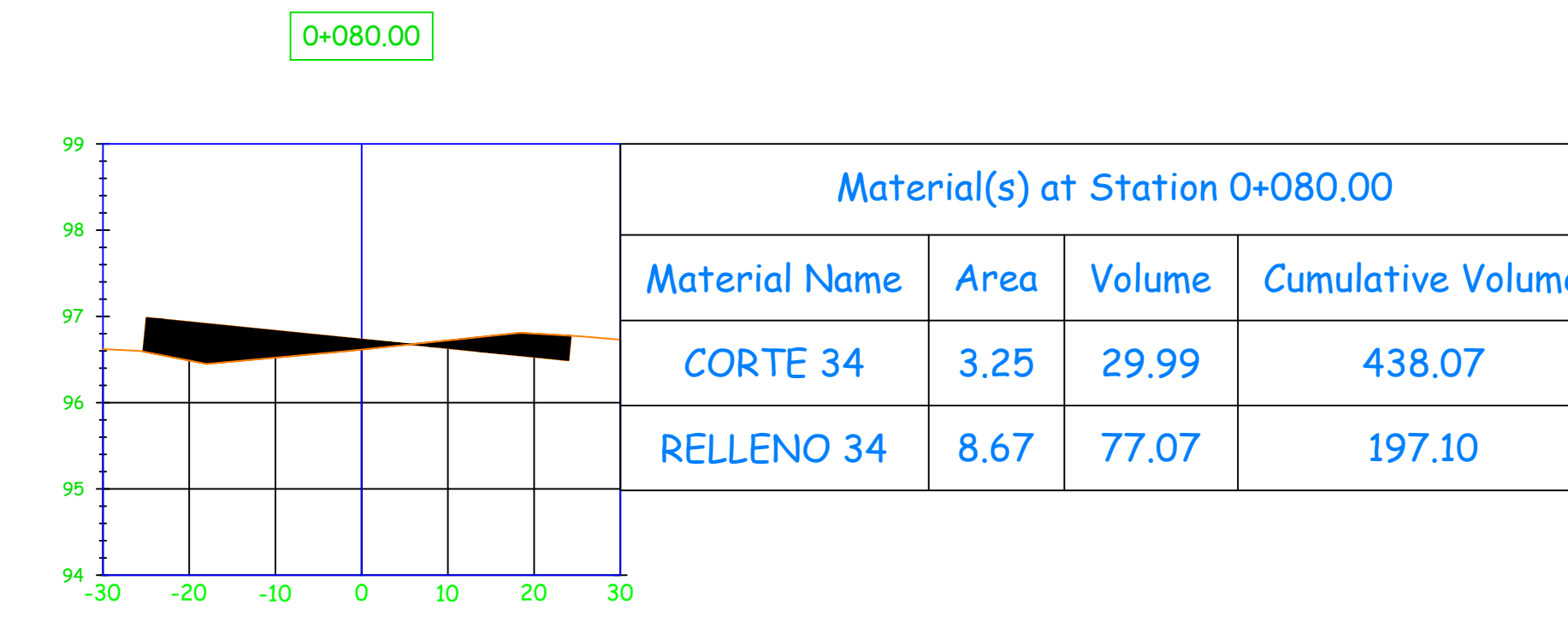
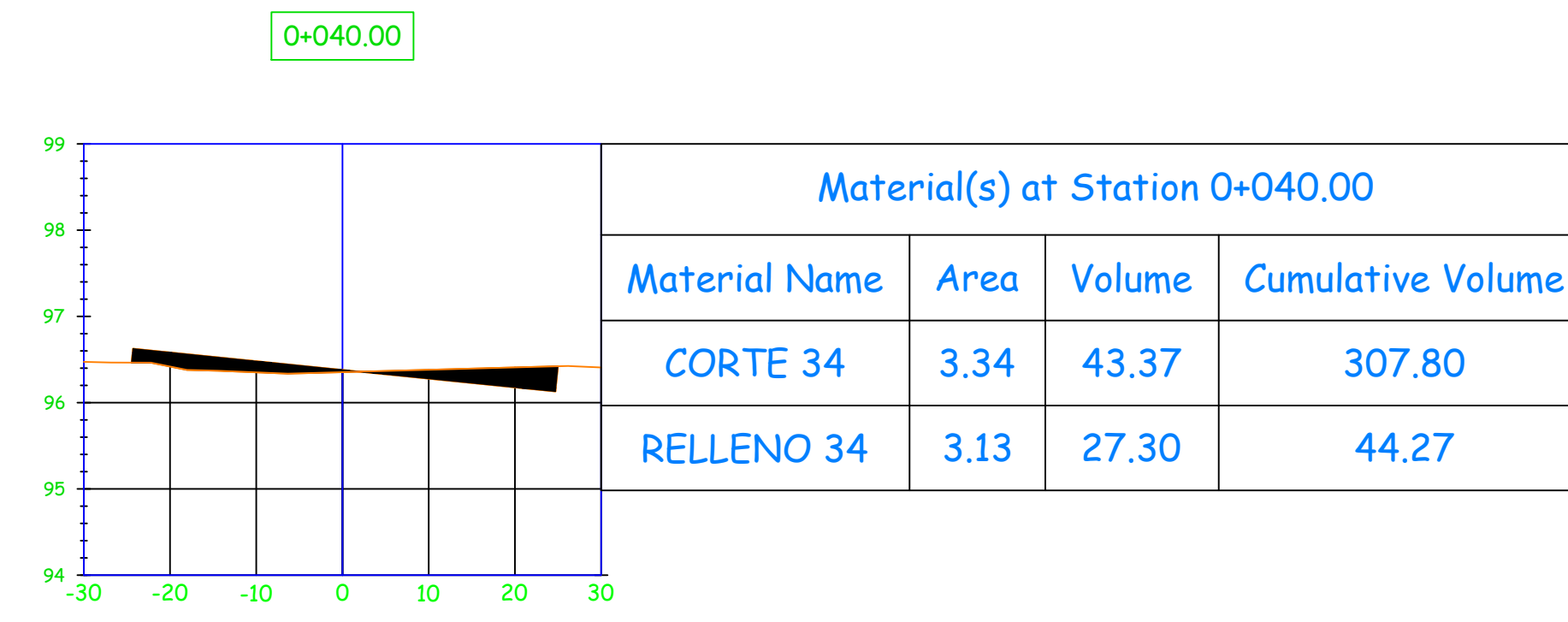
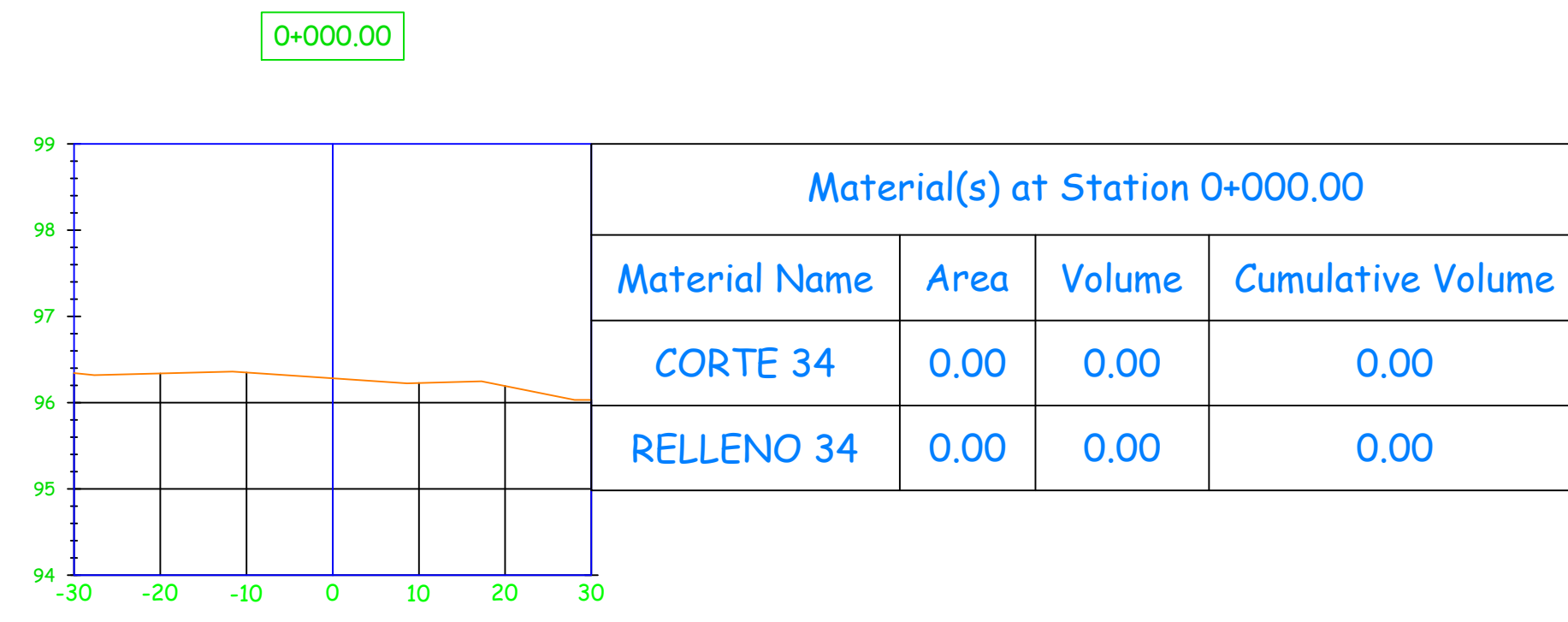


0+104.00

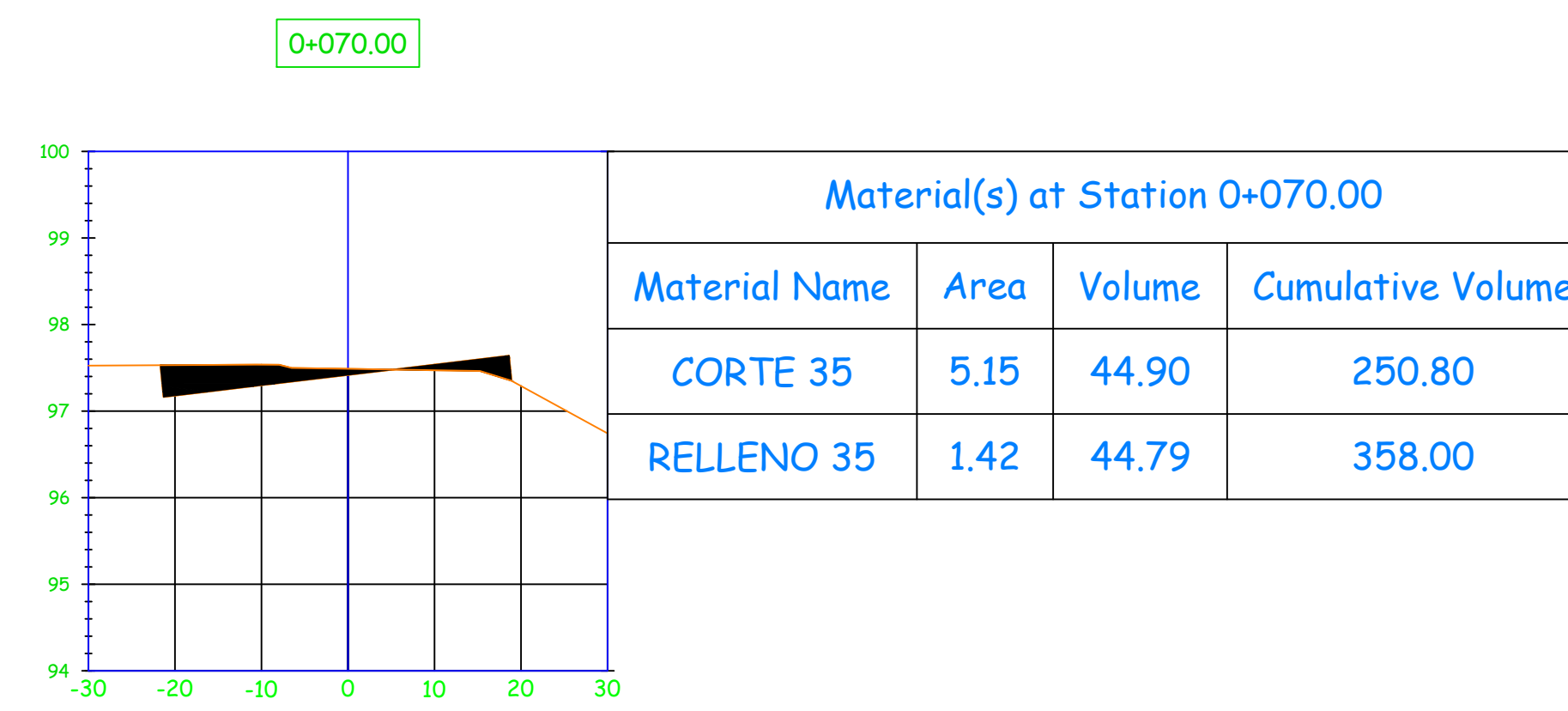
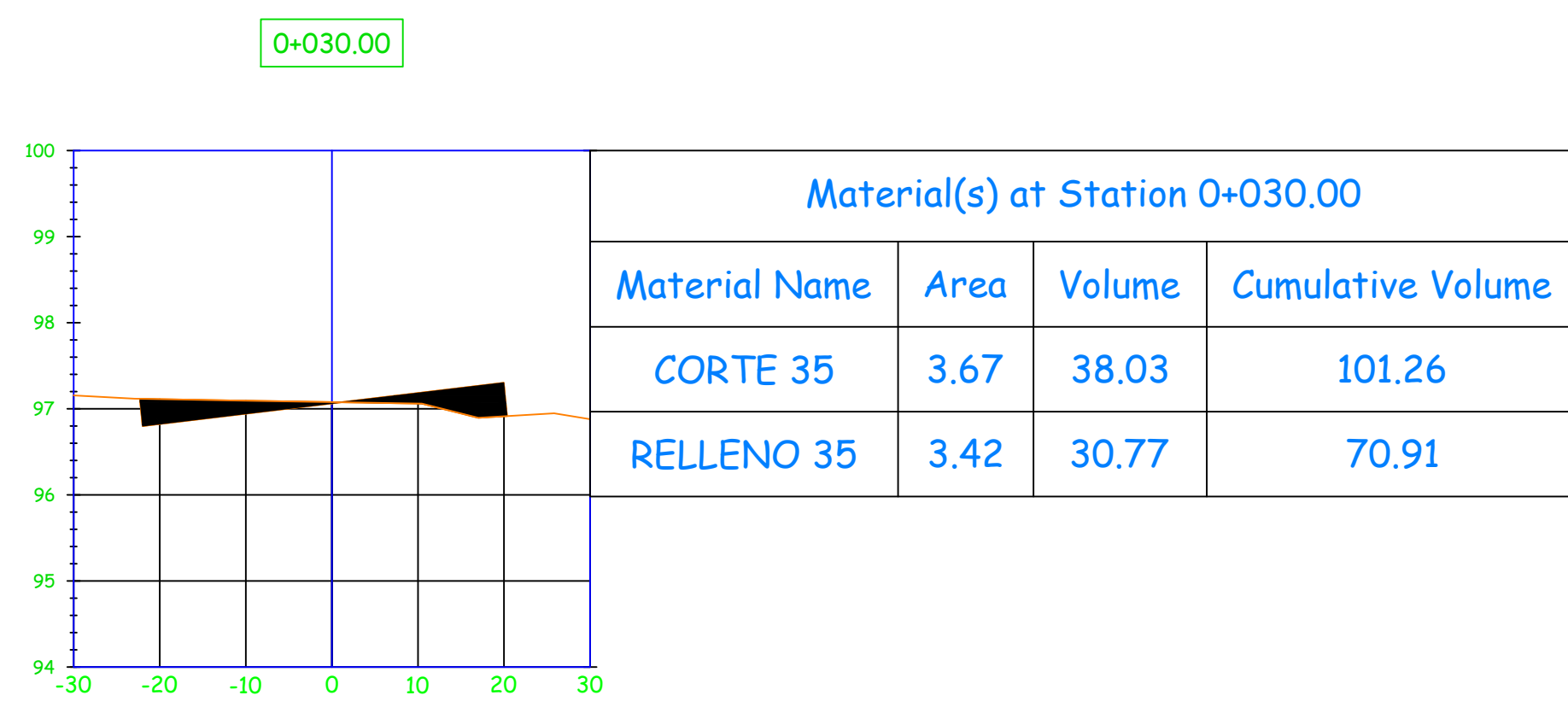
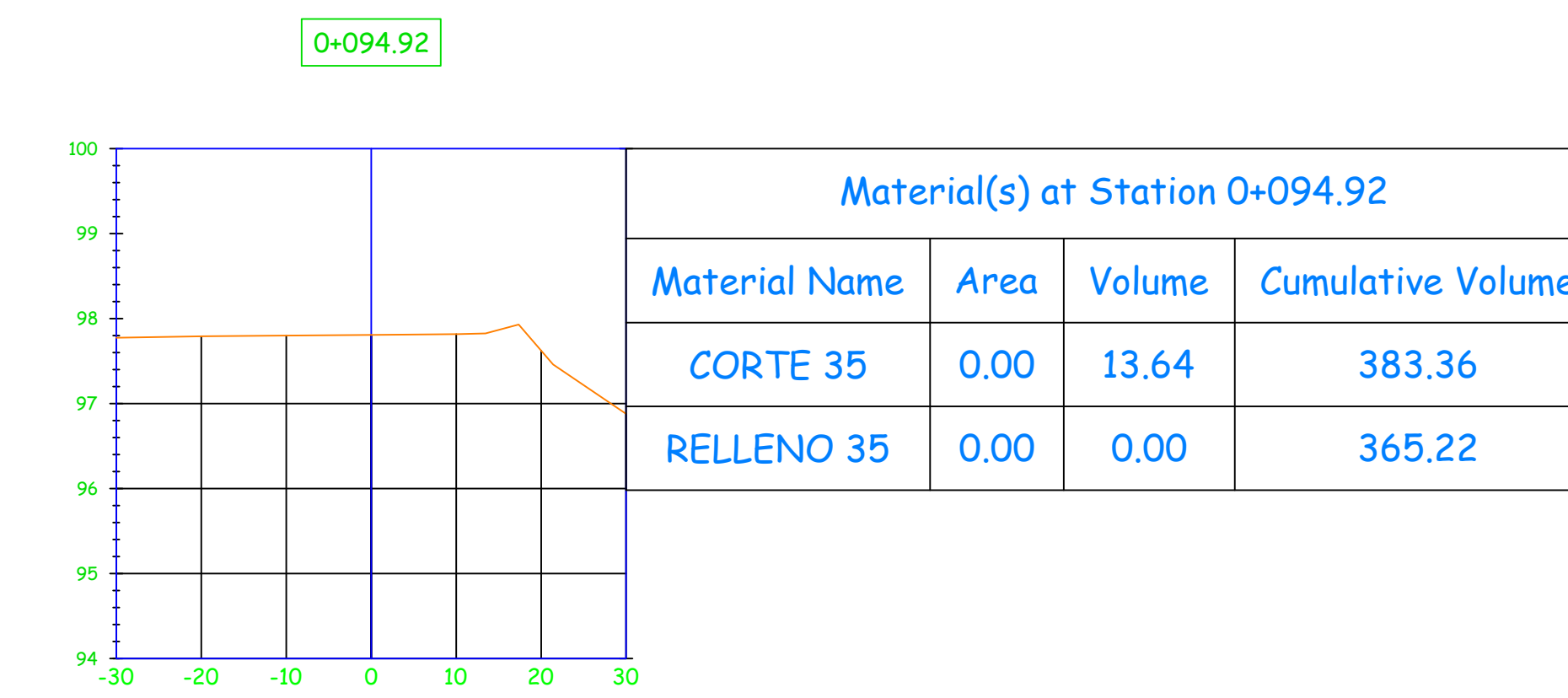
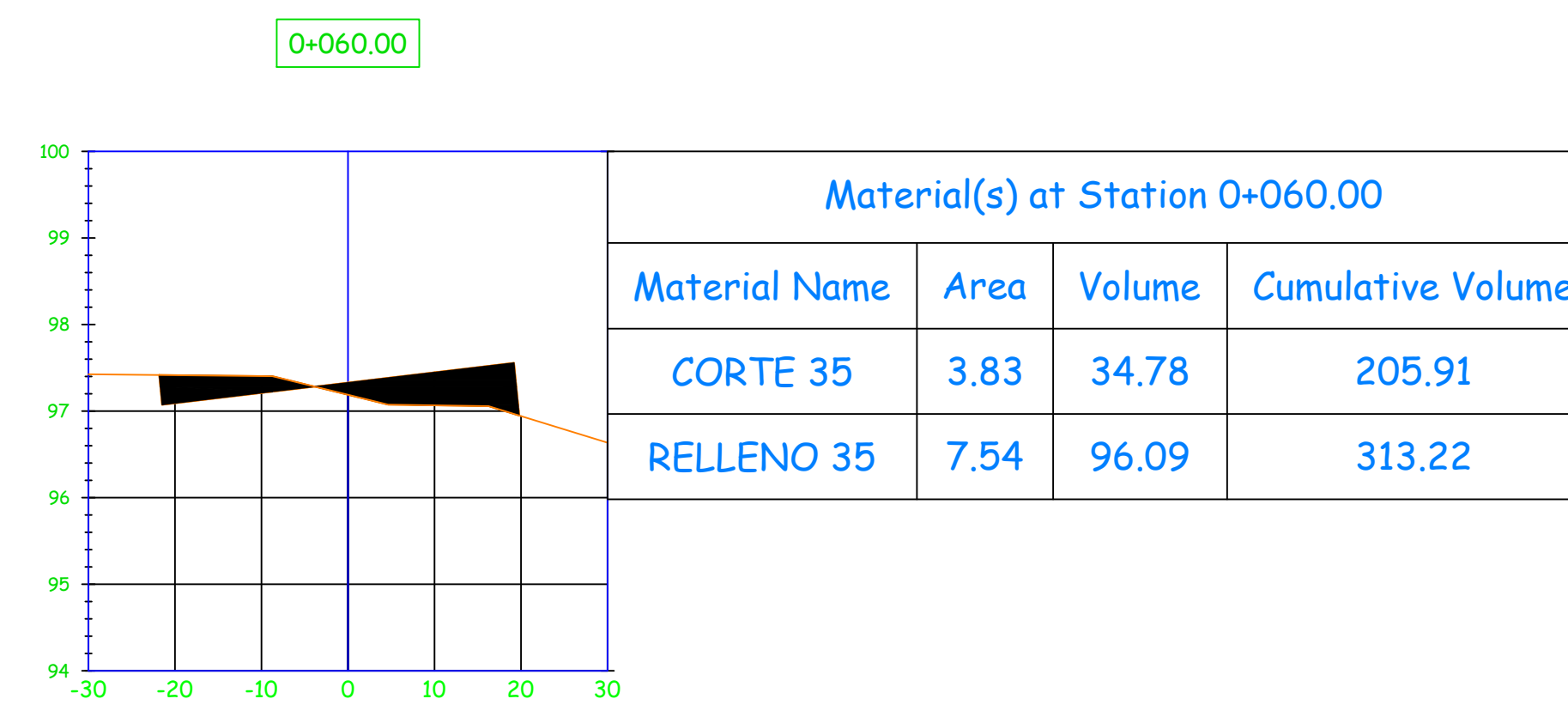
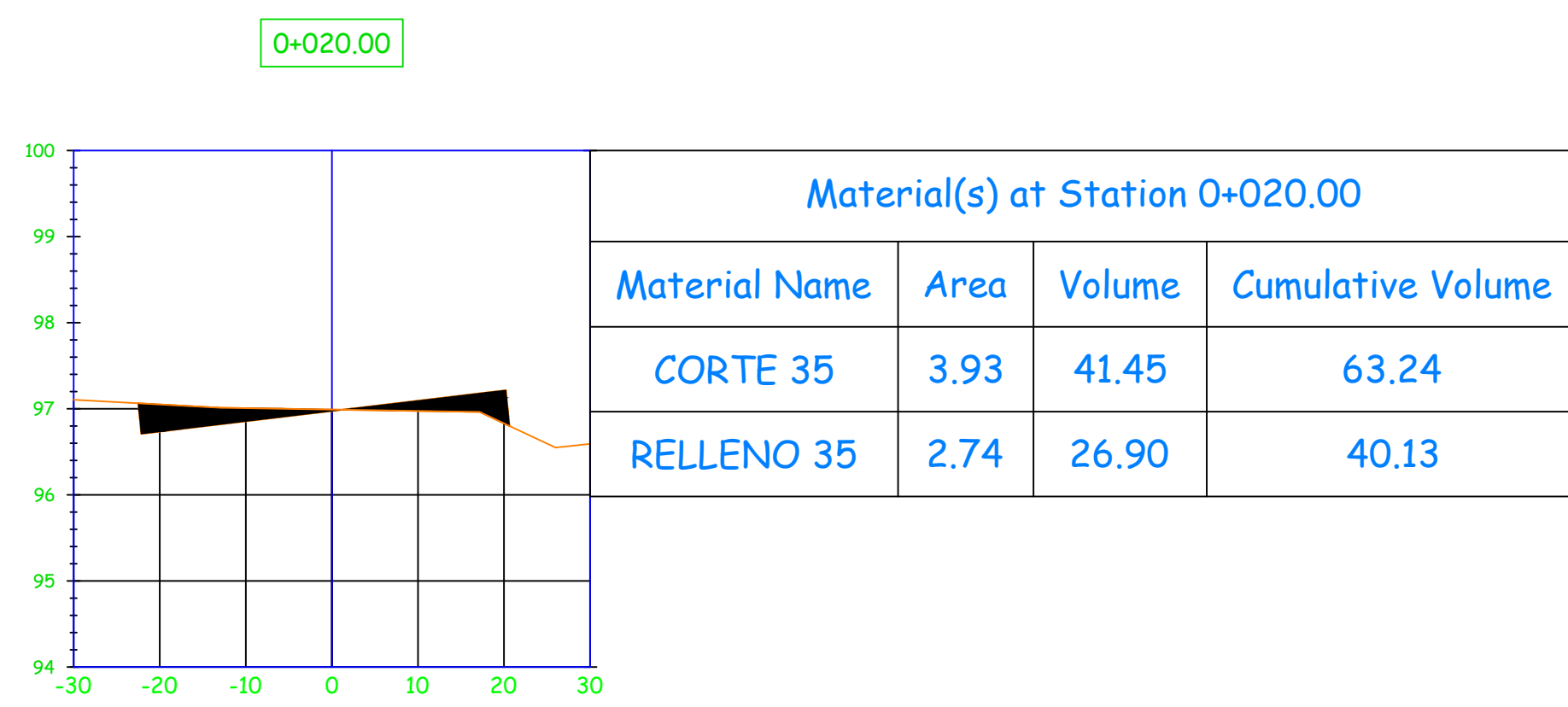
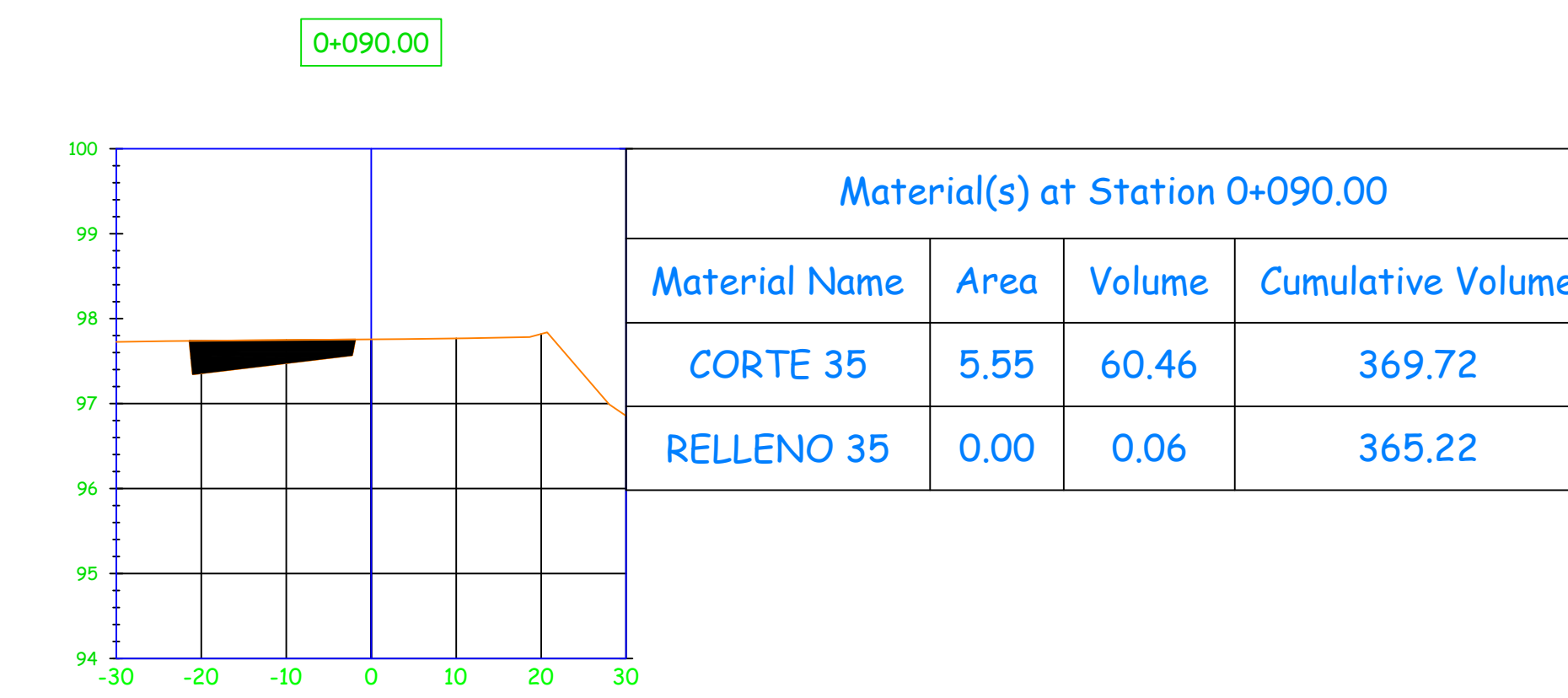
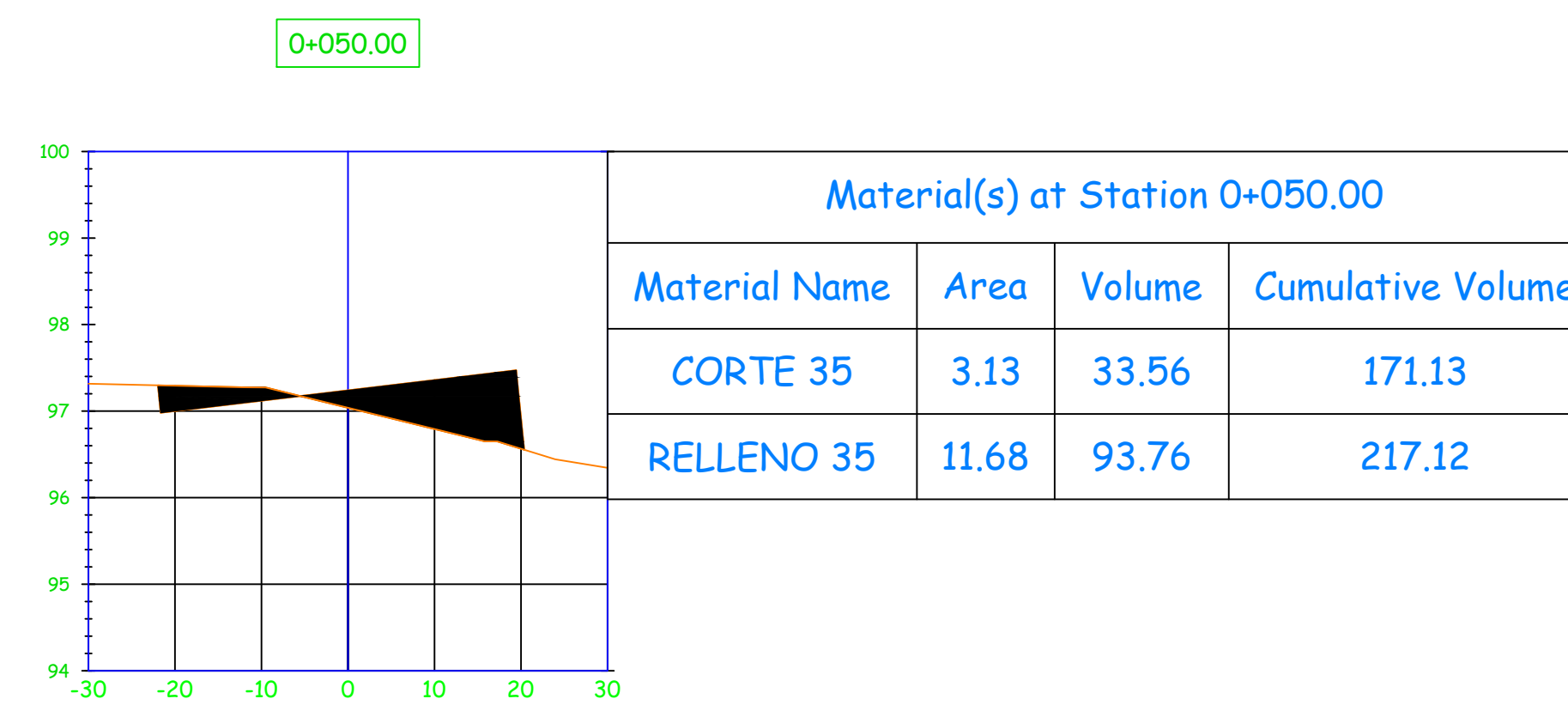
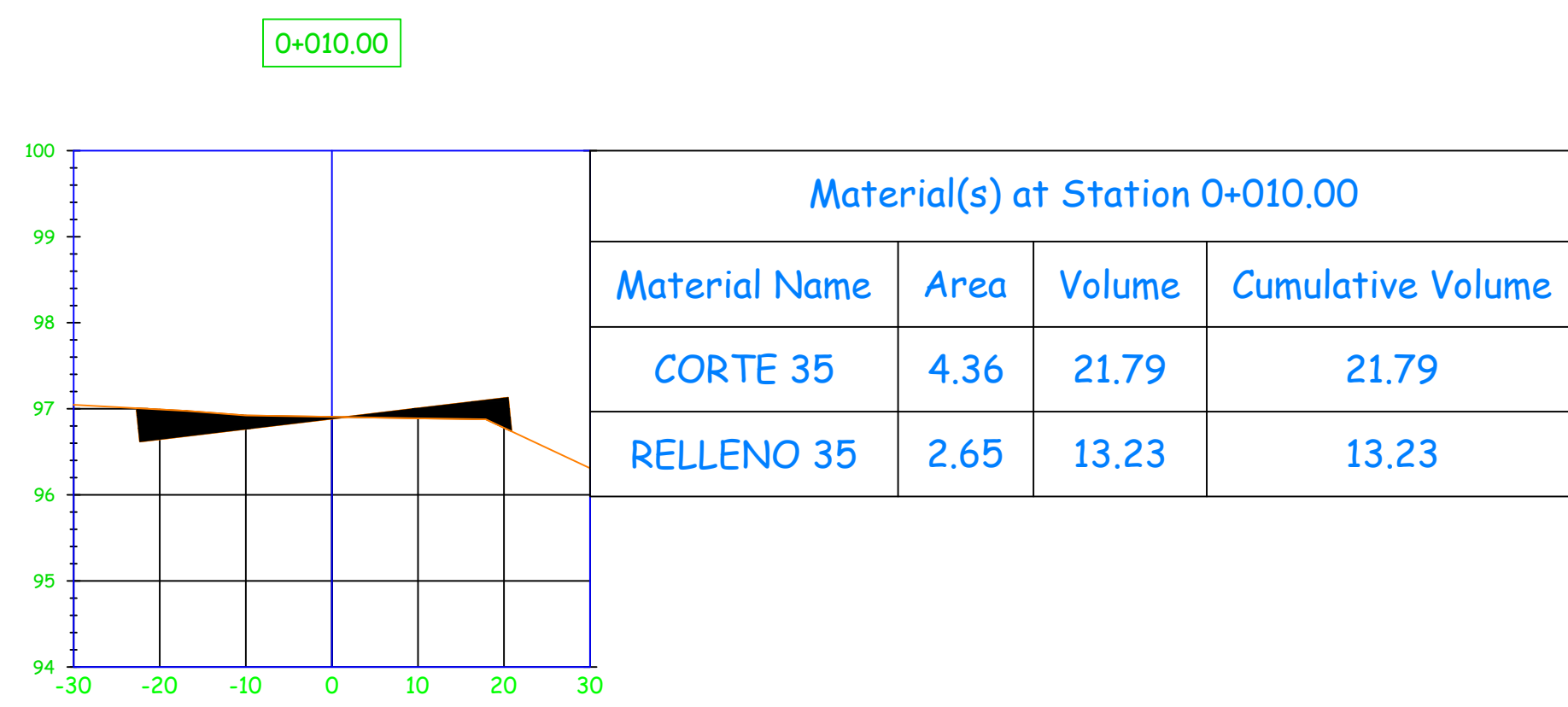
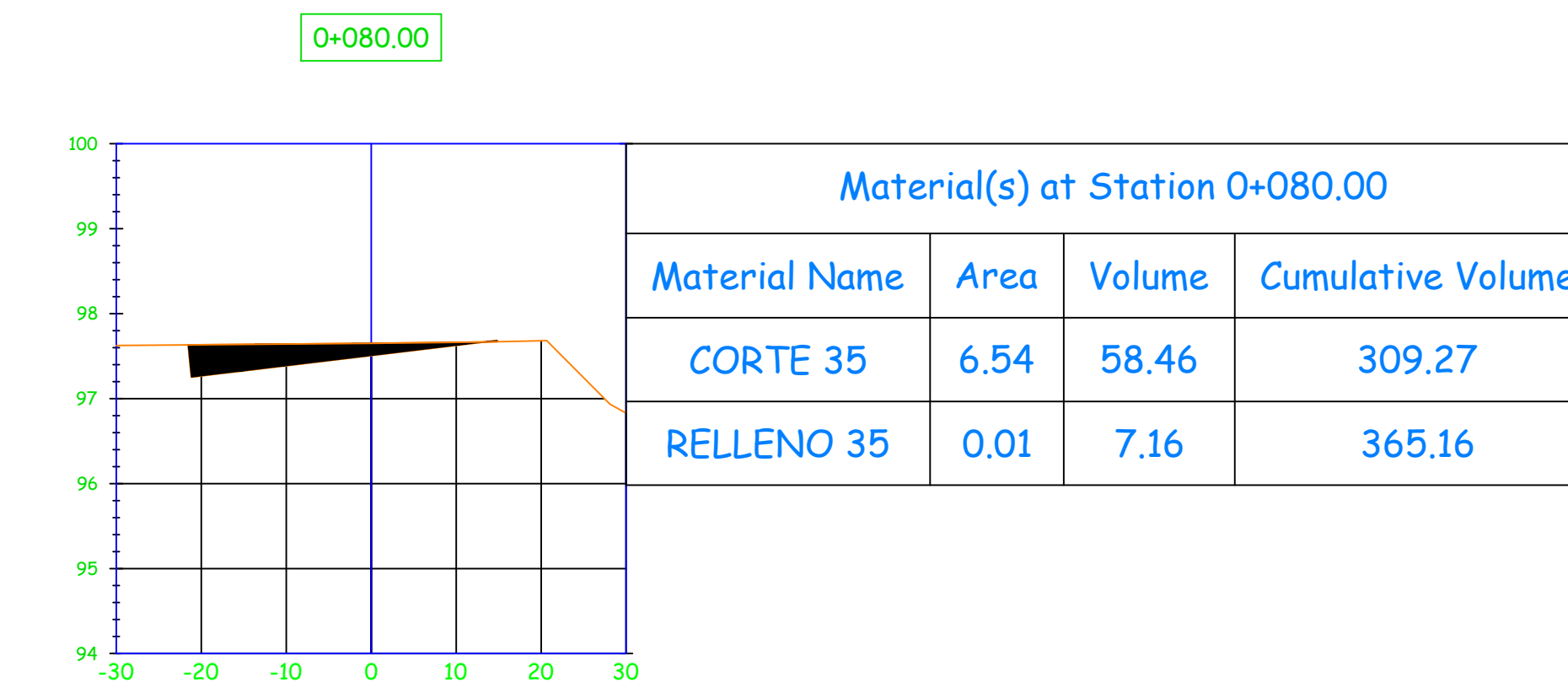
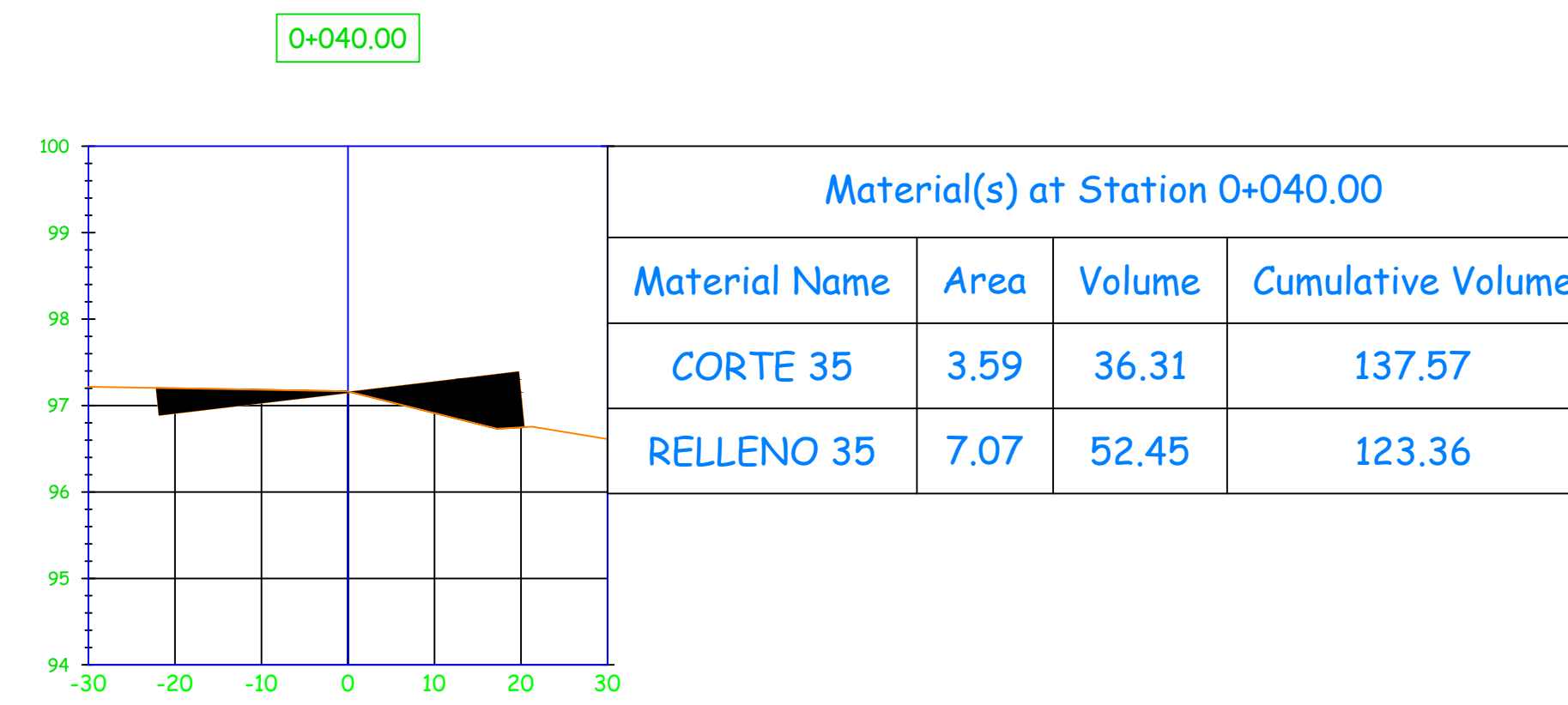
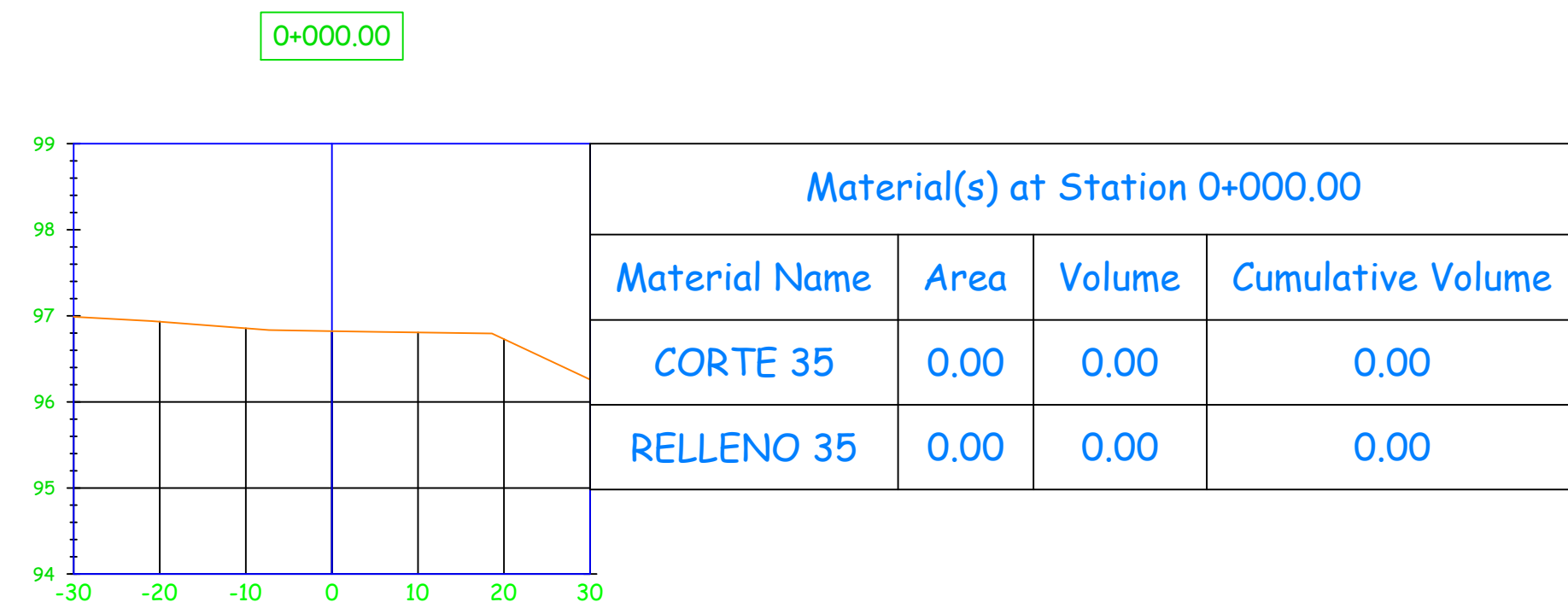




# TERRAZA VALVULA 34

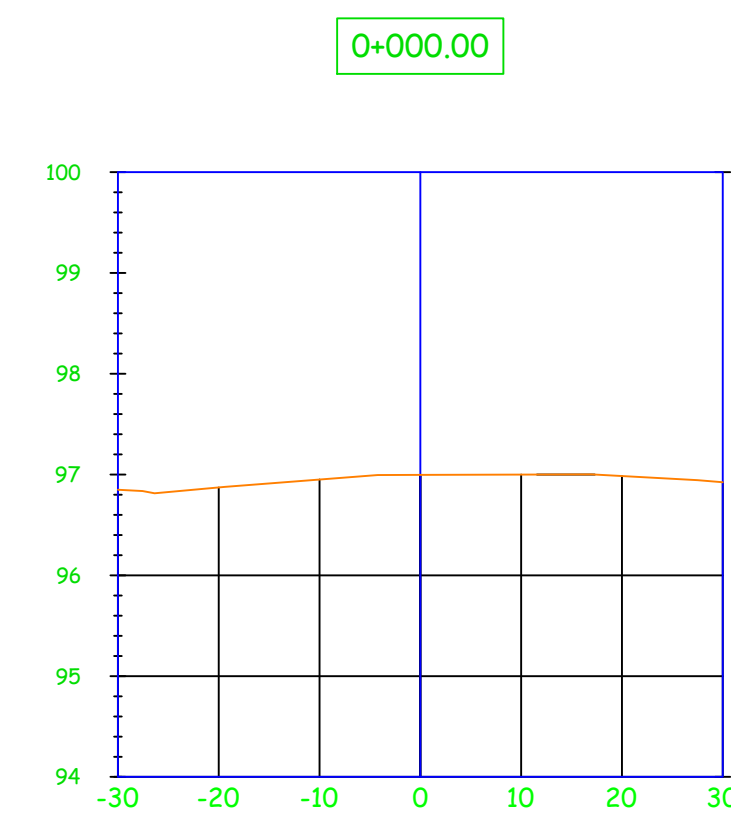


# TERRAZA VALVULA 35

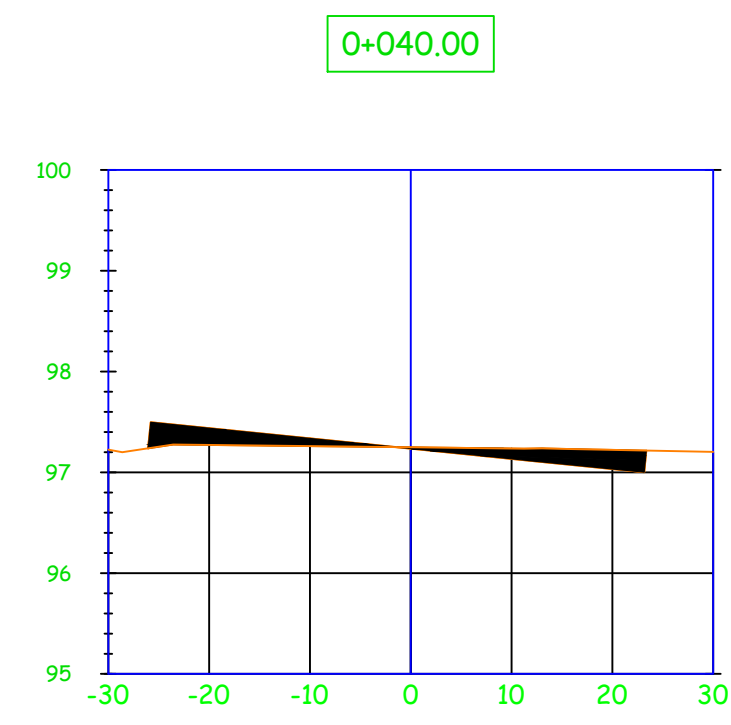




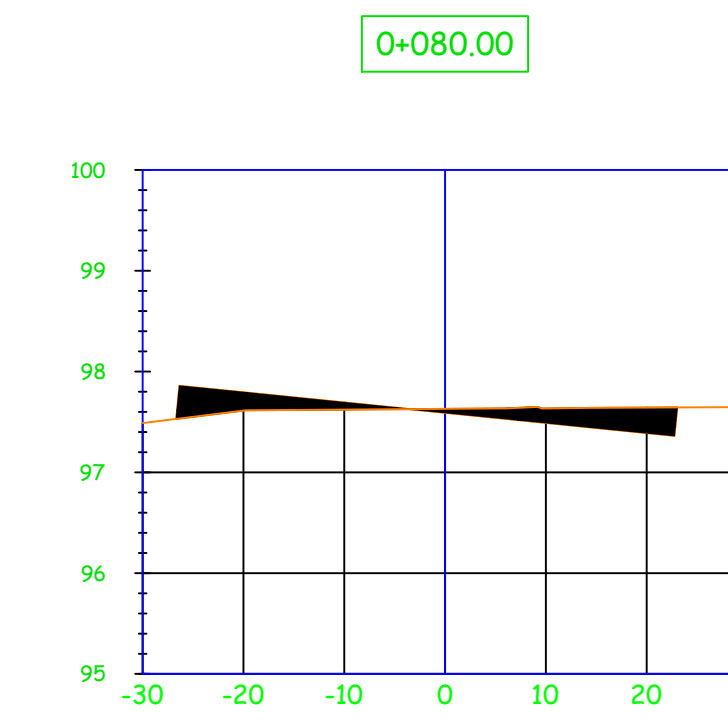
# PLANO DE NIVELACION VALVULA 36



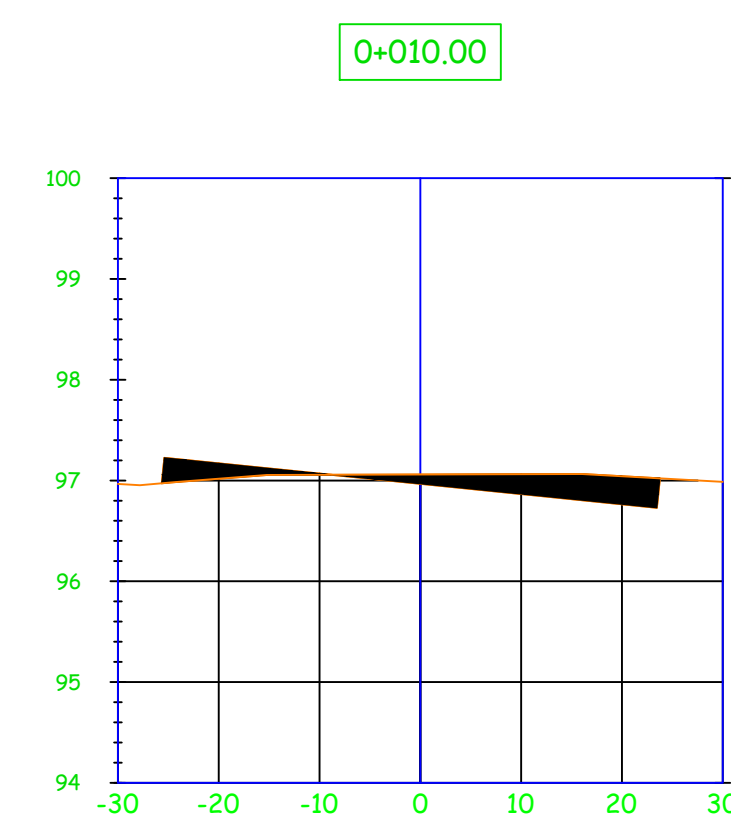
Material(s) at Station 0+000.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	0.00	0.00	0.00
RELLENO 36	0.00	0.00	0.00



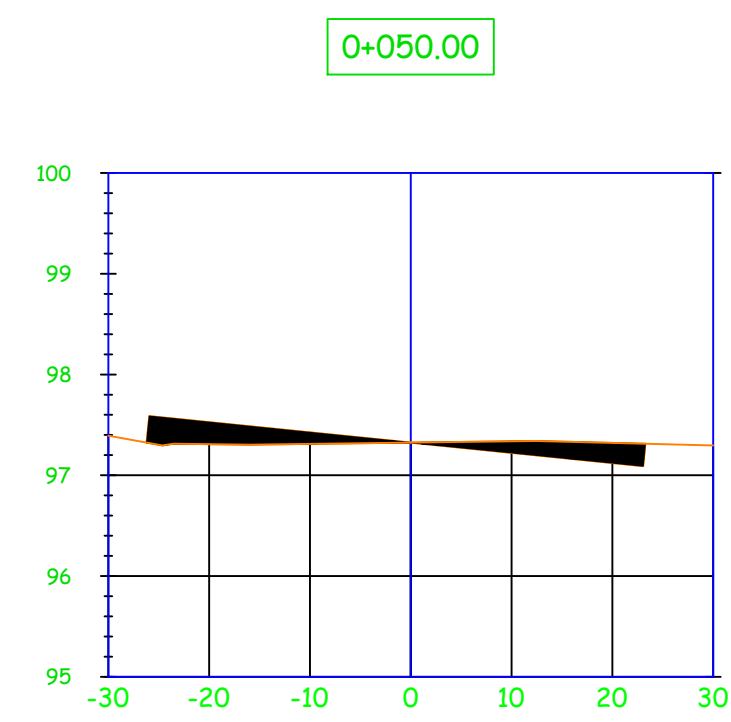
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	2.73	32.00	150.51
RELLENO 36	2.73	21.59	63.58



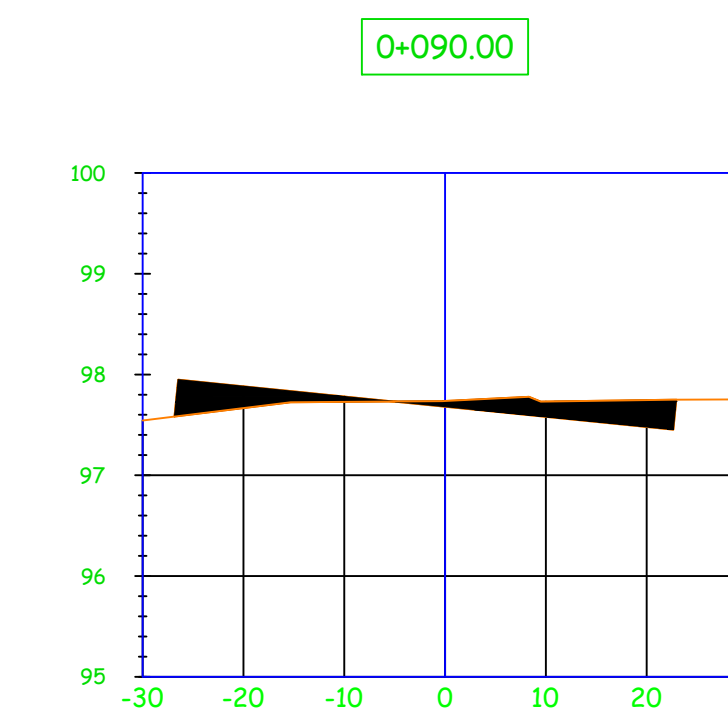
Material(s) at Station 0+080.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	3.76	35.98	278.79
RELLENO 36	3.13	31.94	197.37



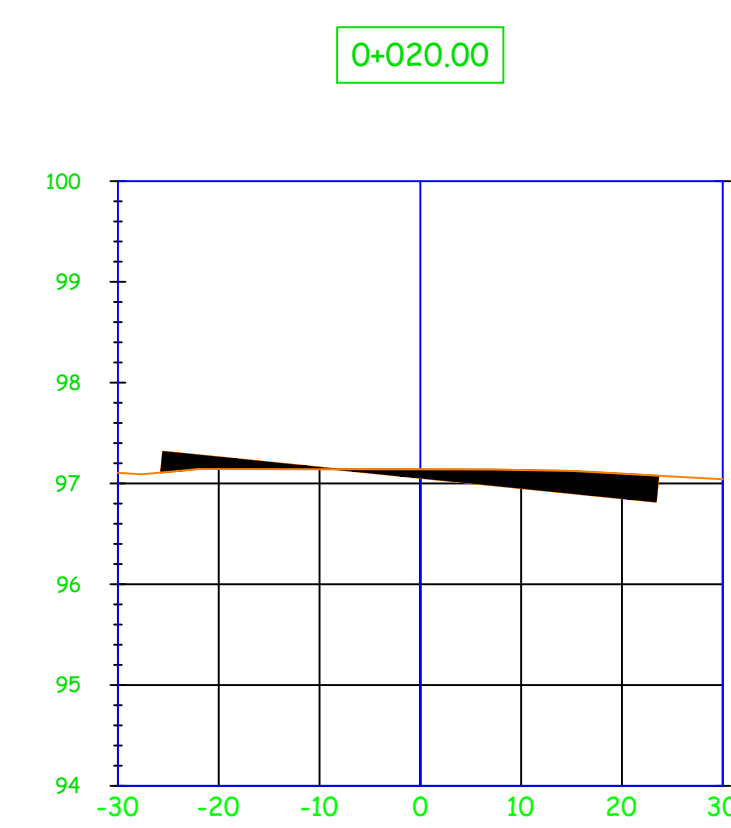
Material(s) at Station 0+010.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	5.32	26.58	26.58
RELLENO 36	1.86	9.29	9.29



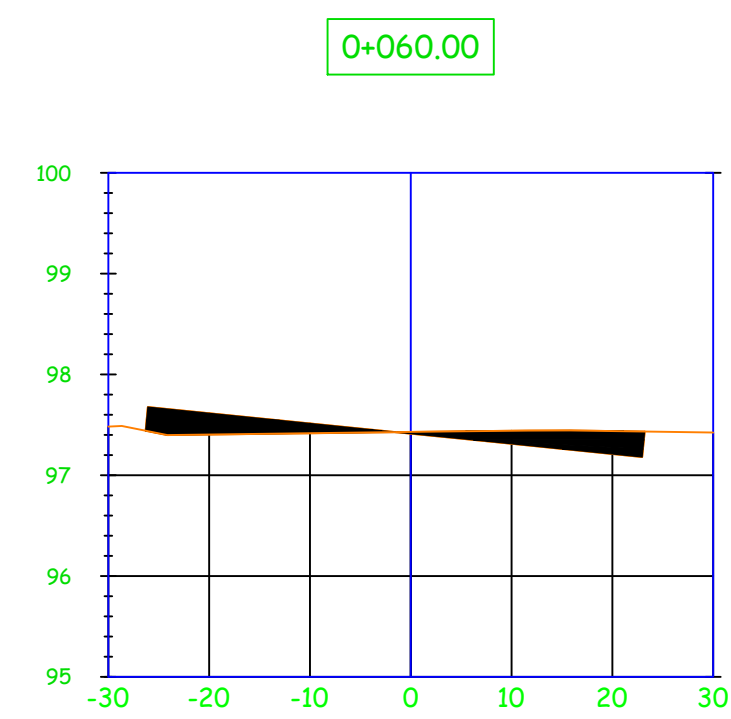
Material(s) at Station 0+050.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	2.86	27.92	178.44
RELLENO 36	3.76	32.42	96.00



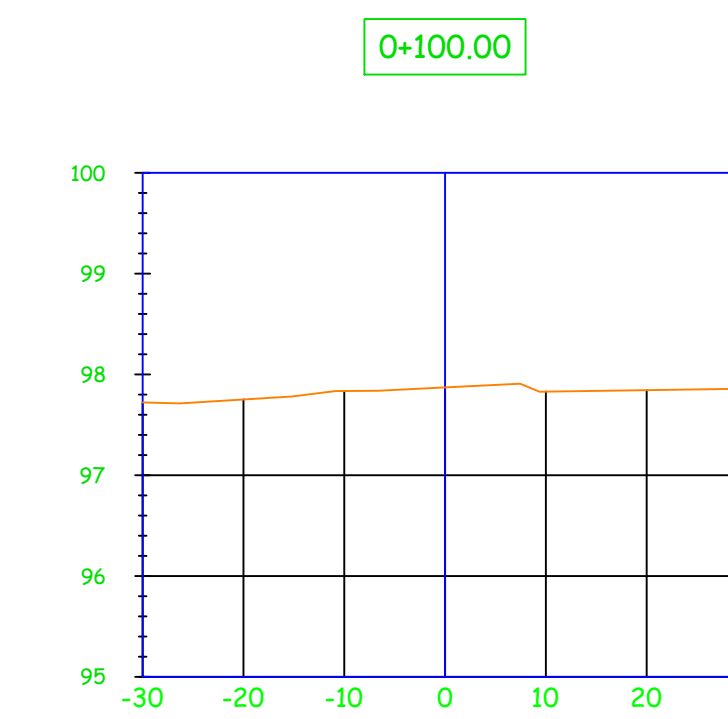
Material(s) at Station 0+090.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	4.28	40.22	319.01
RELLENO 36	3.25	31.92	229.29



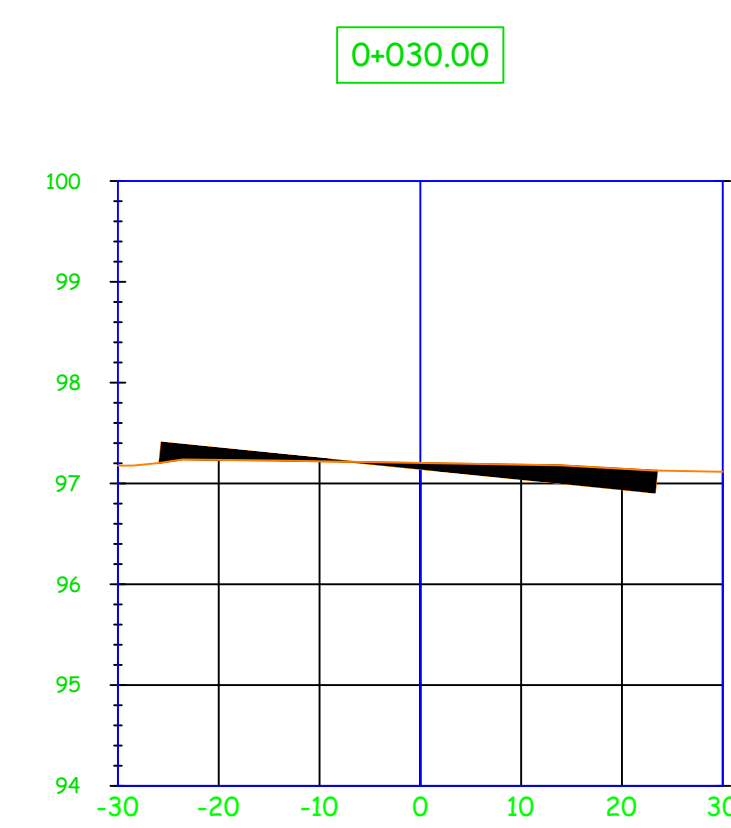
Material(s) at Station 0+020.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	4.70	50.08	76.66
RELLENO 36	1.55	17.02	26.30



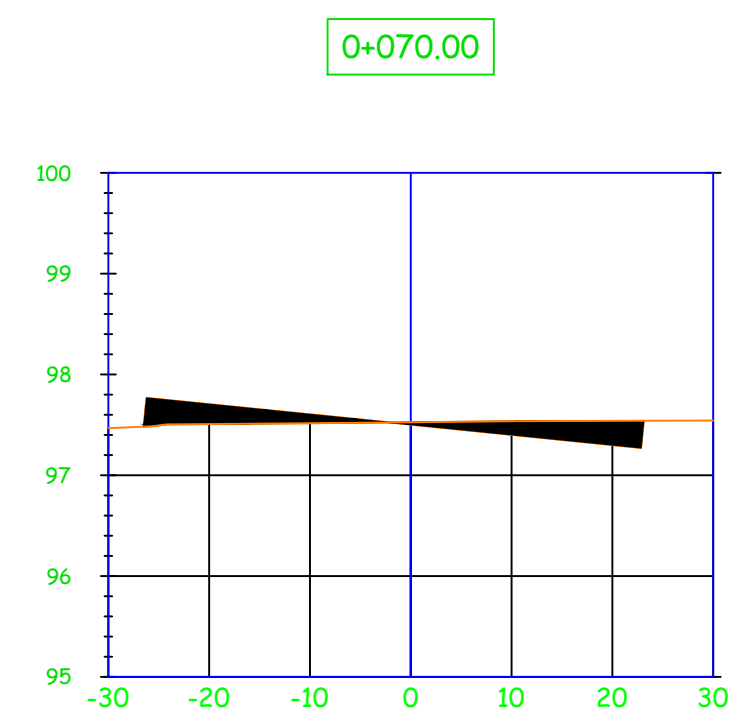
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	3.29	30.73	209.17
RELLENO 36	3.44	35.97	131.97



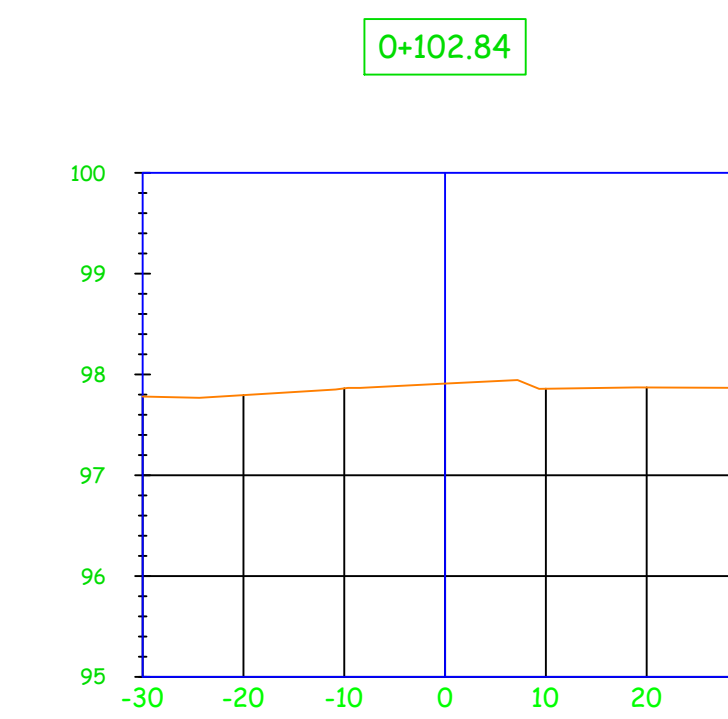
Material(s) at Station 0+100.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	0.00	21.42	340.42
RELLENO 36	0.00	16.26	245.55



Material(s) at Station 0+030.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	3.67	41.86	118.52
RELLENO 36	1.59	15.68	41.98

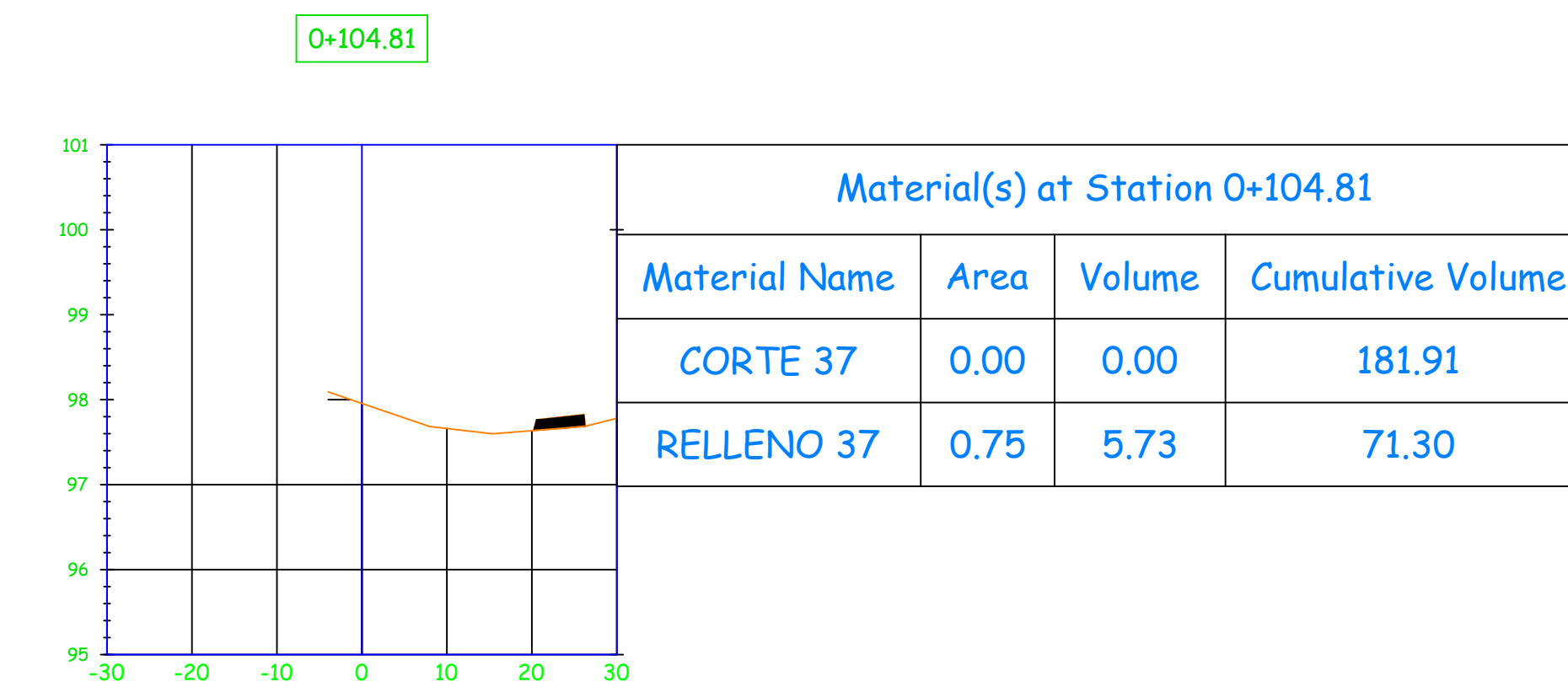
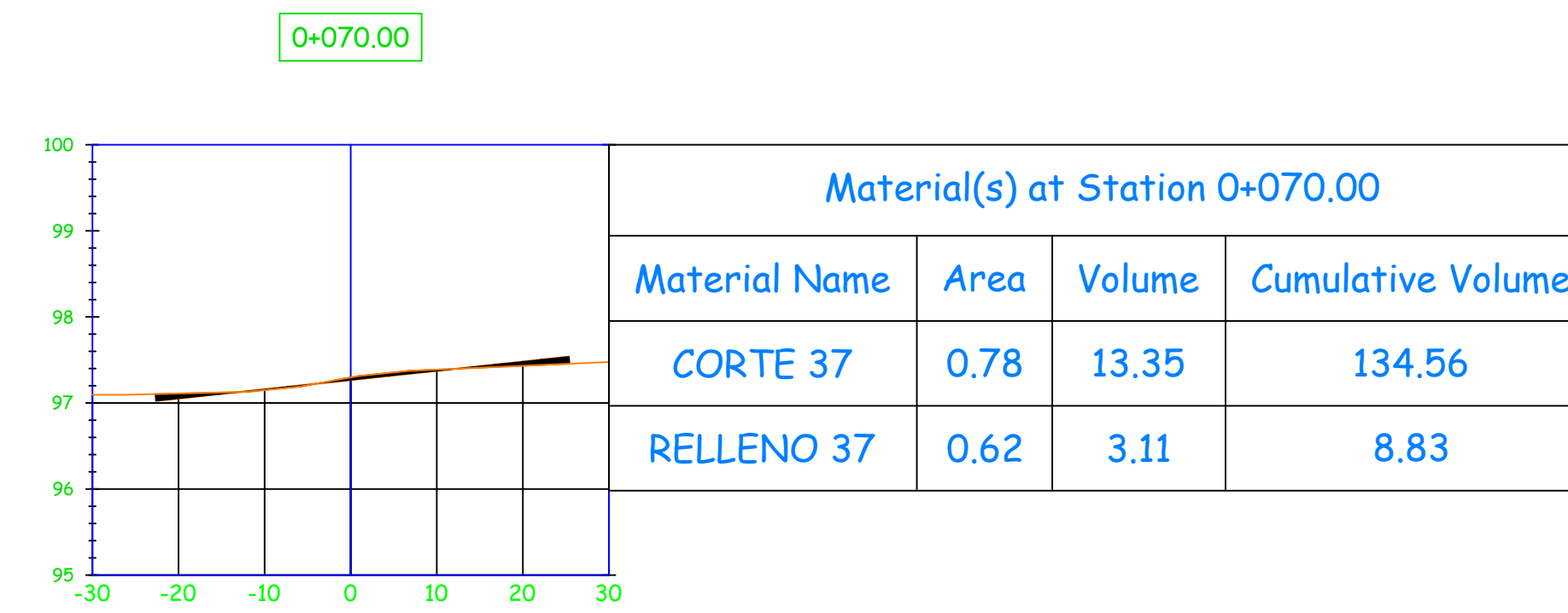
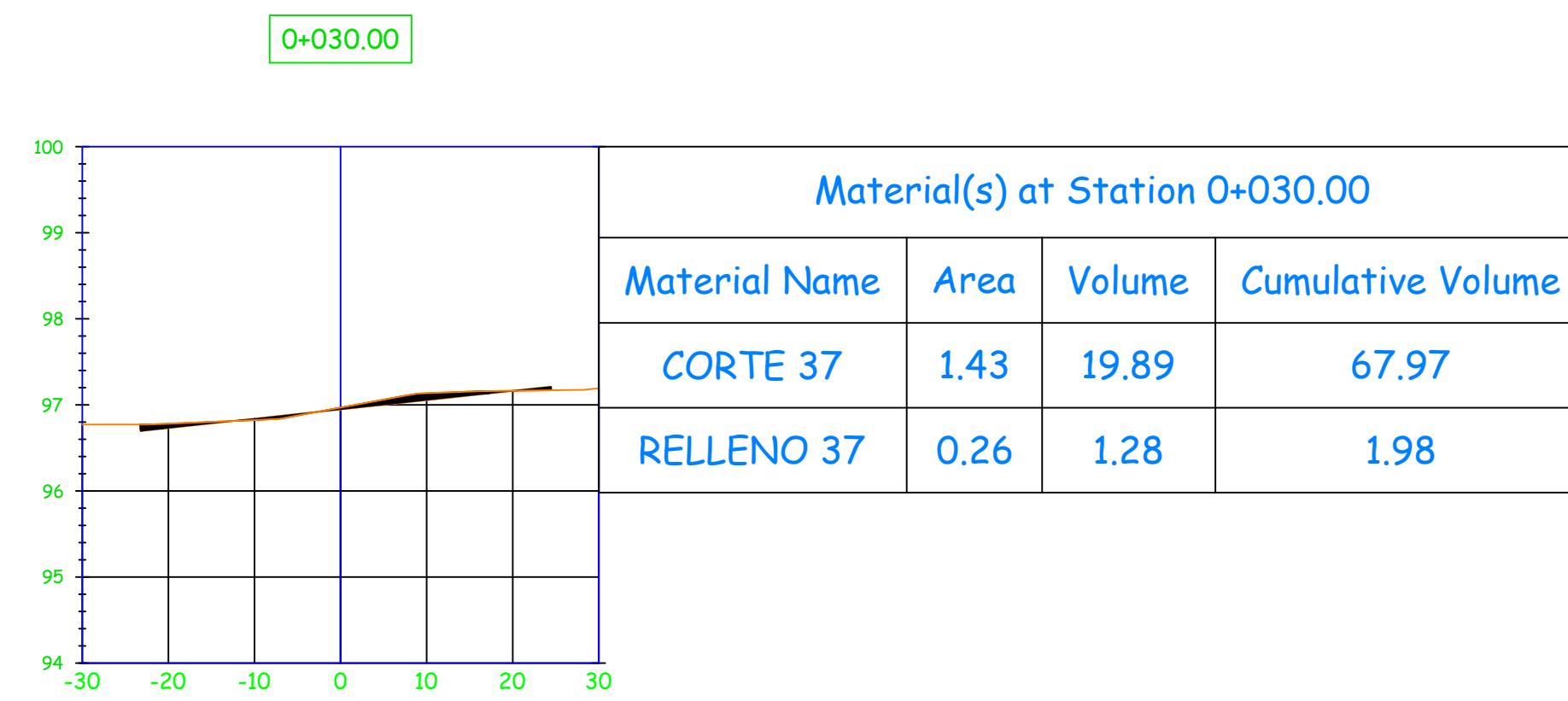
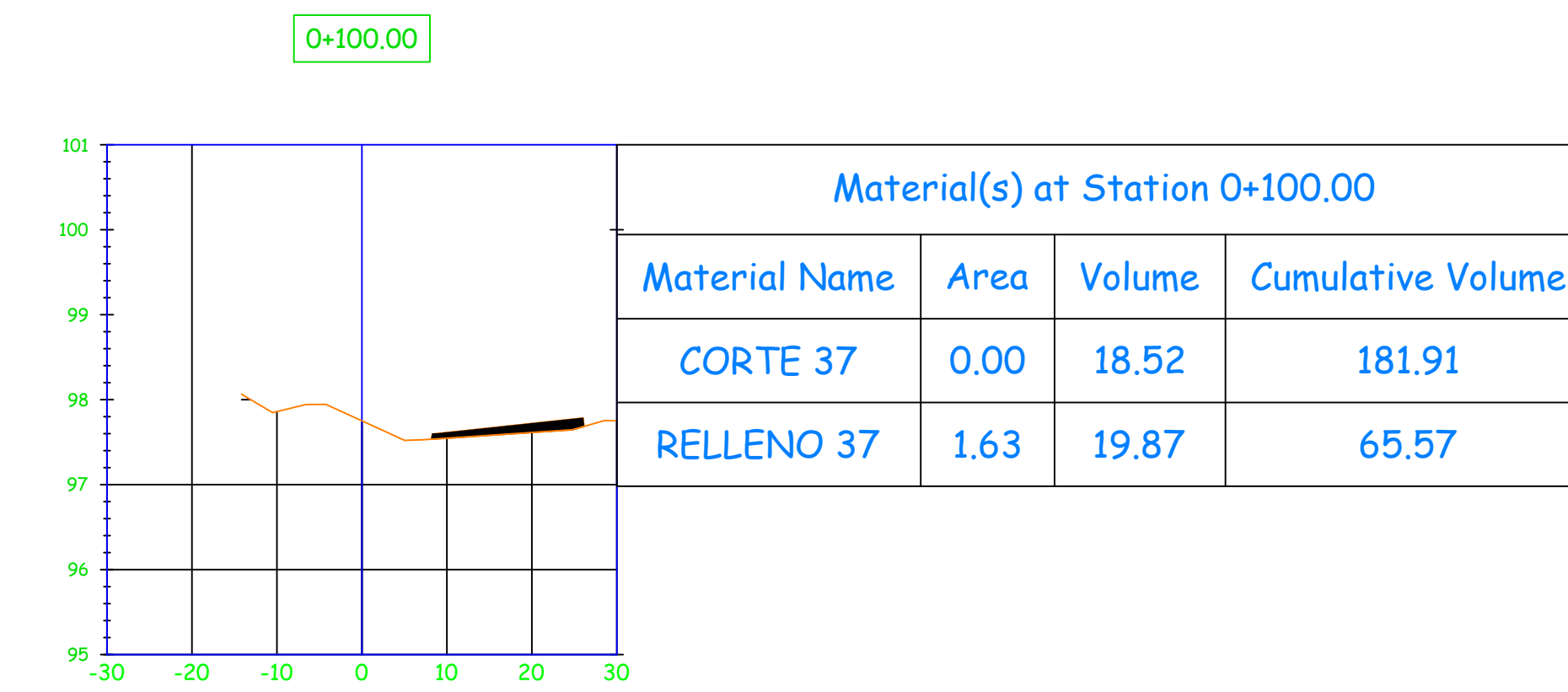
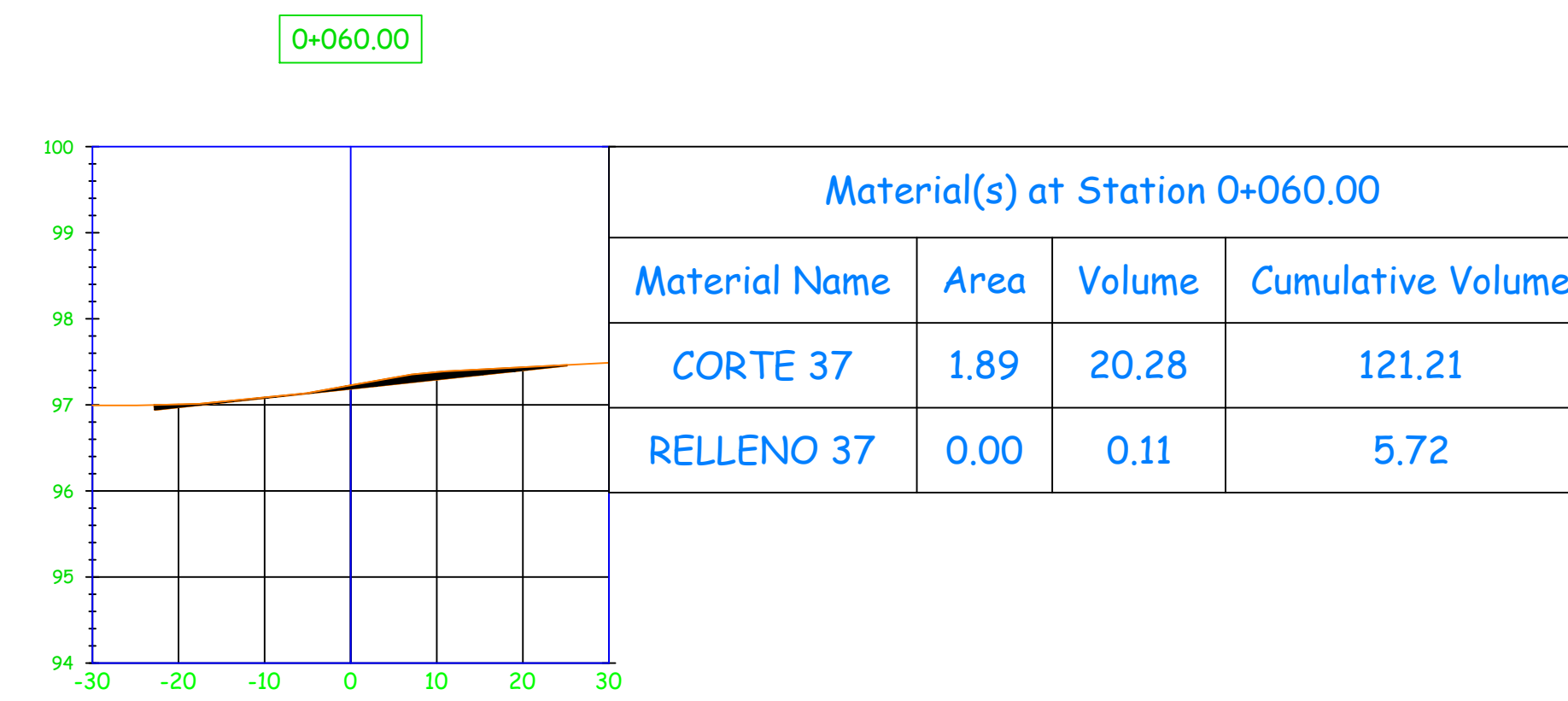
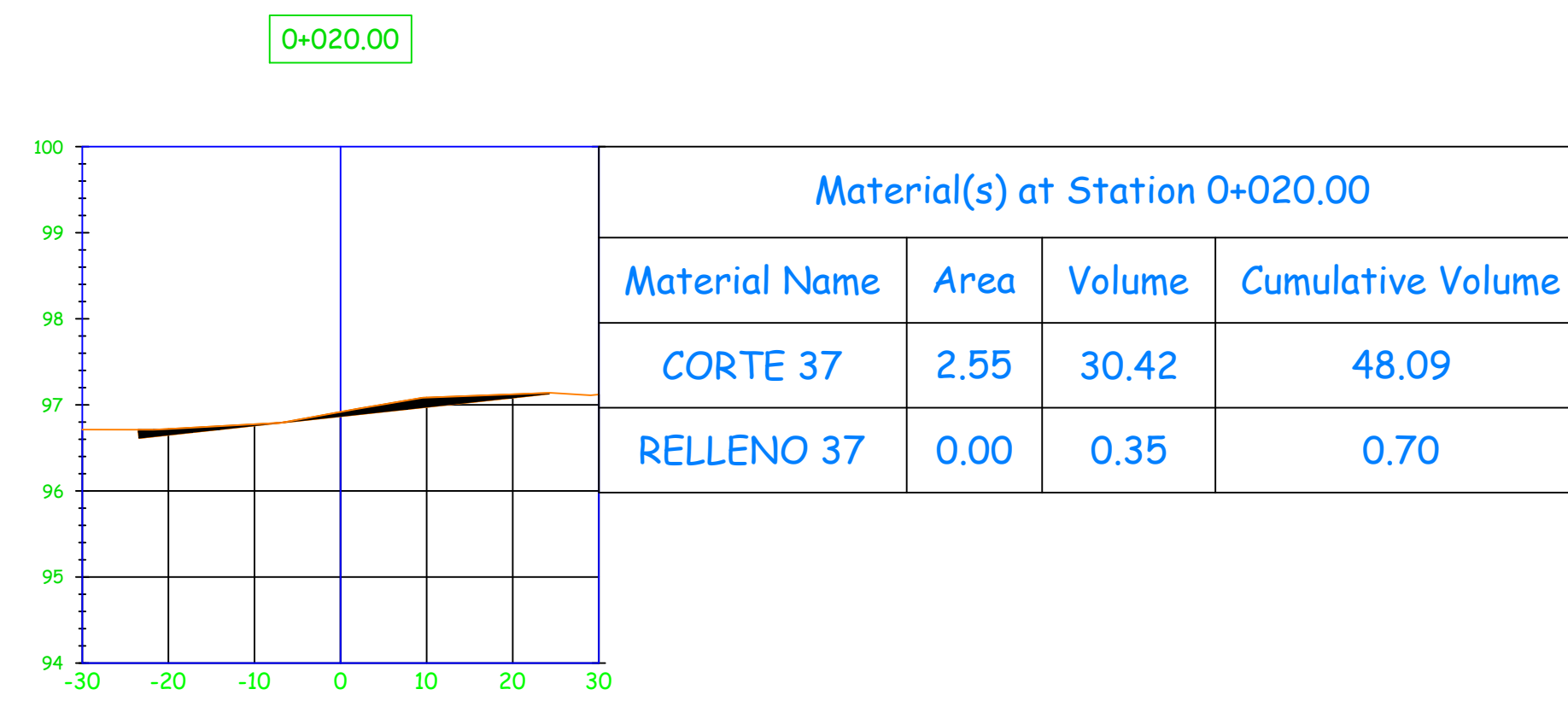
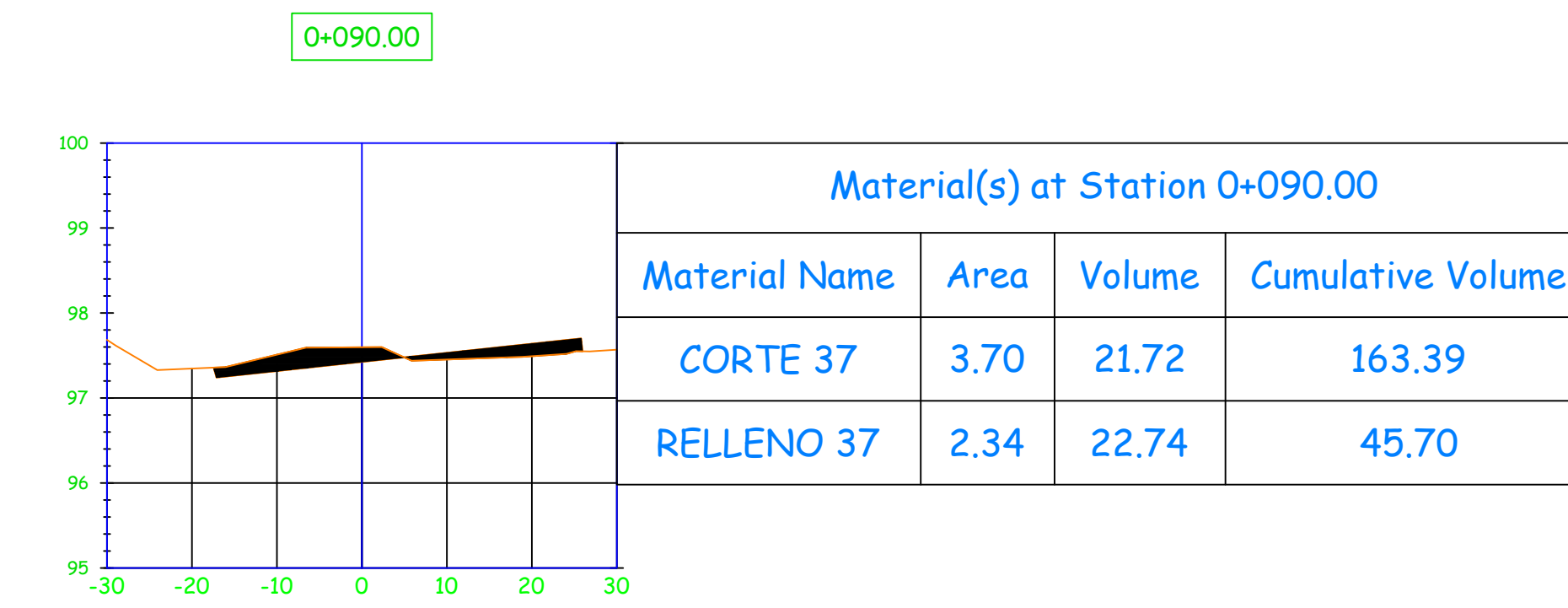
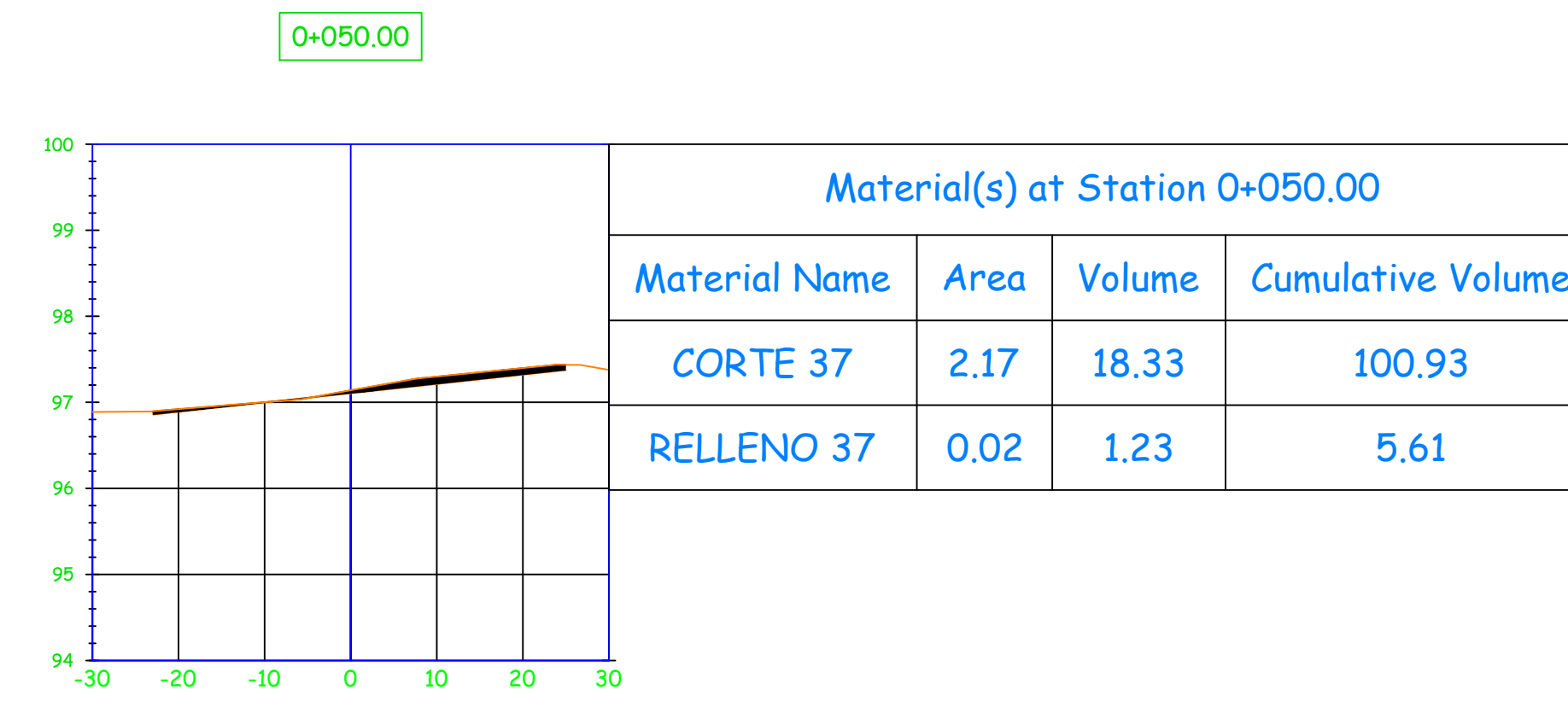
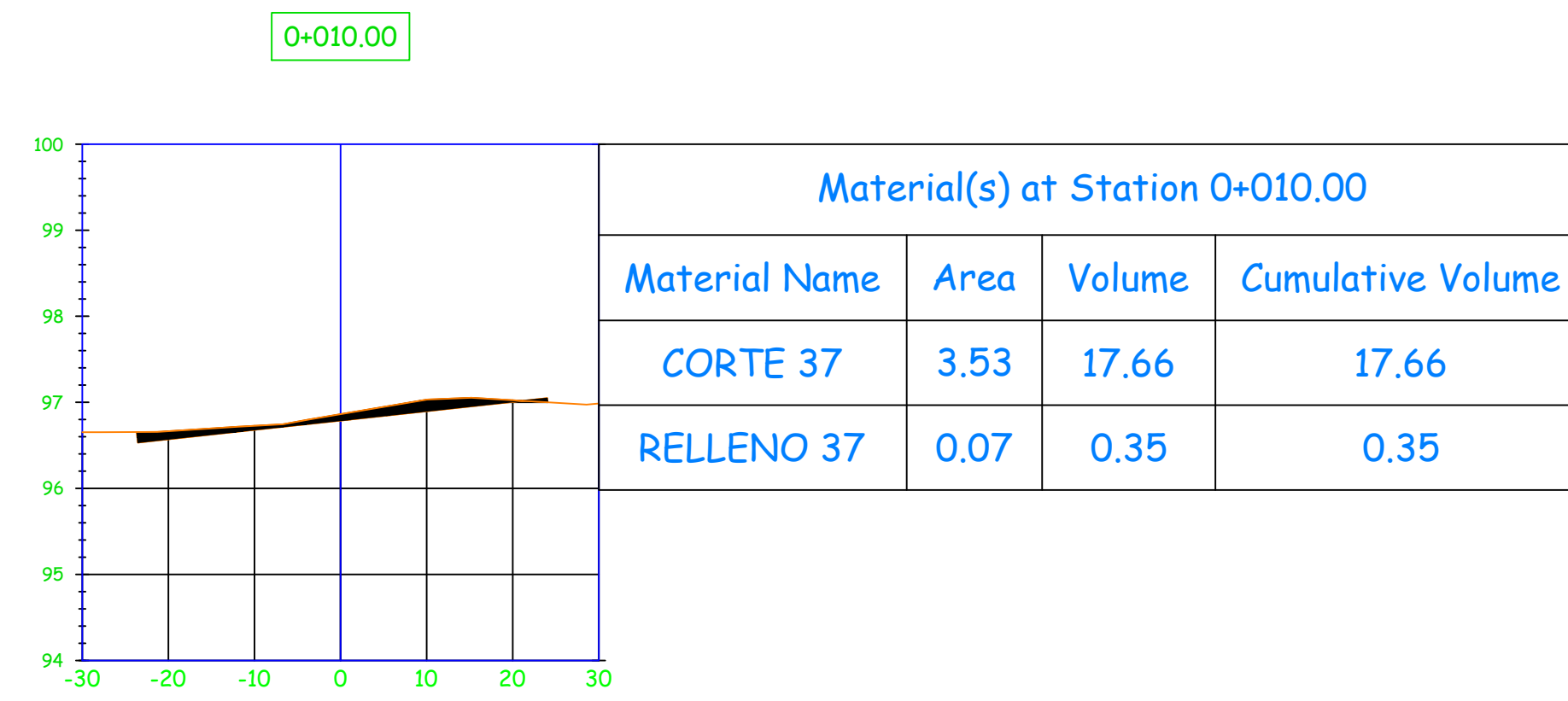
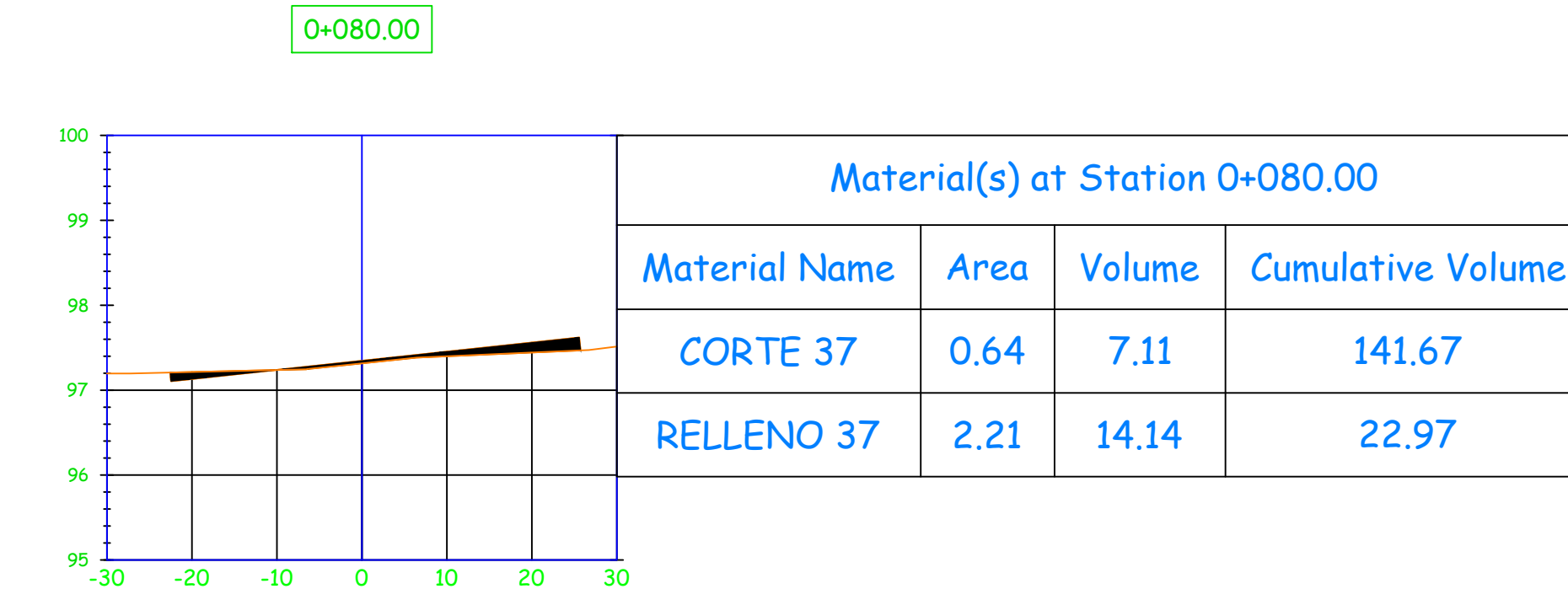
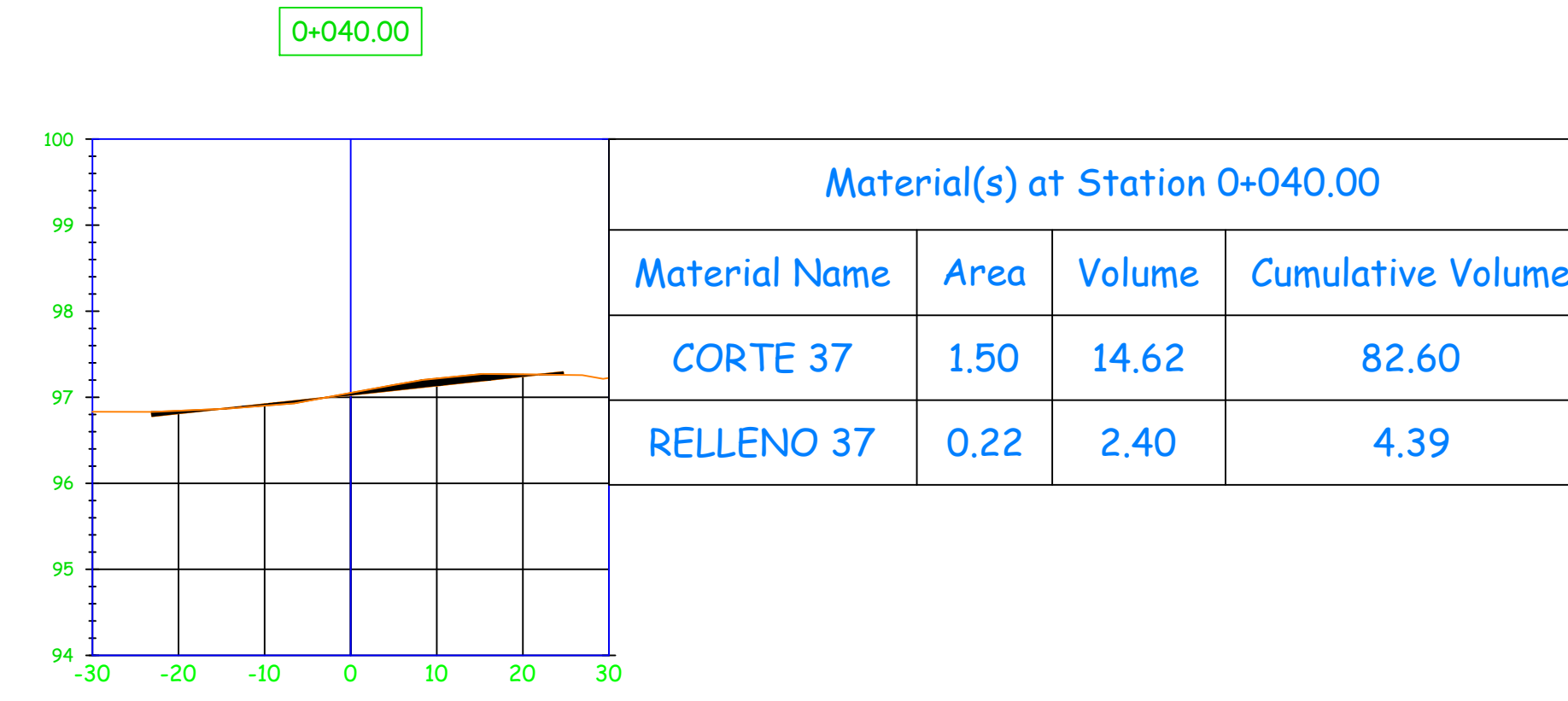
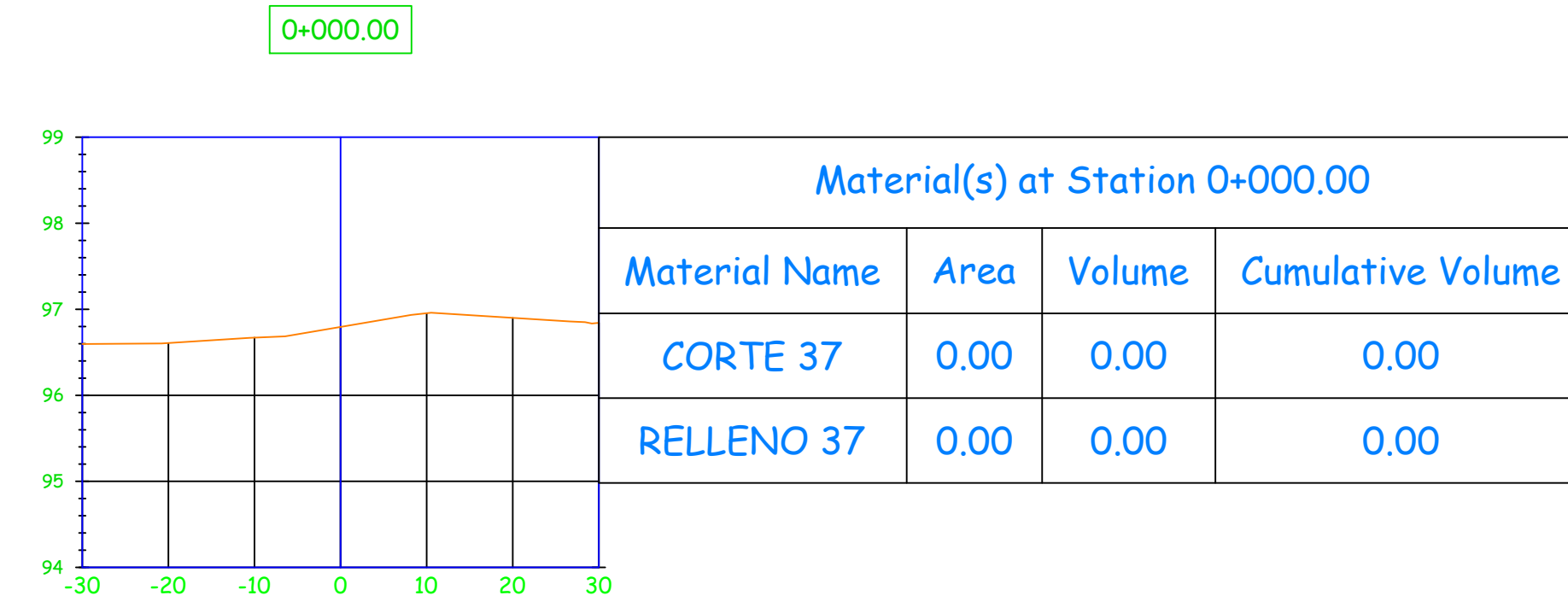


Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	3.44	33.64	242.81
RELLENO 36	3.26	33.47	165.43



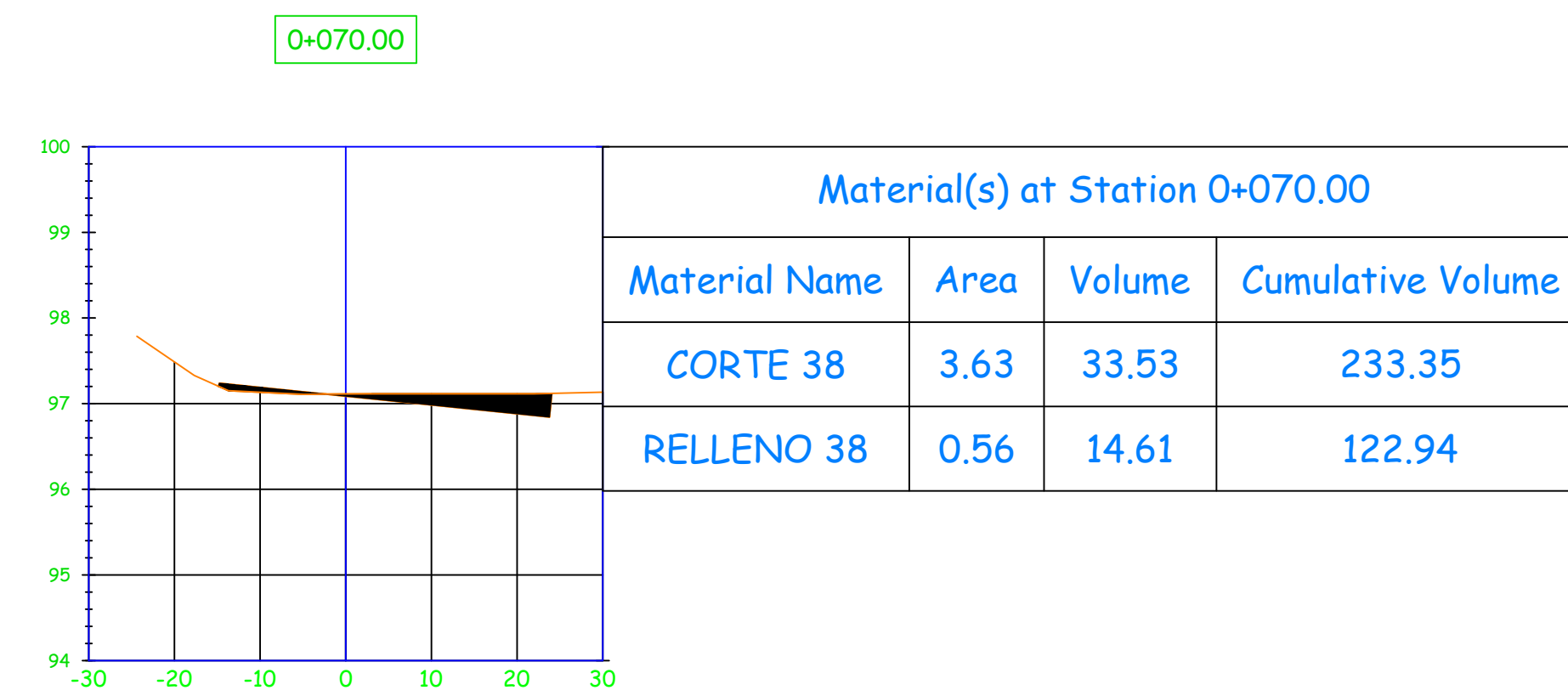
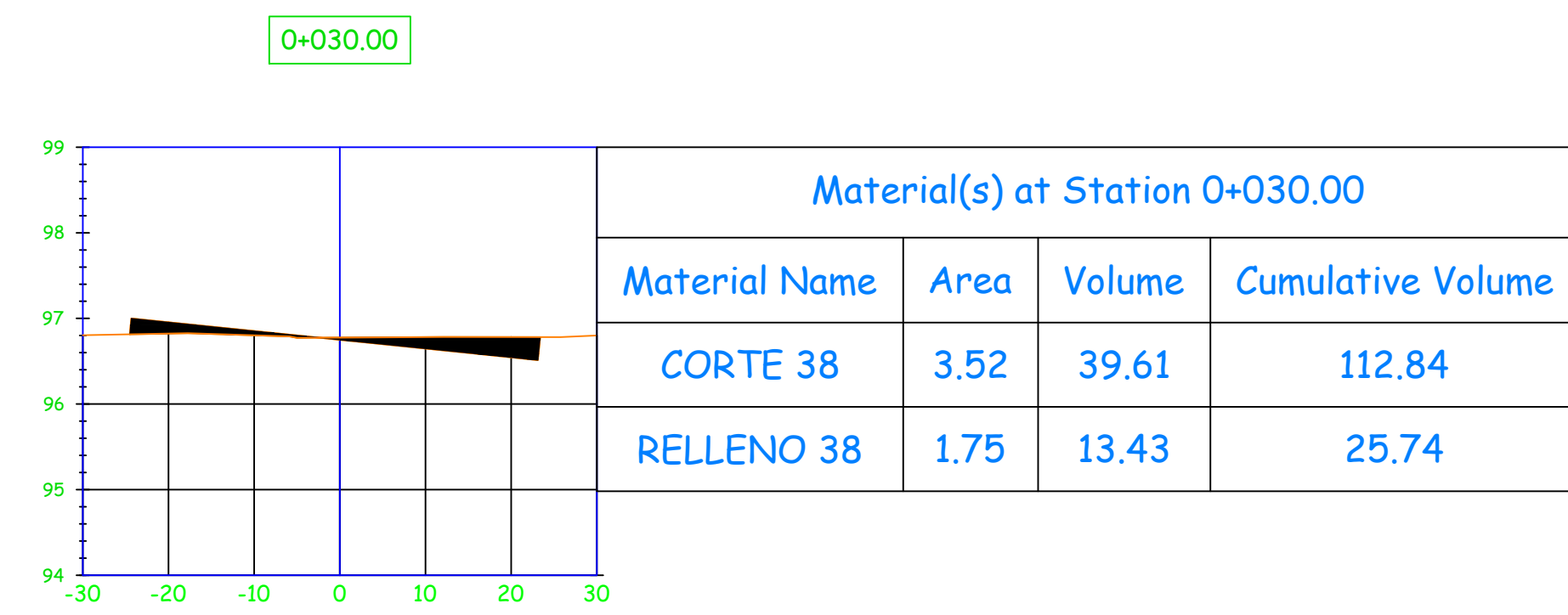
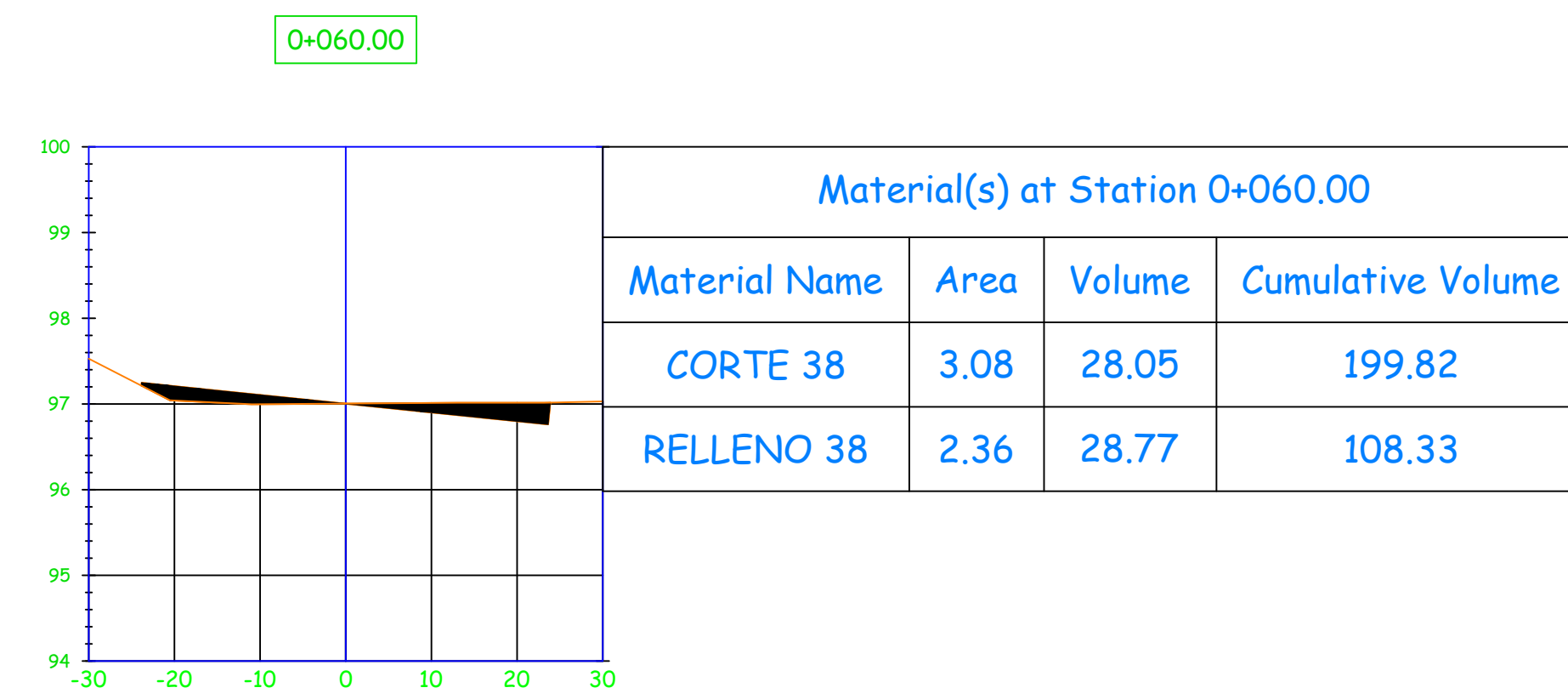
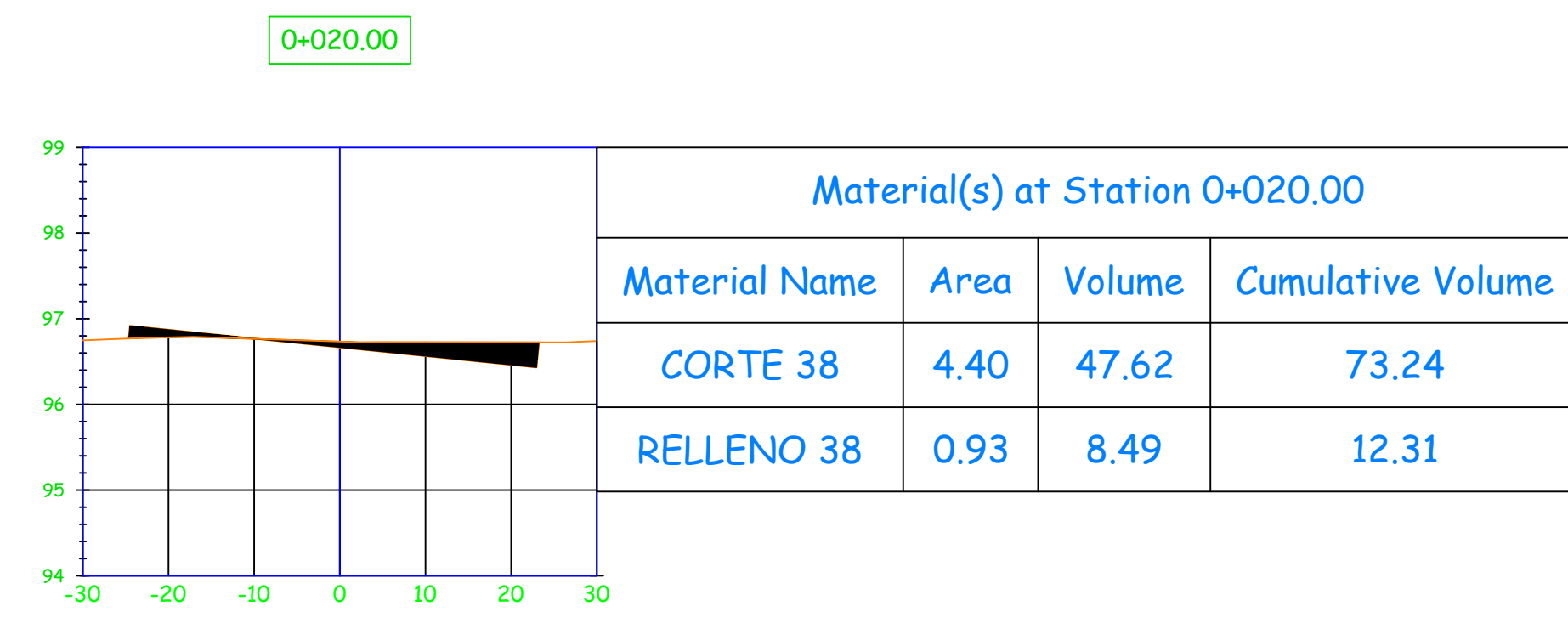
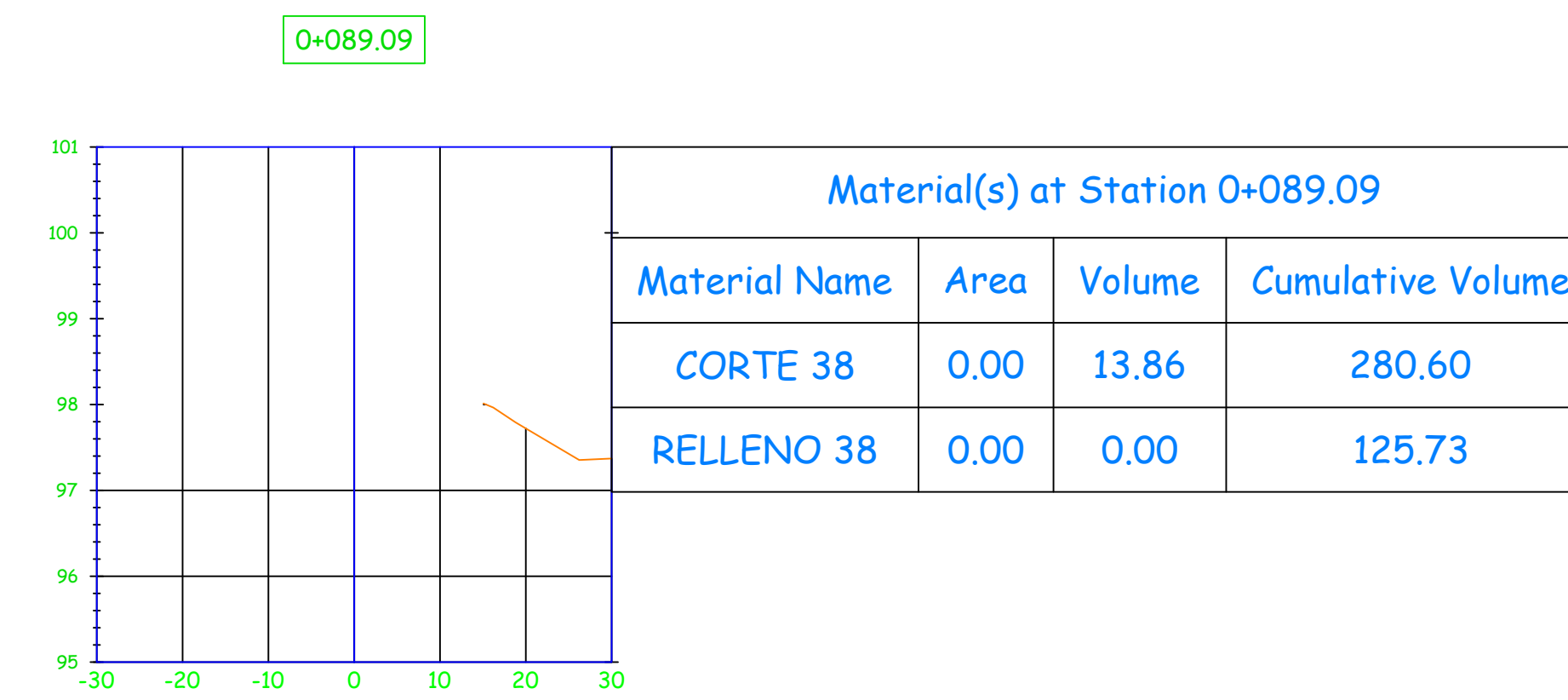
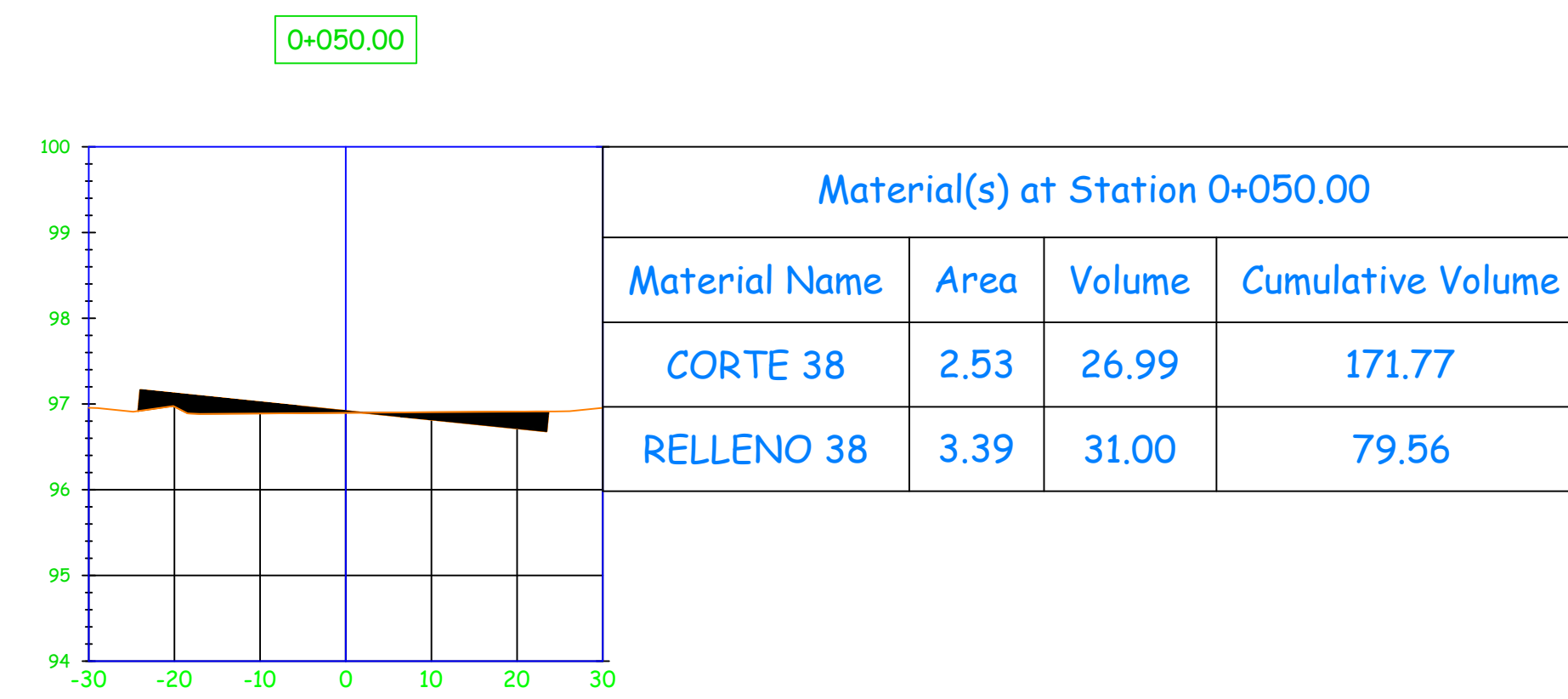
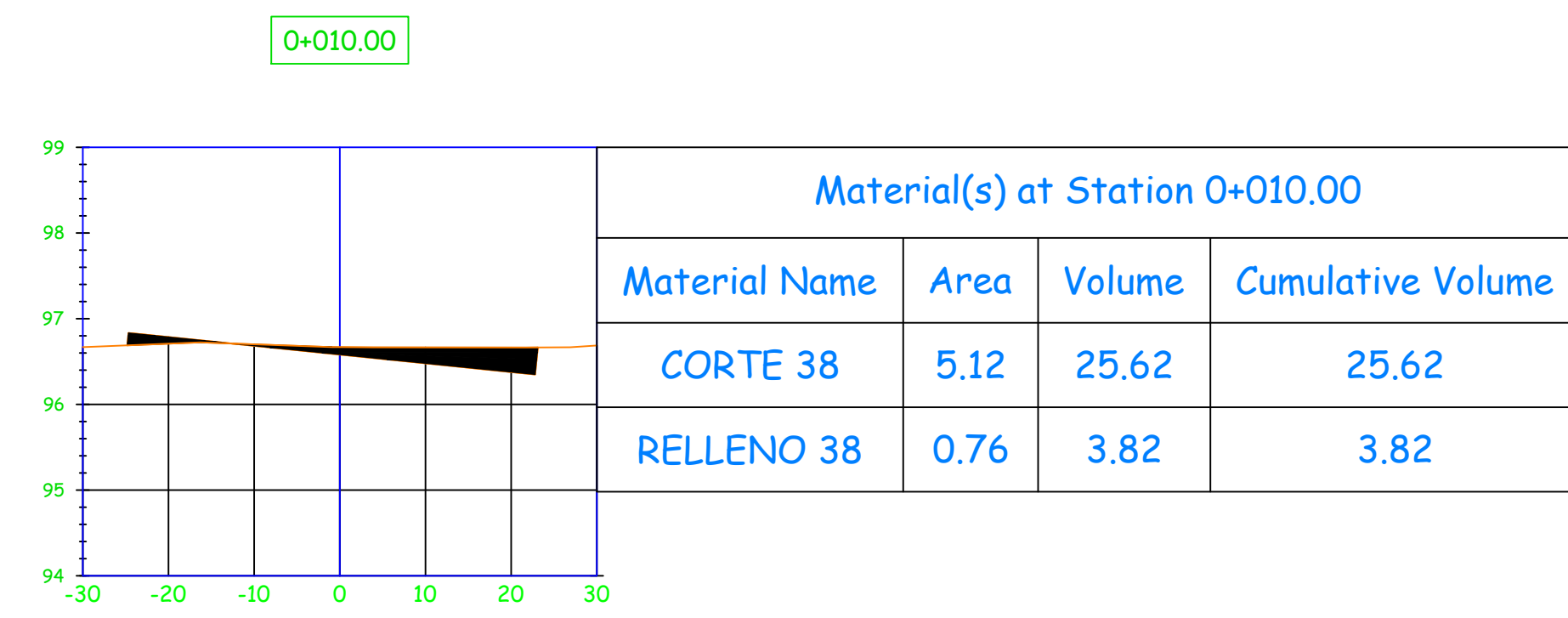
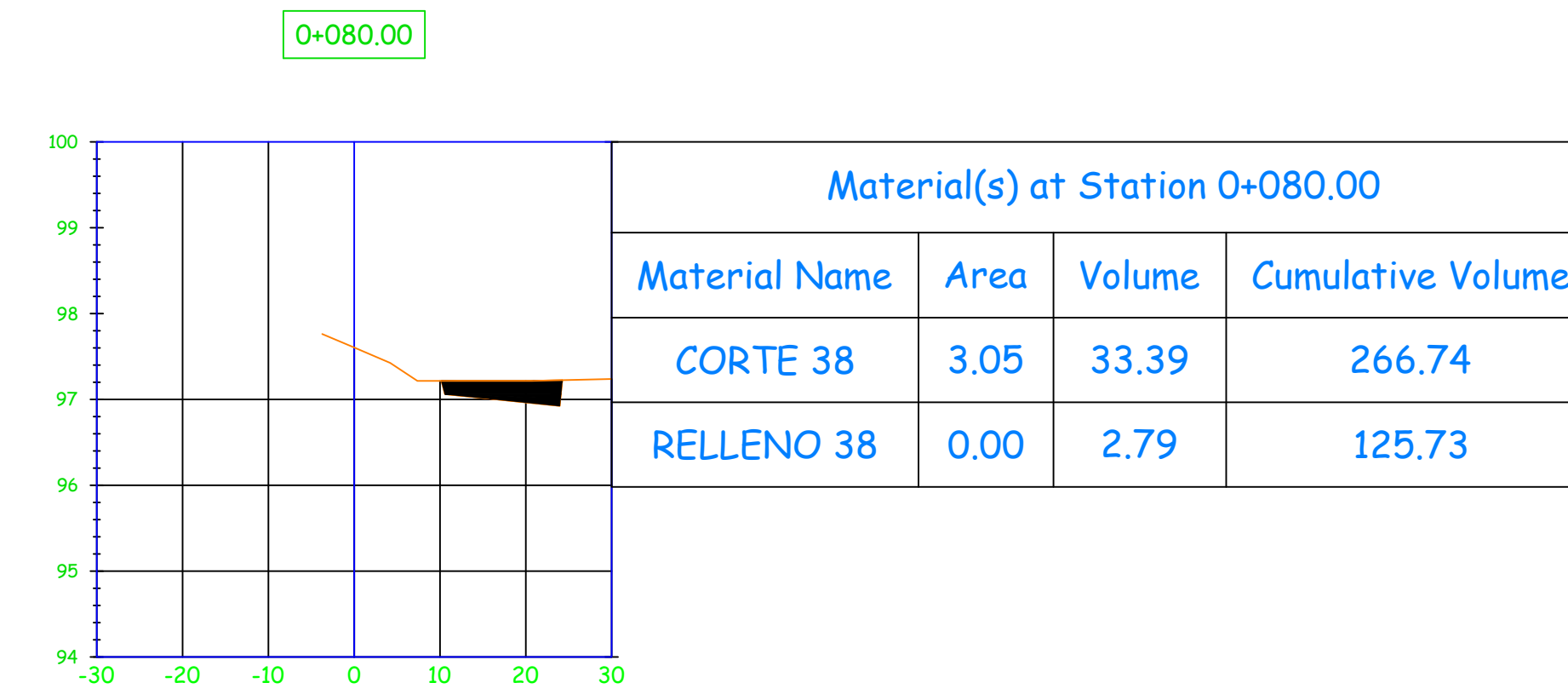
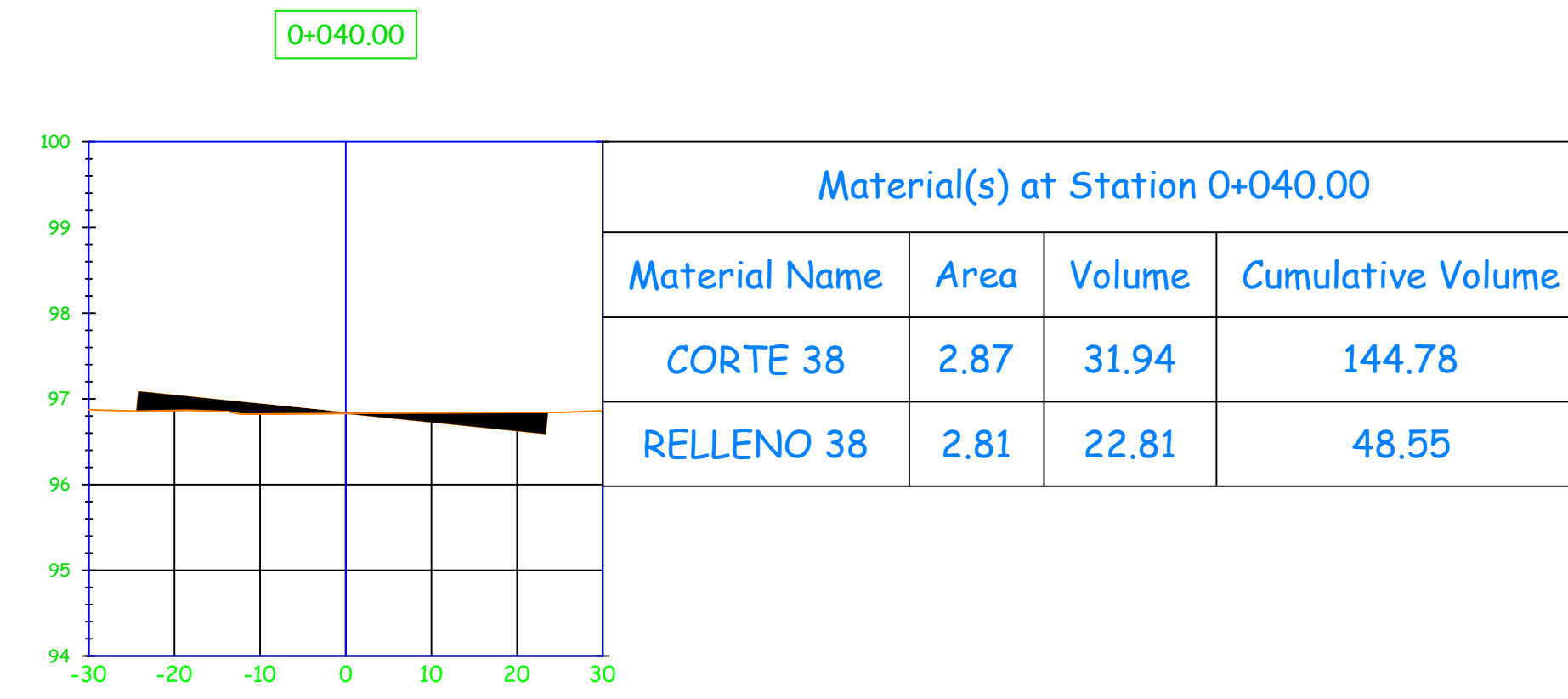
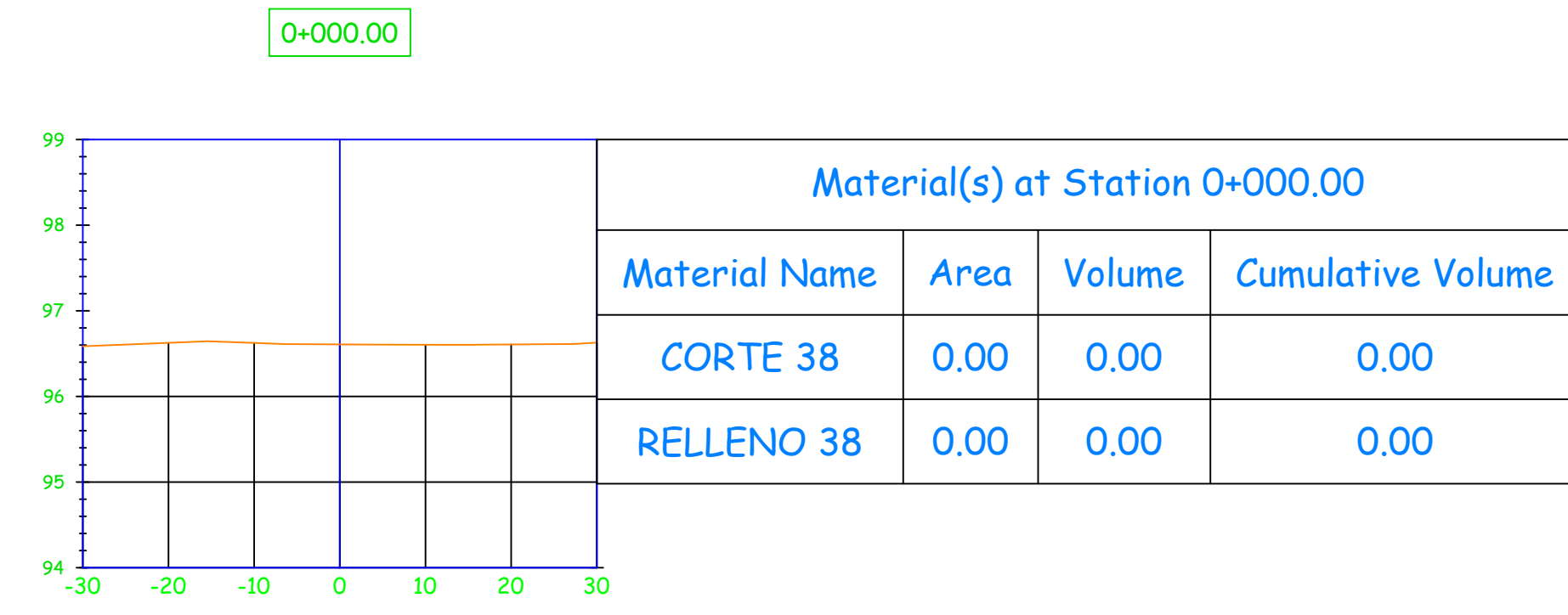
Material(s) at Station 0+102.84			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE 36	0.00	0.00	340.42
RELLENO 36	0.00	0.00	245.55

# TERRAZA VALVULA 37

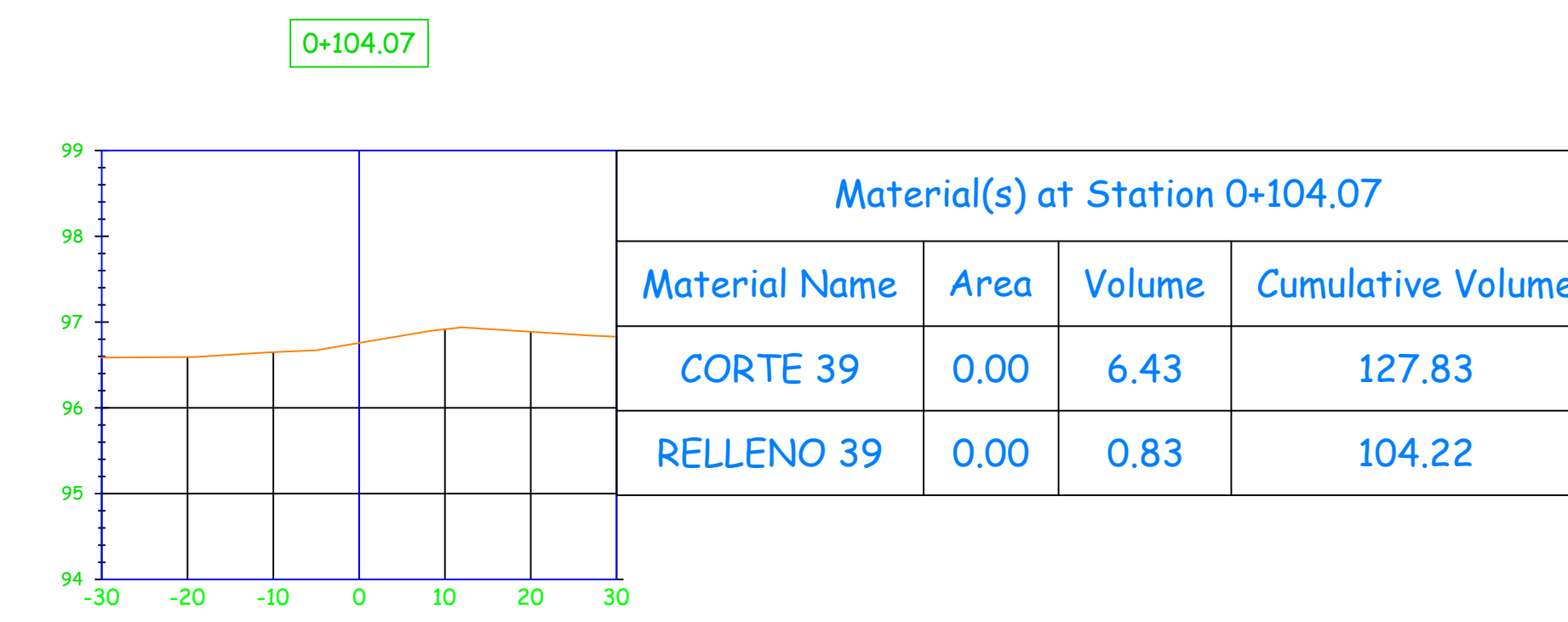
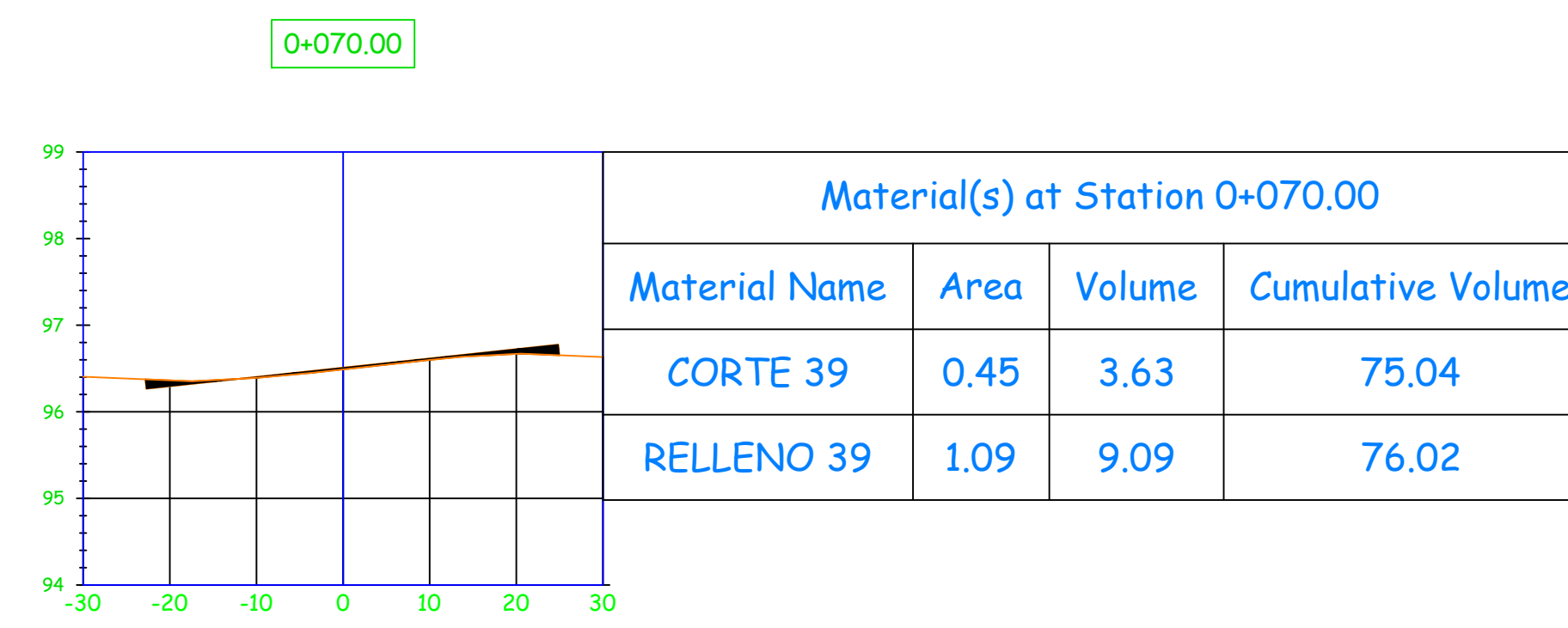
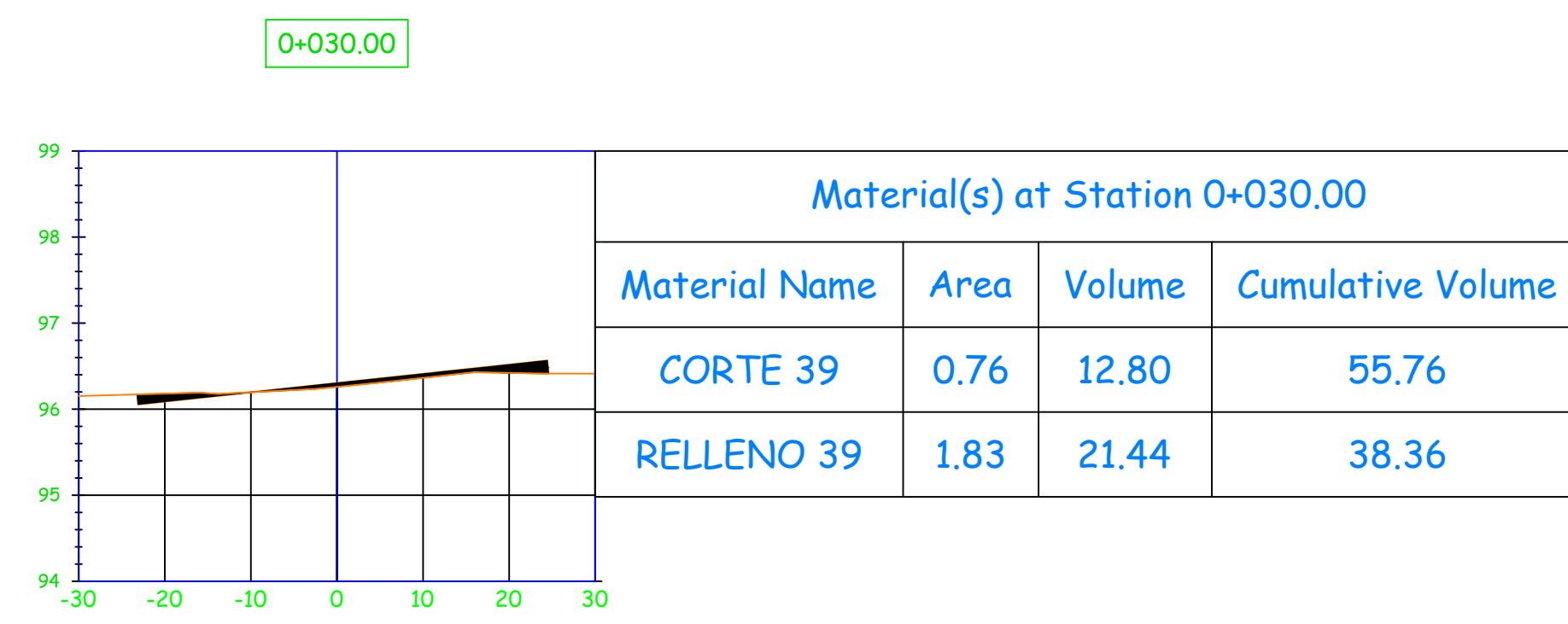
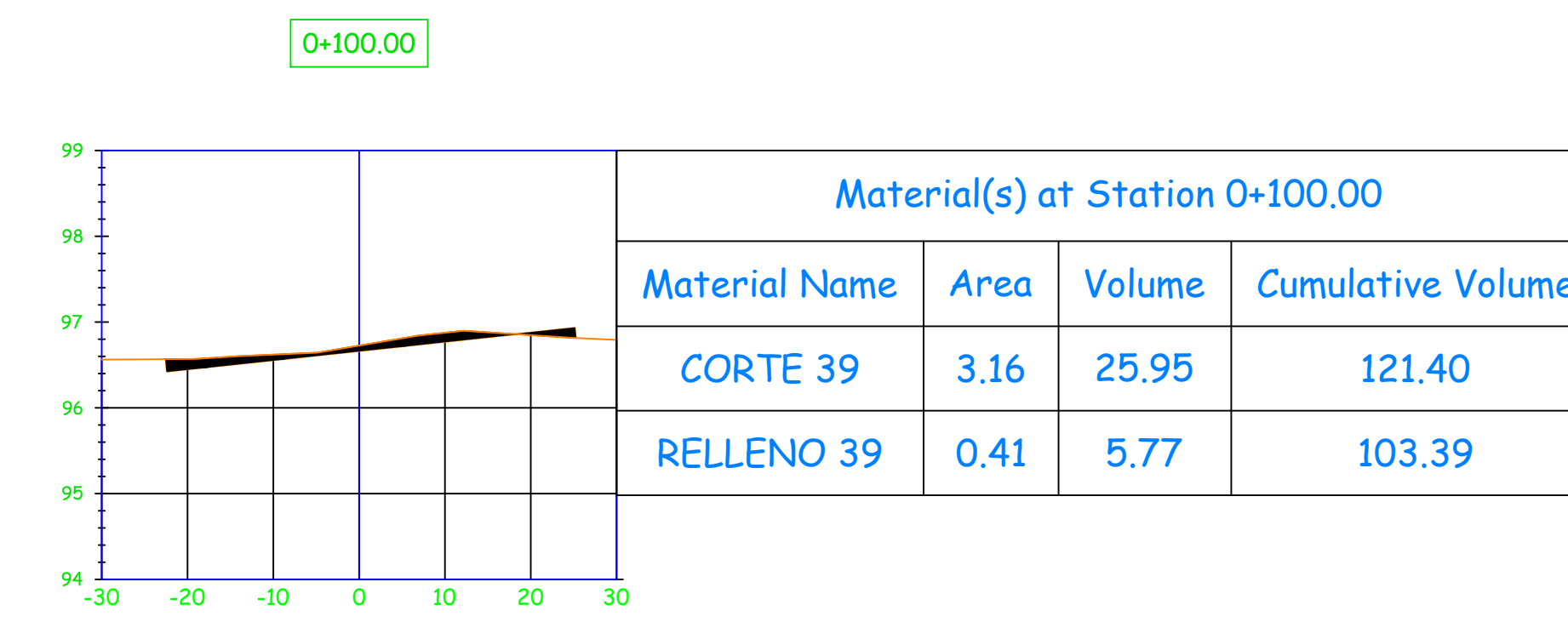
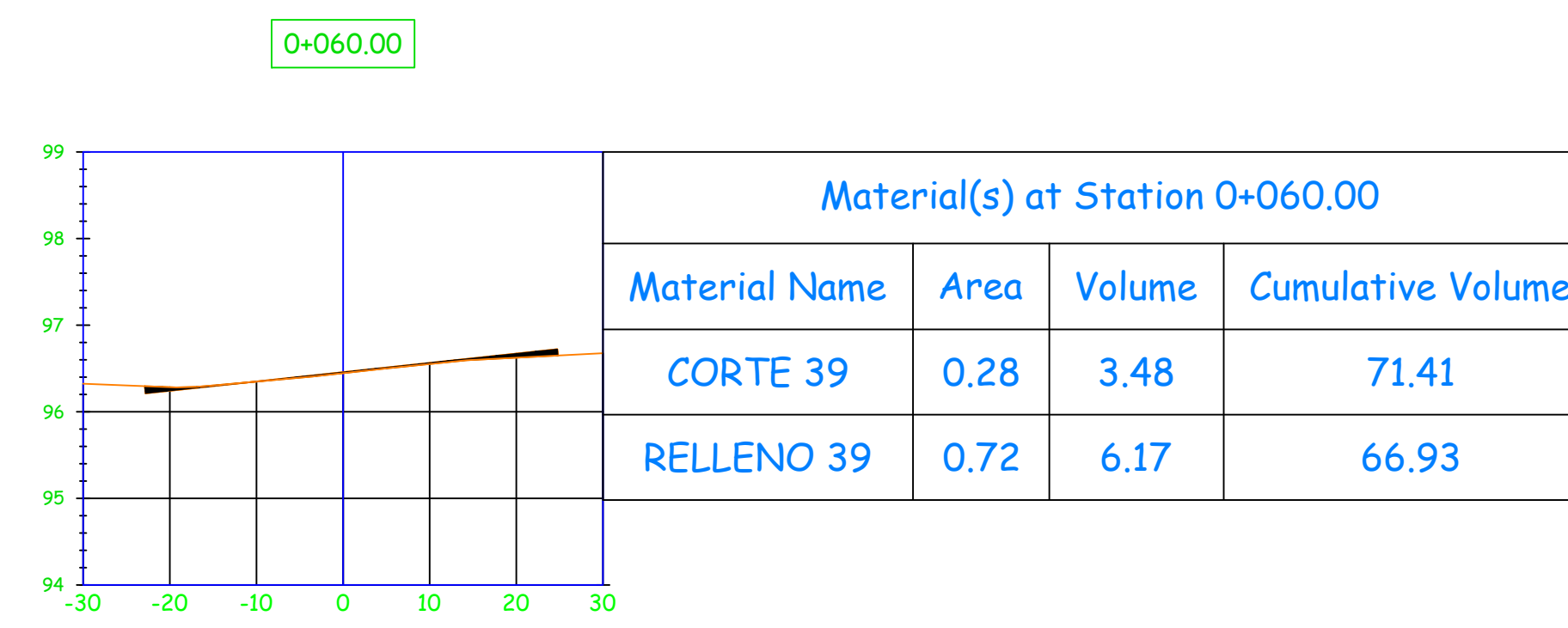
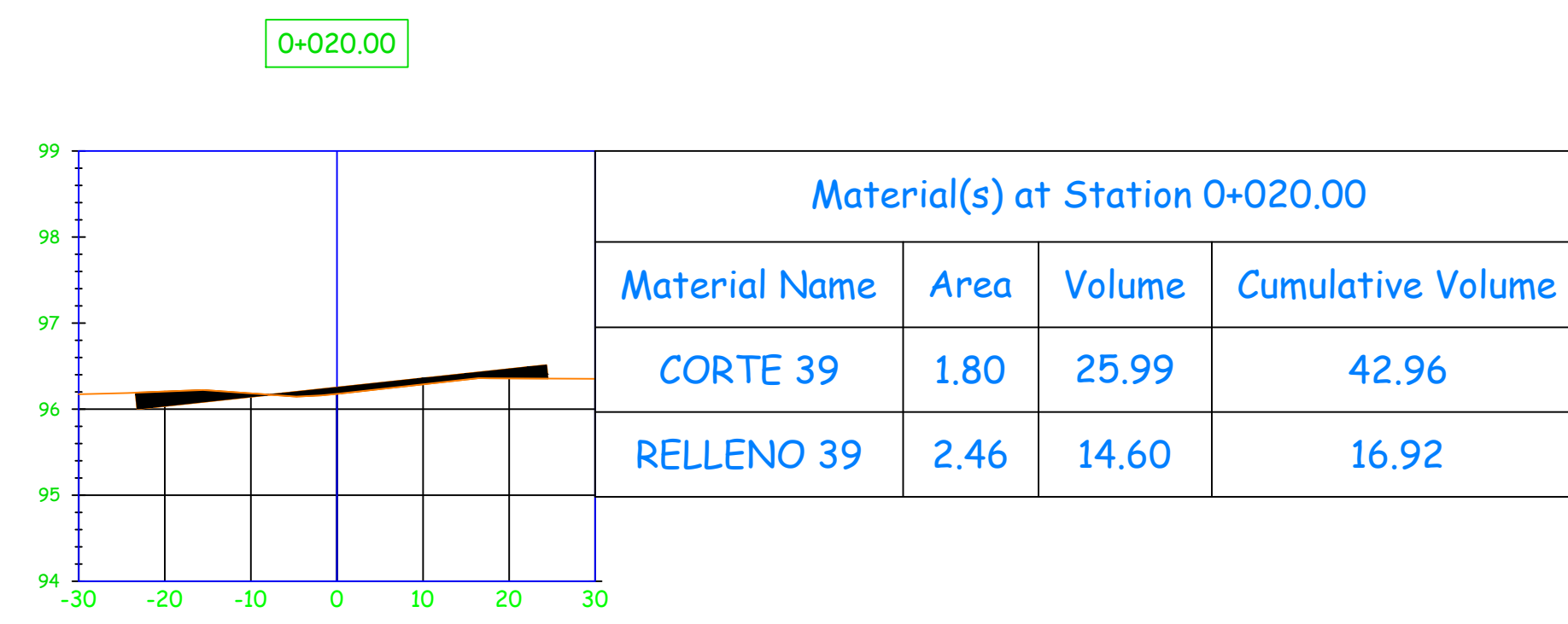
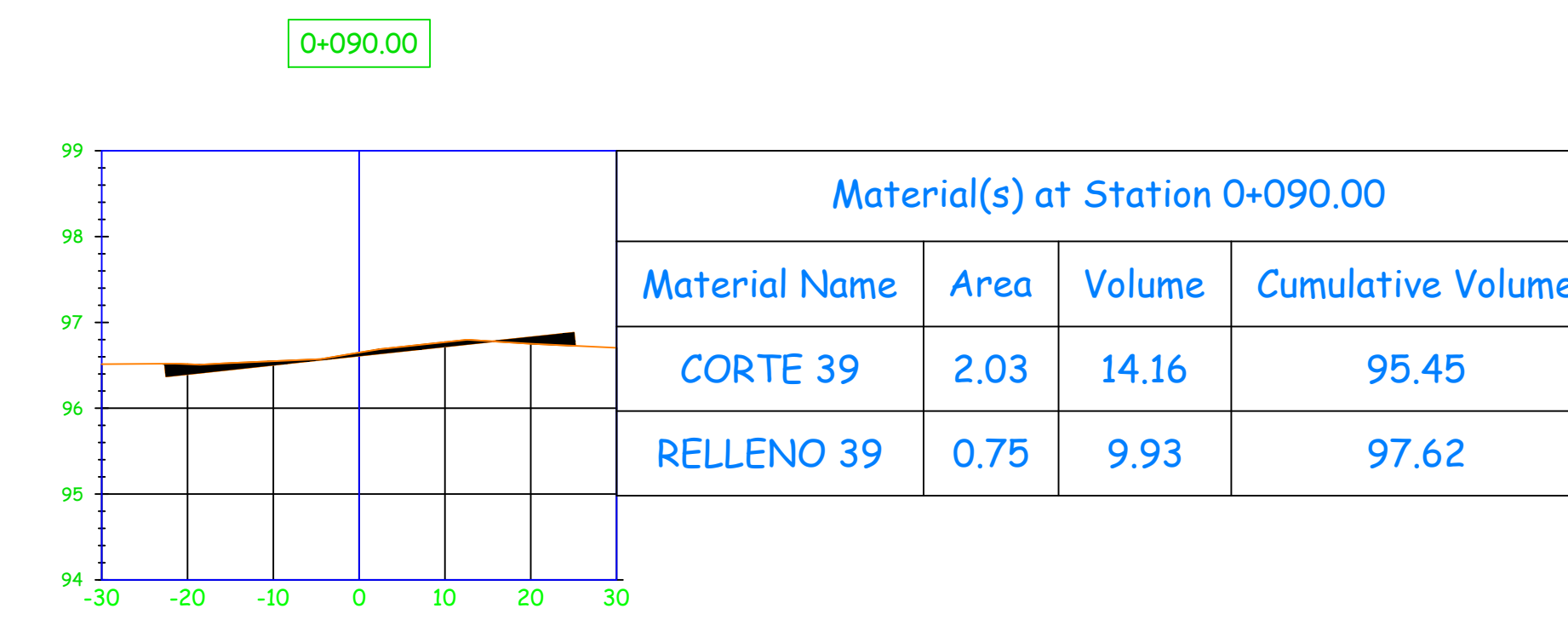
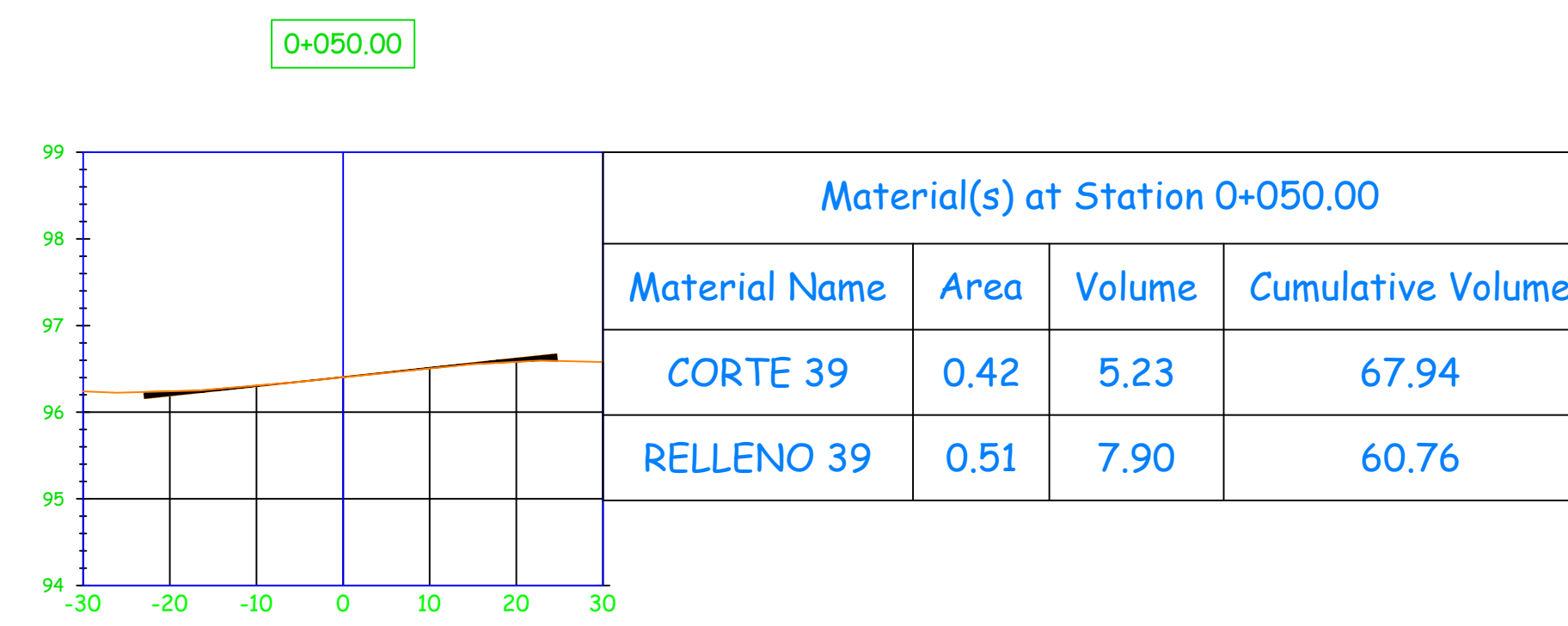
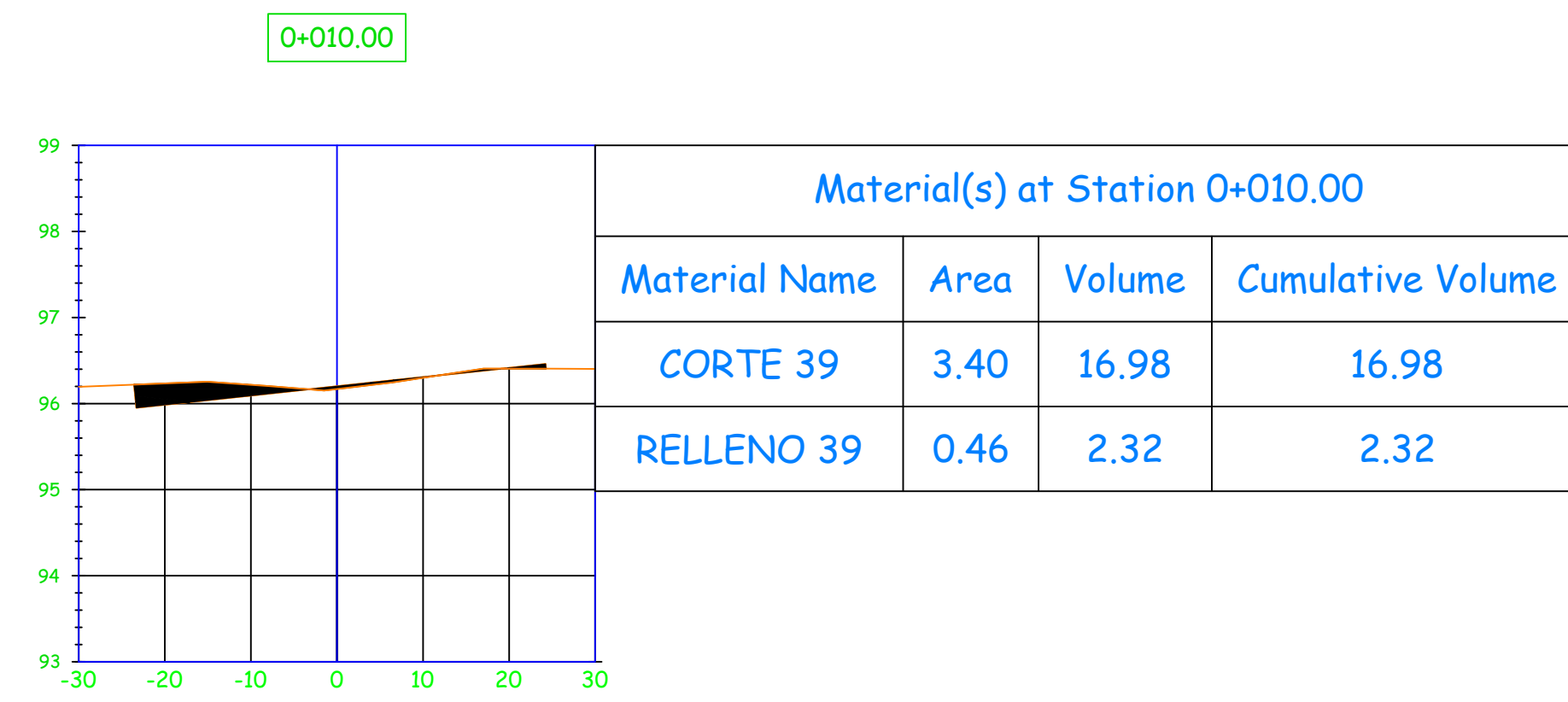
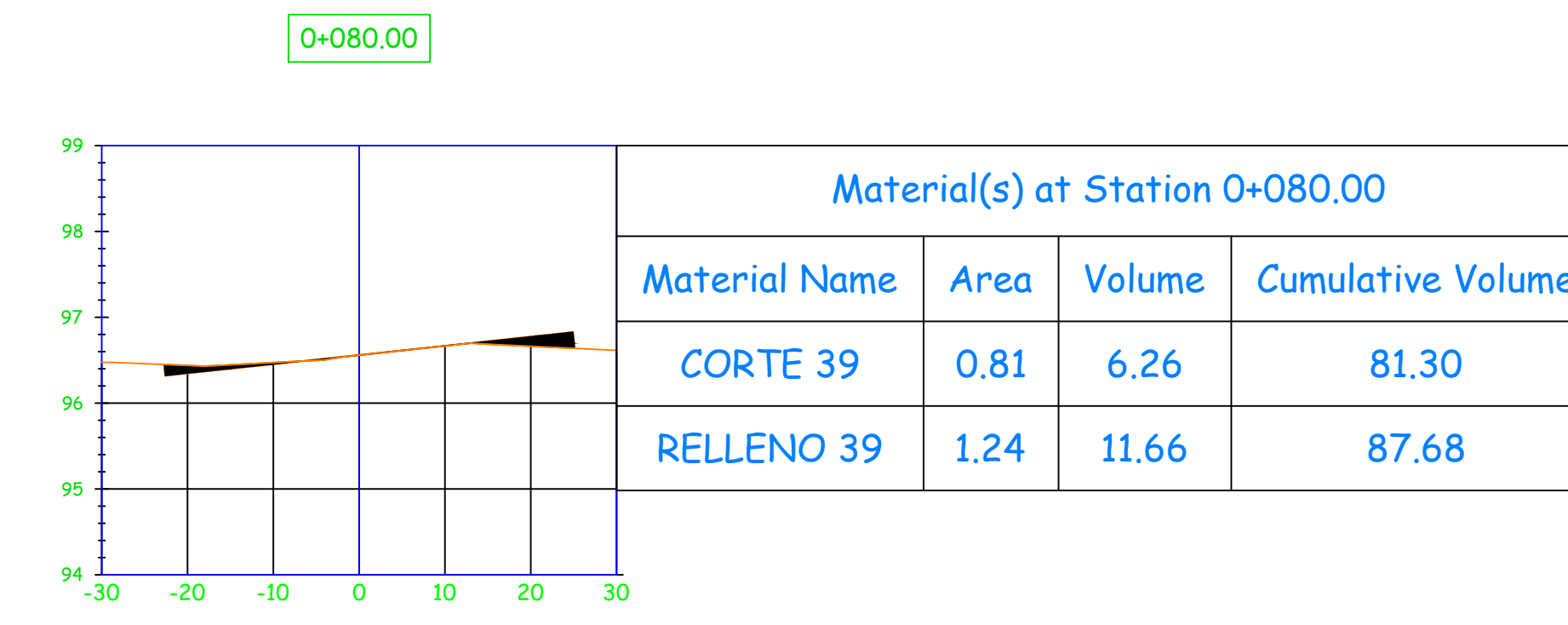
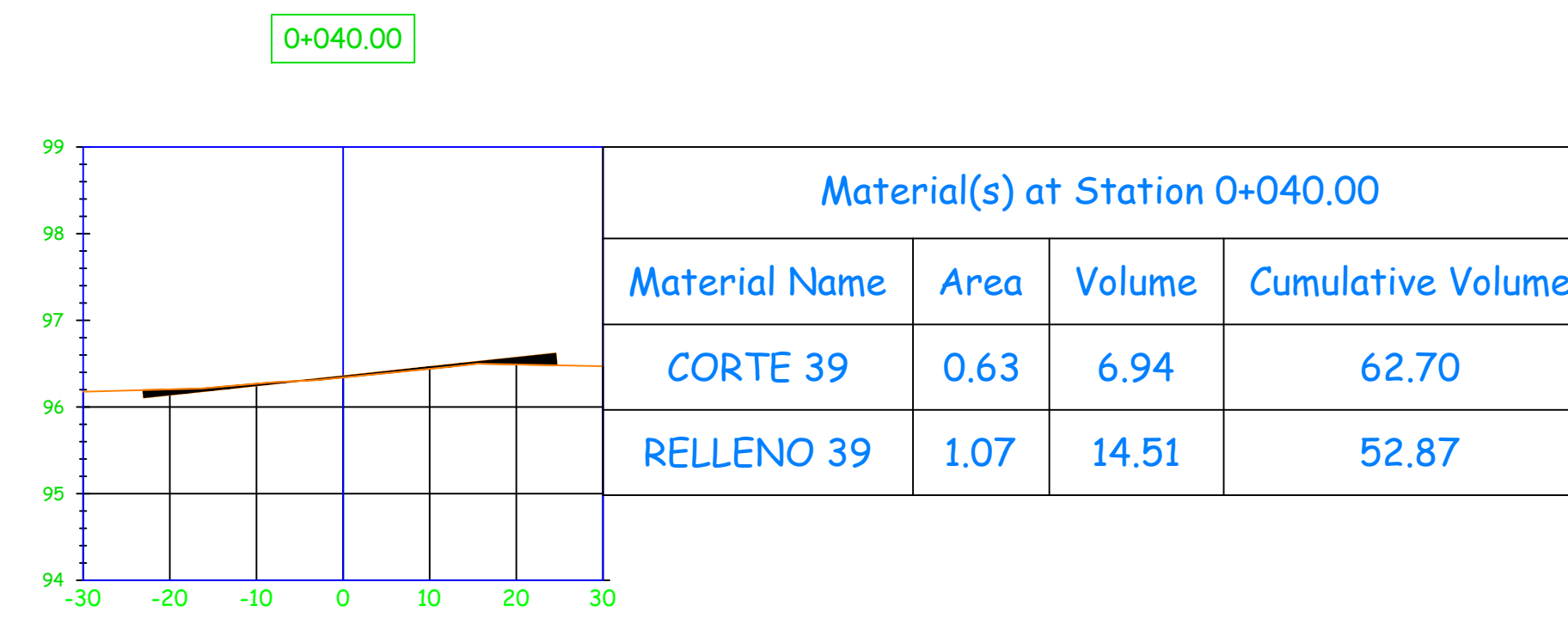
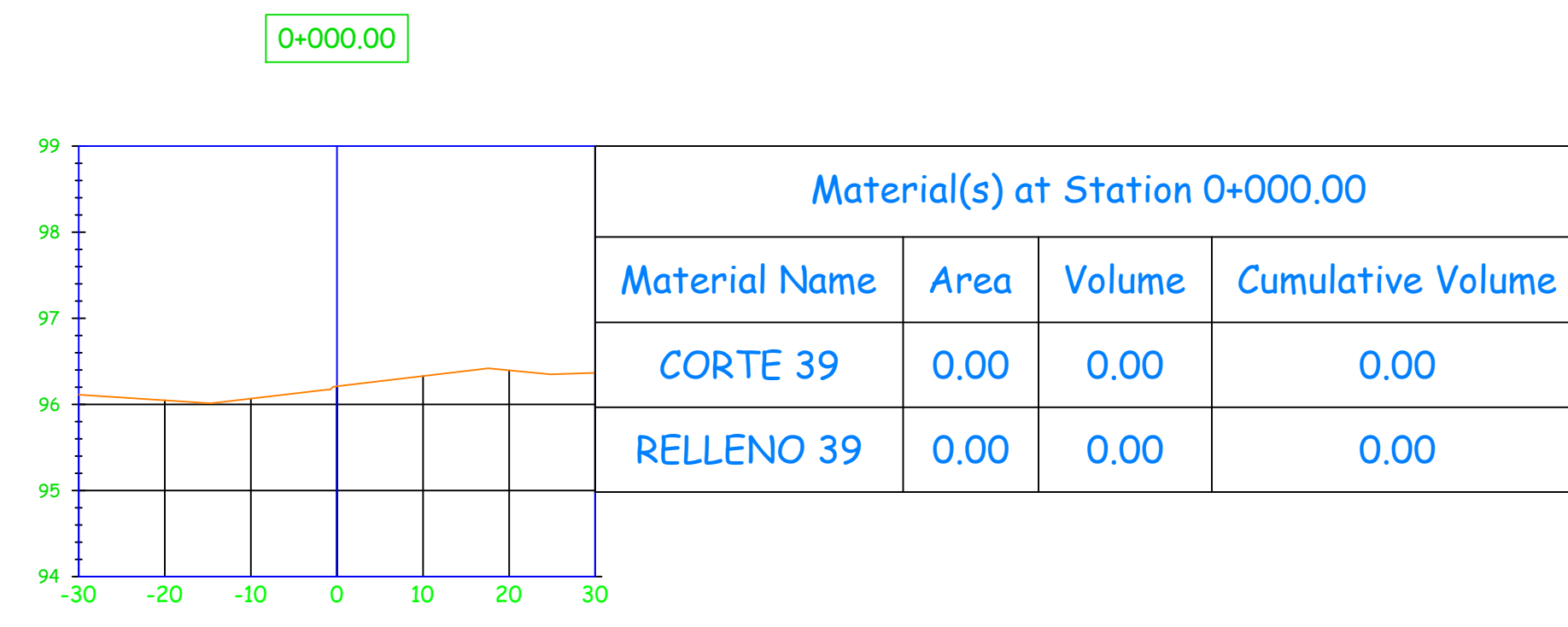




# TERRAZA VALVULA 38

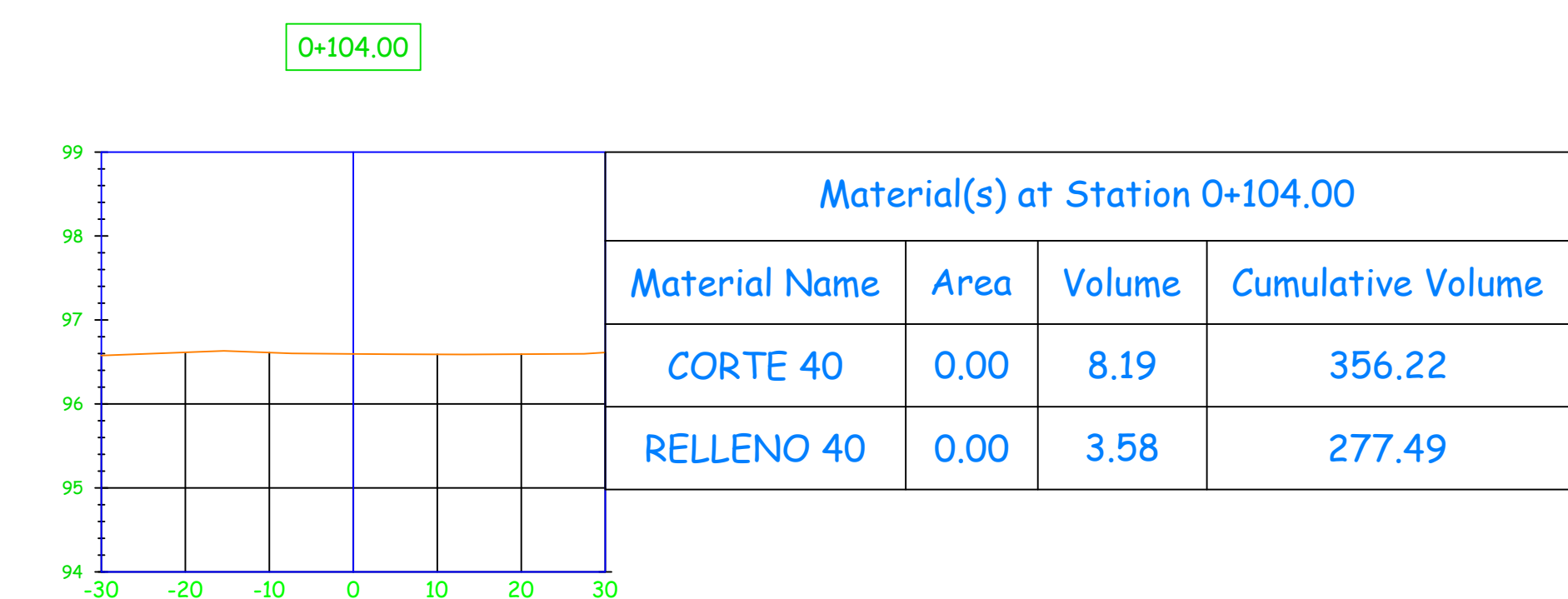
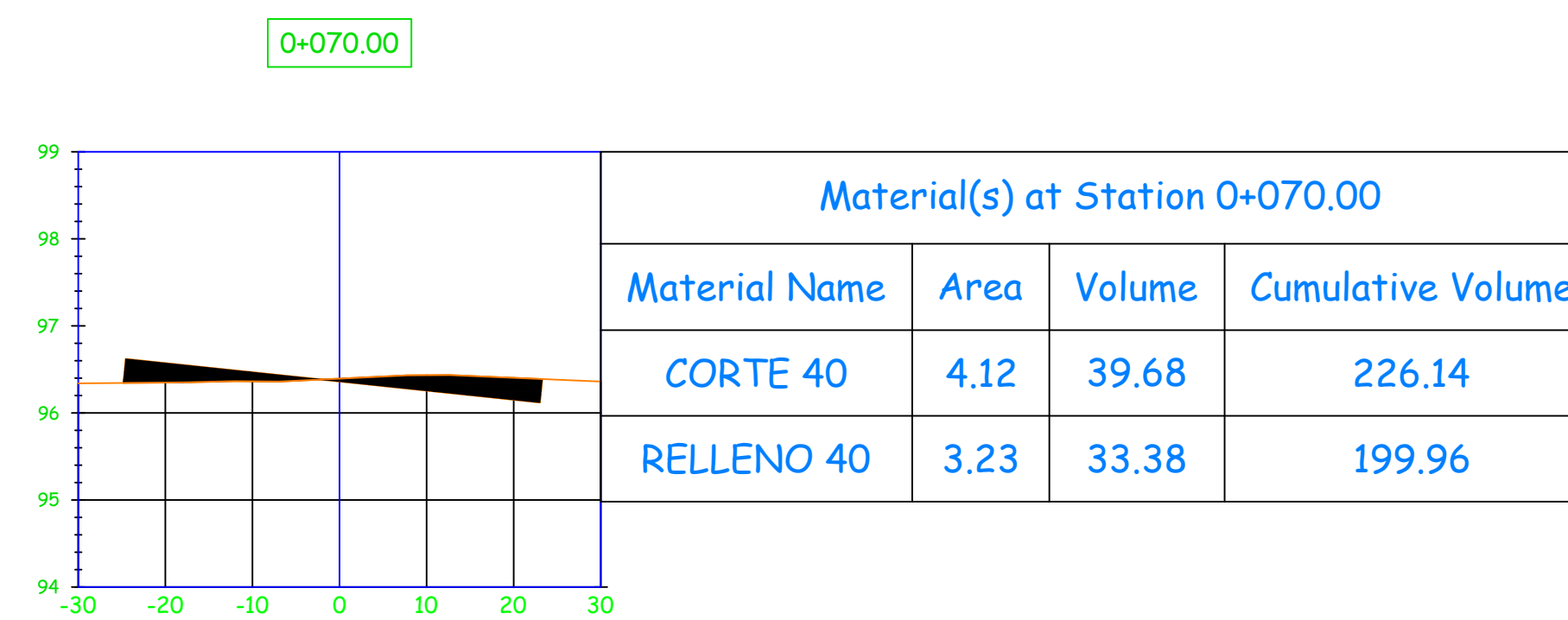
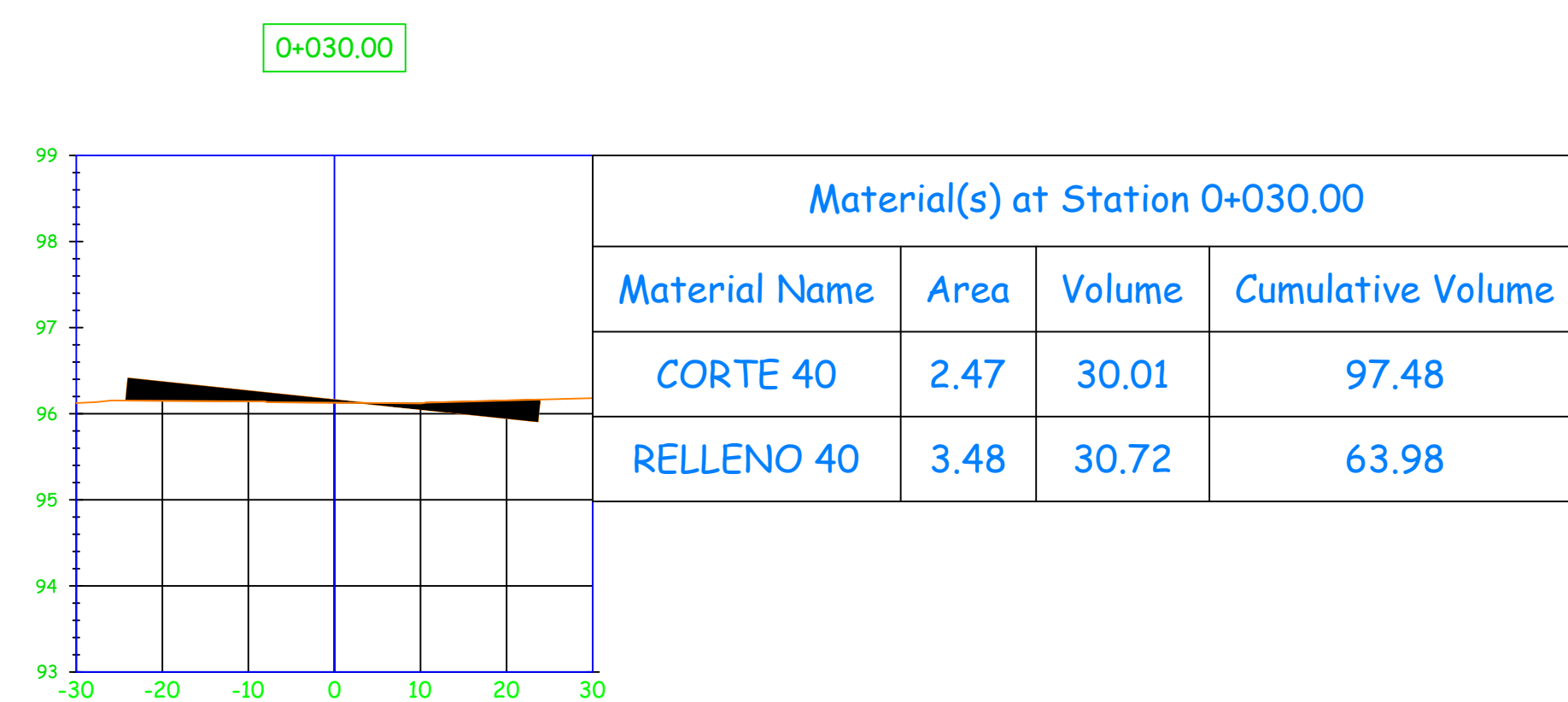
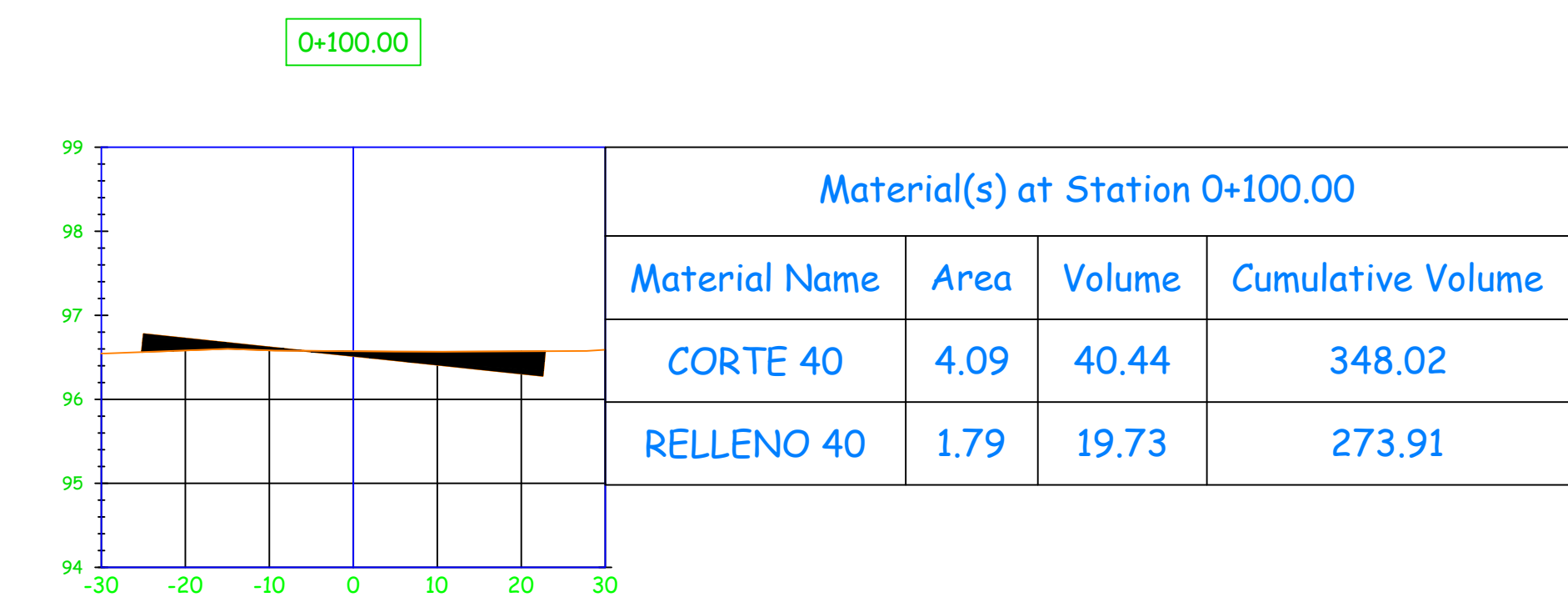
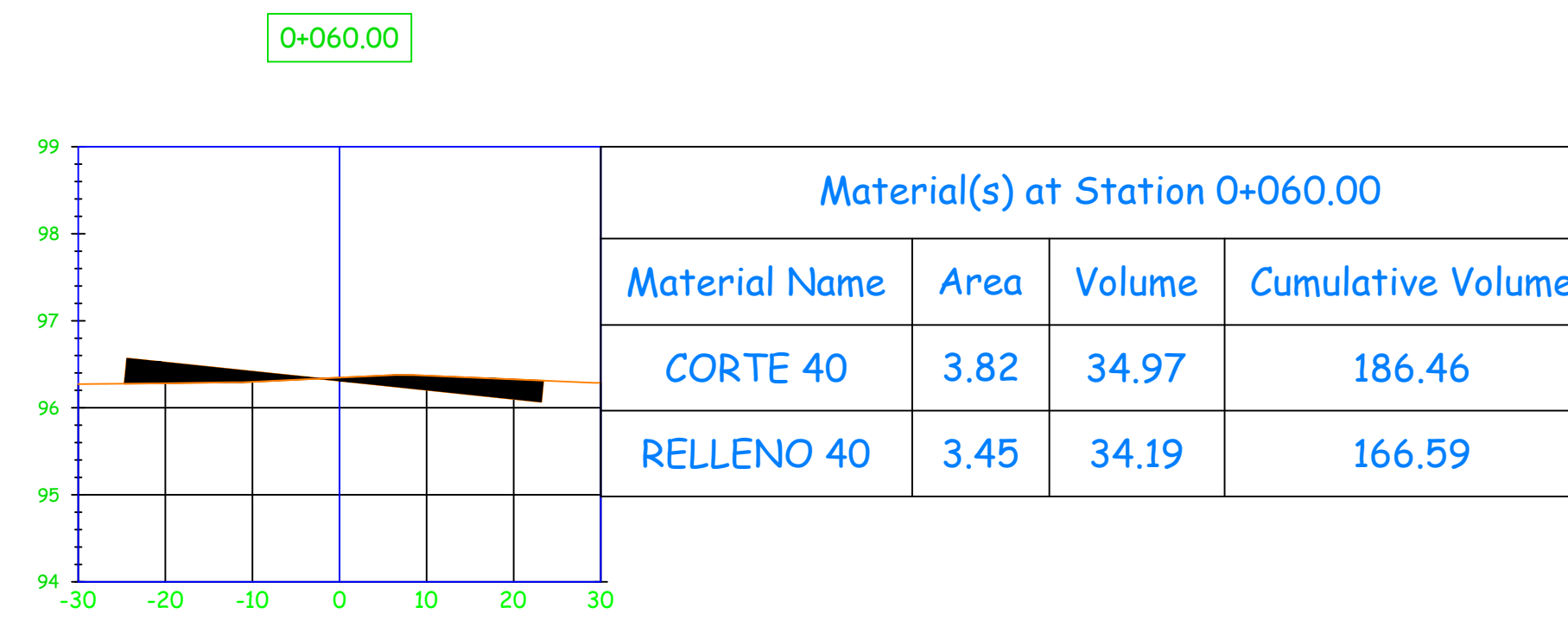
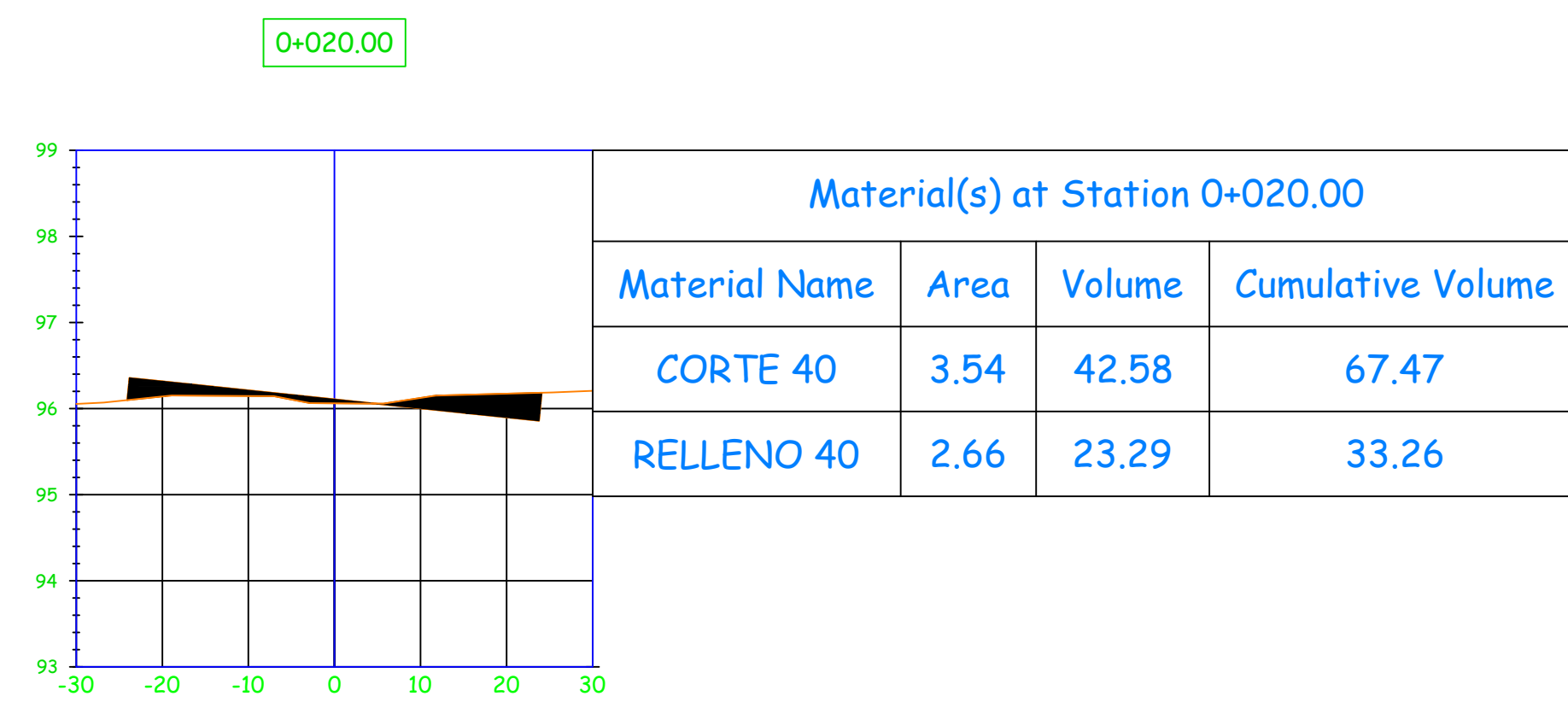
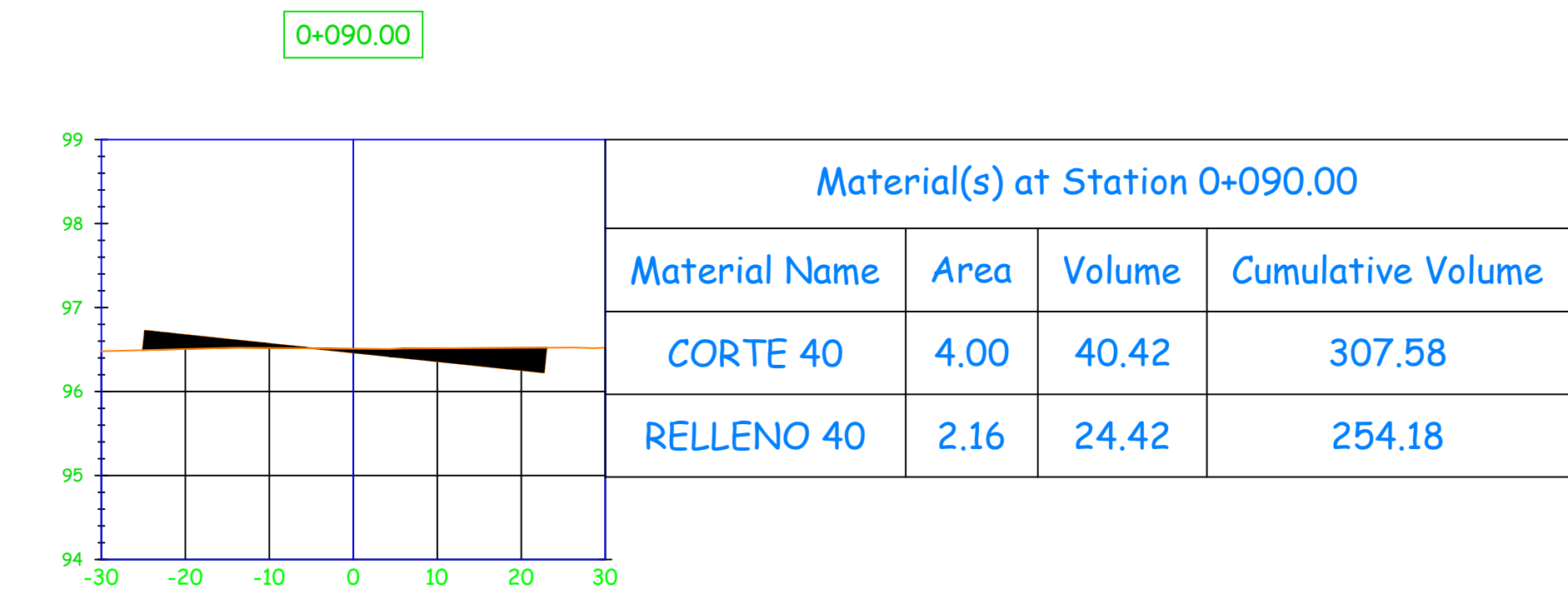
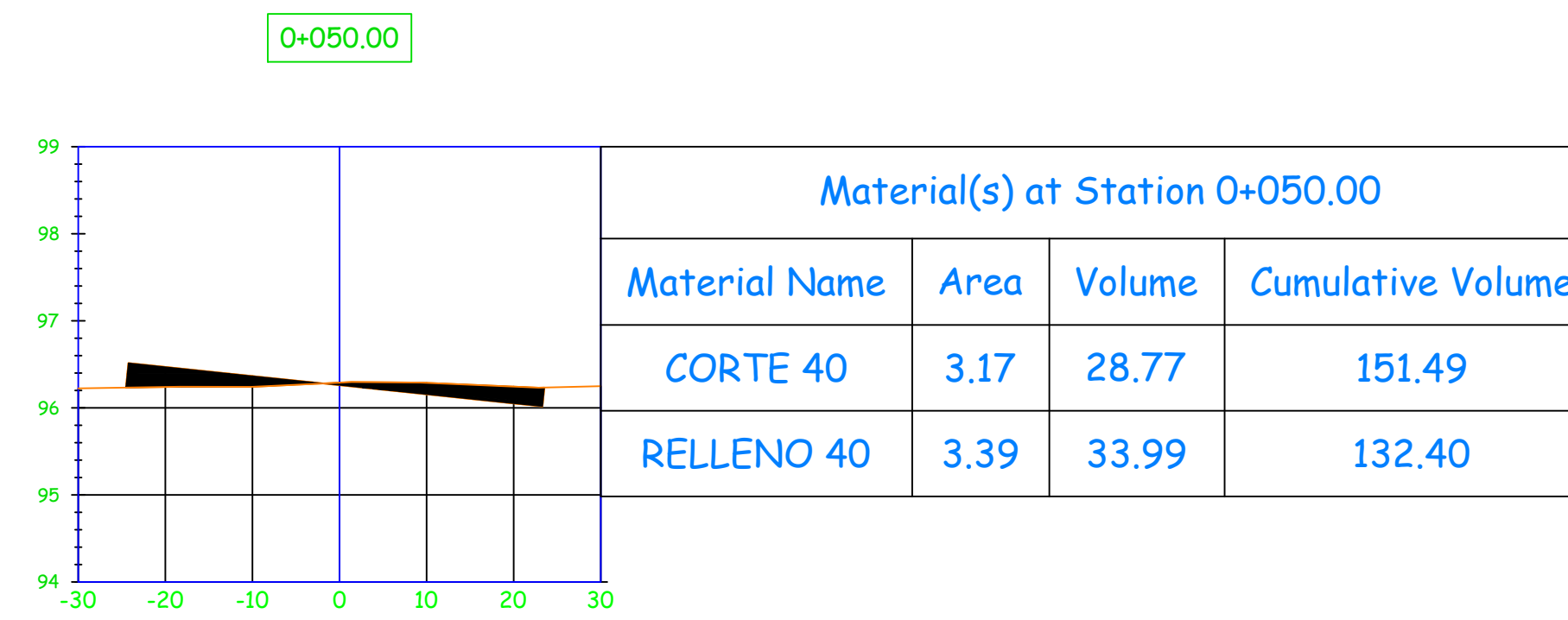
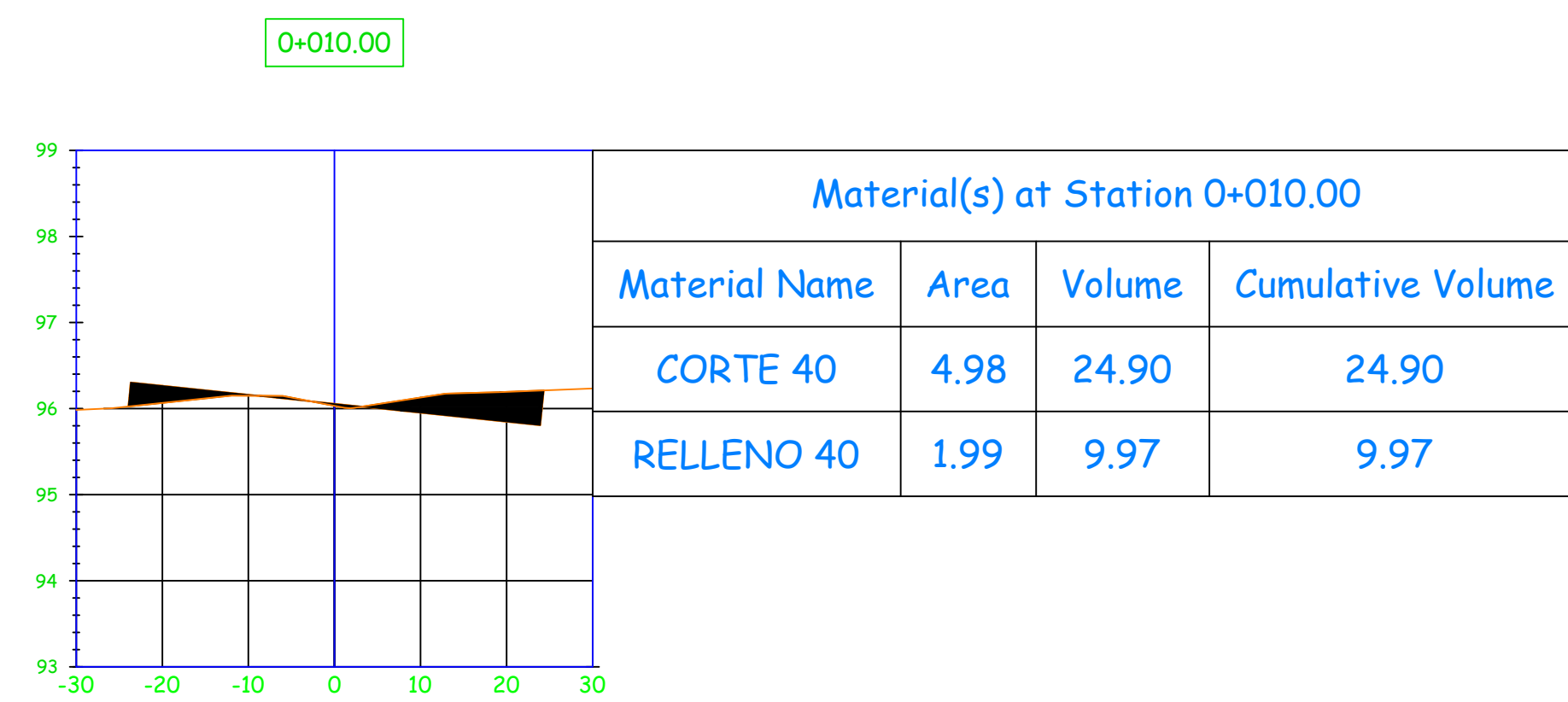
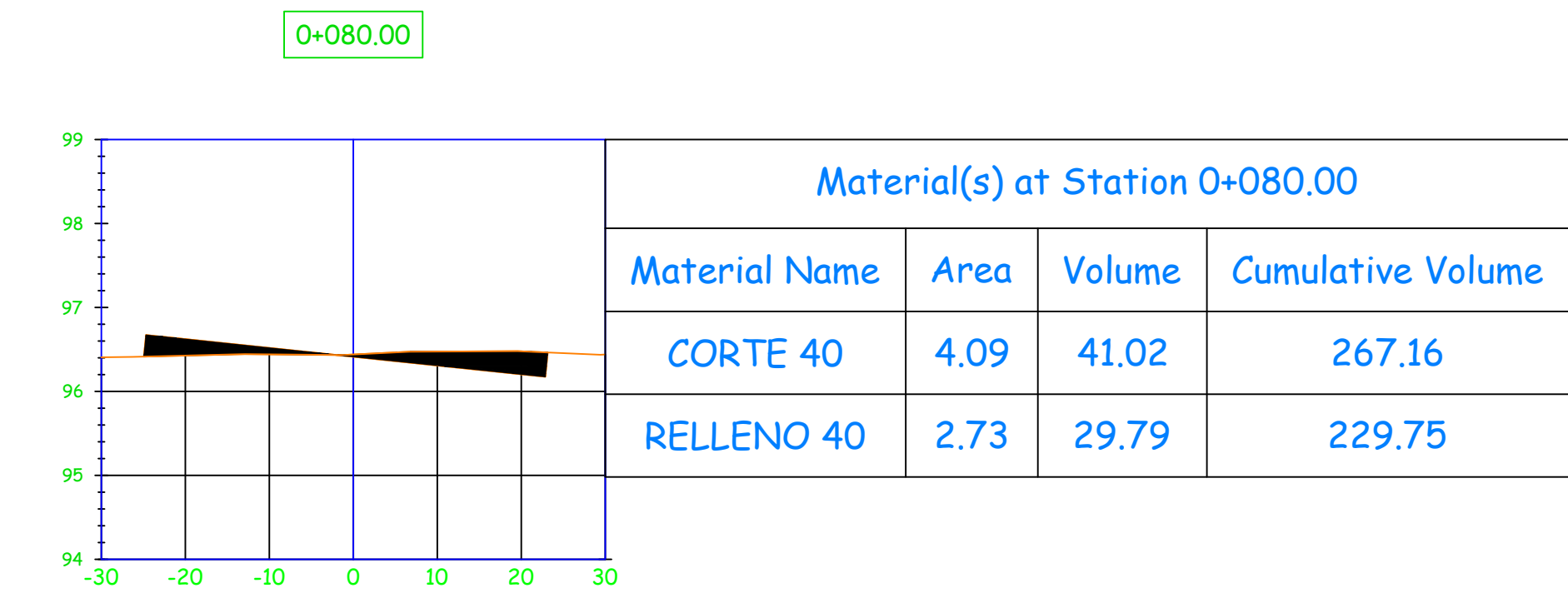
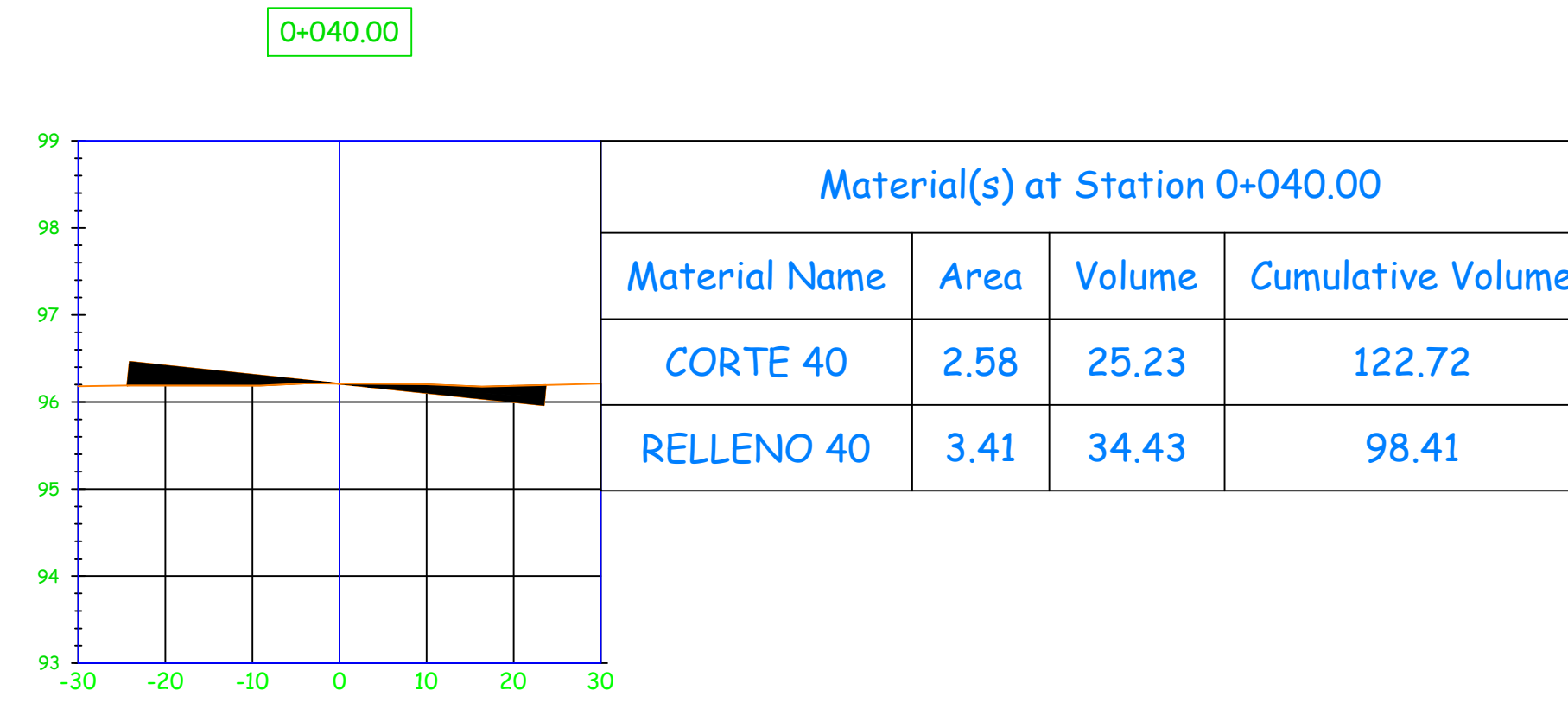
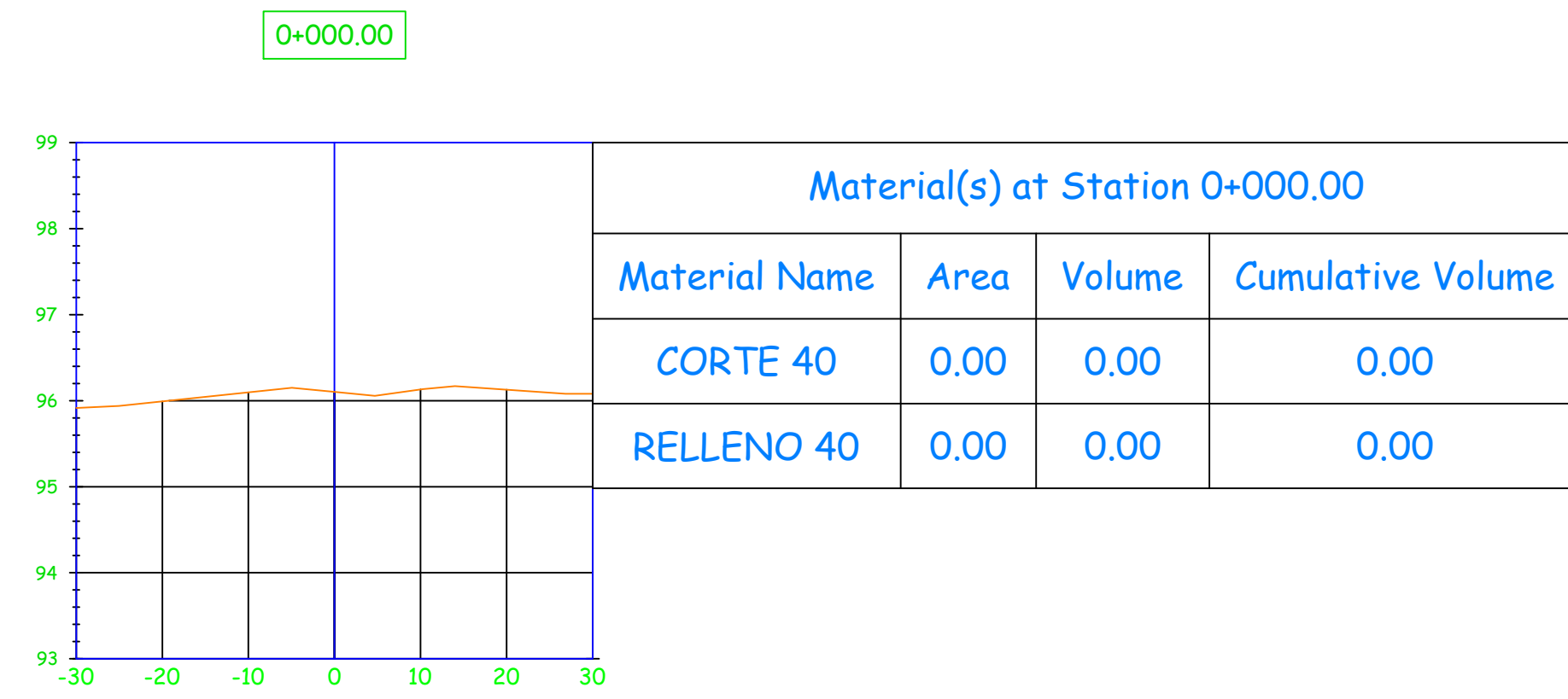


# TERRAZA VALVULA 39

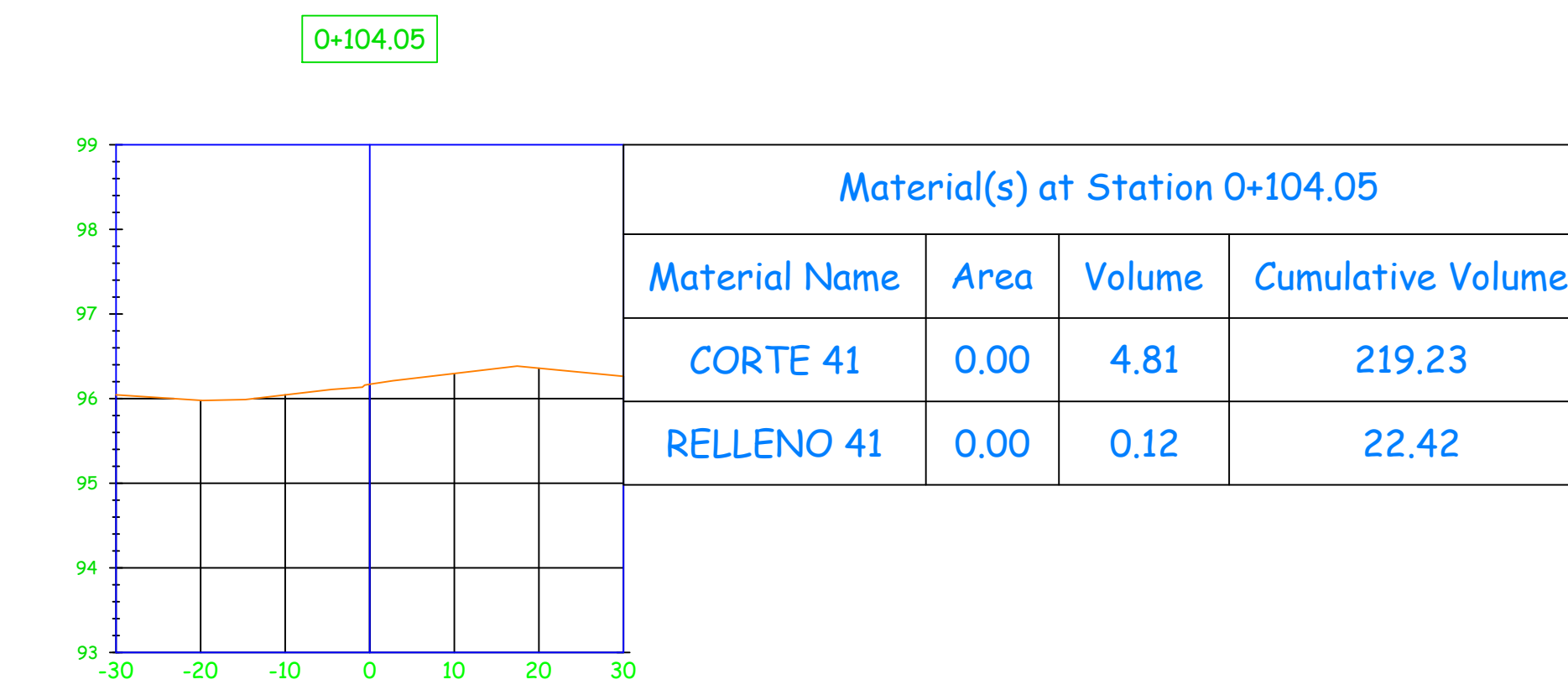
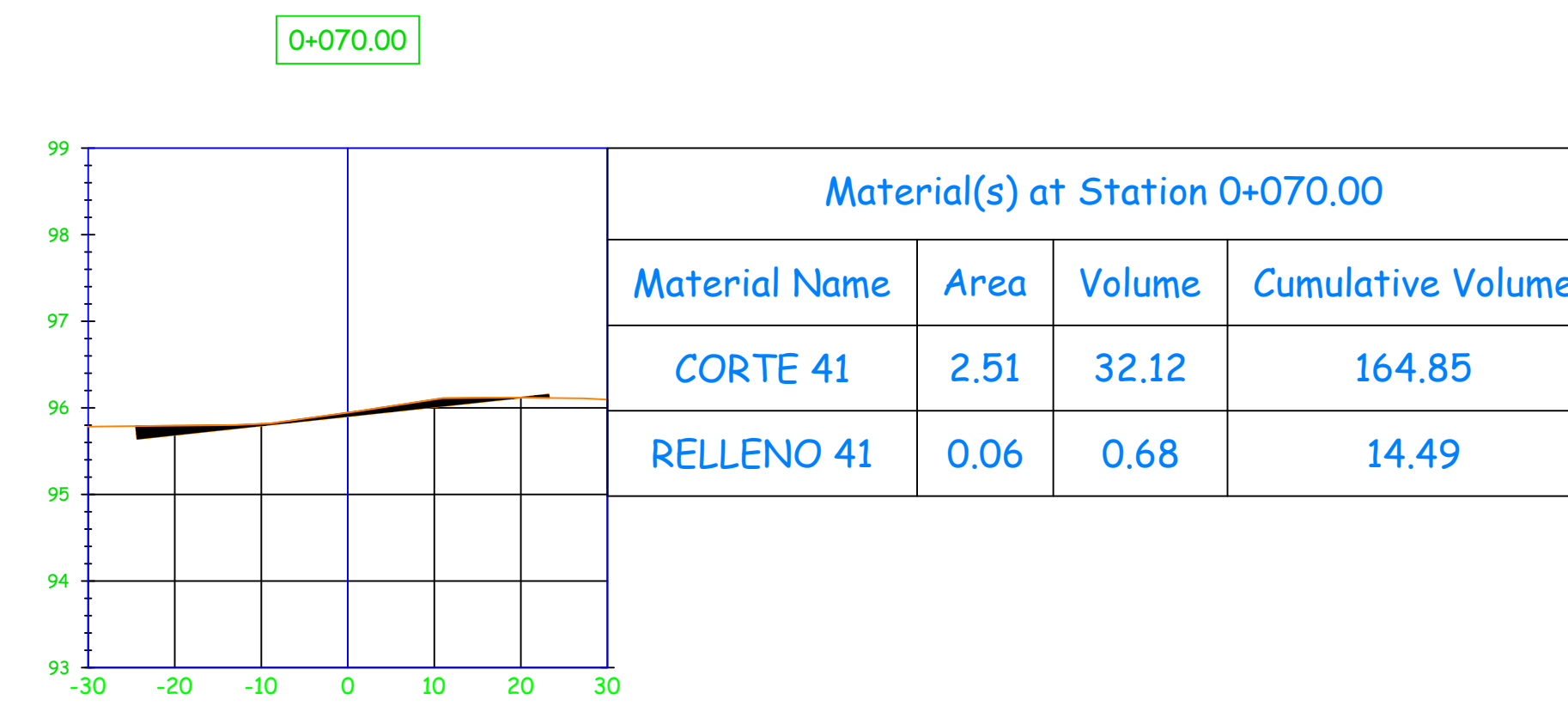
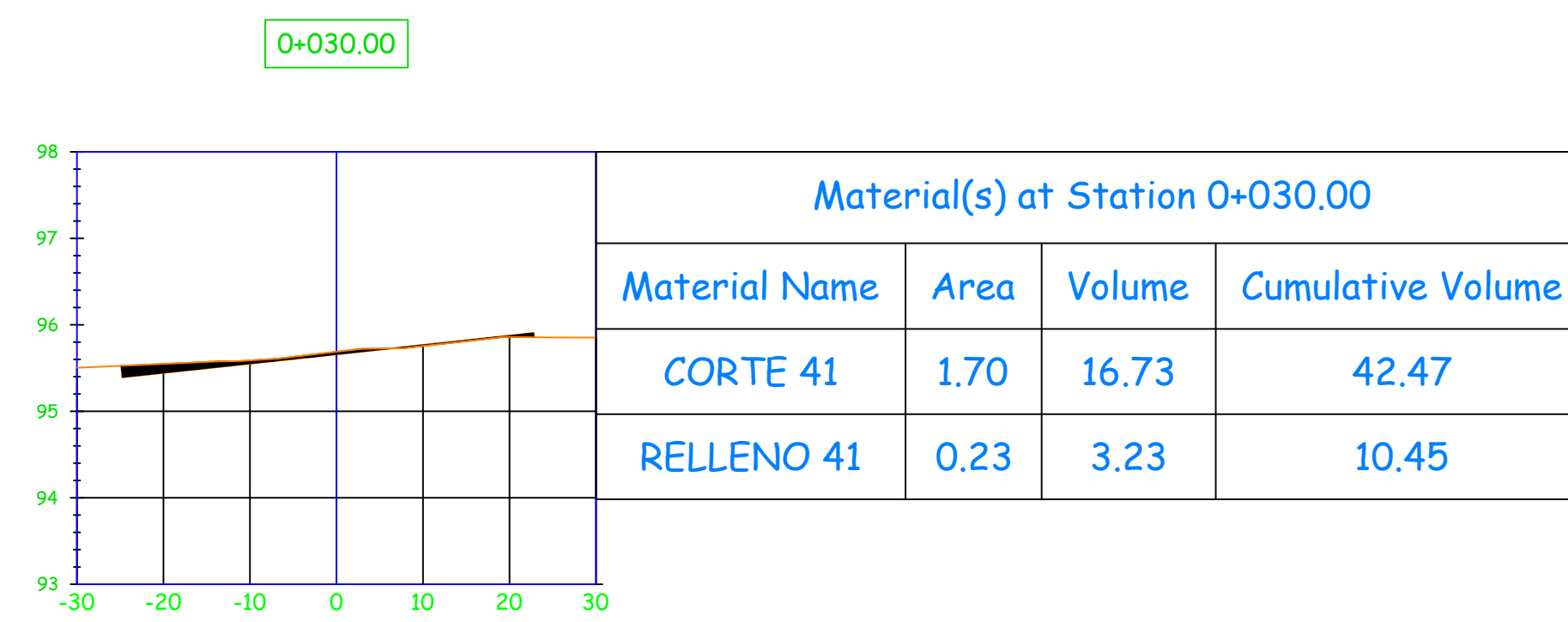
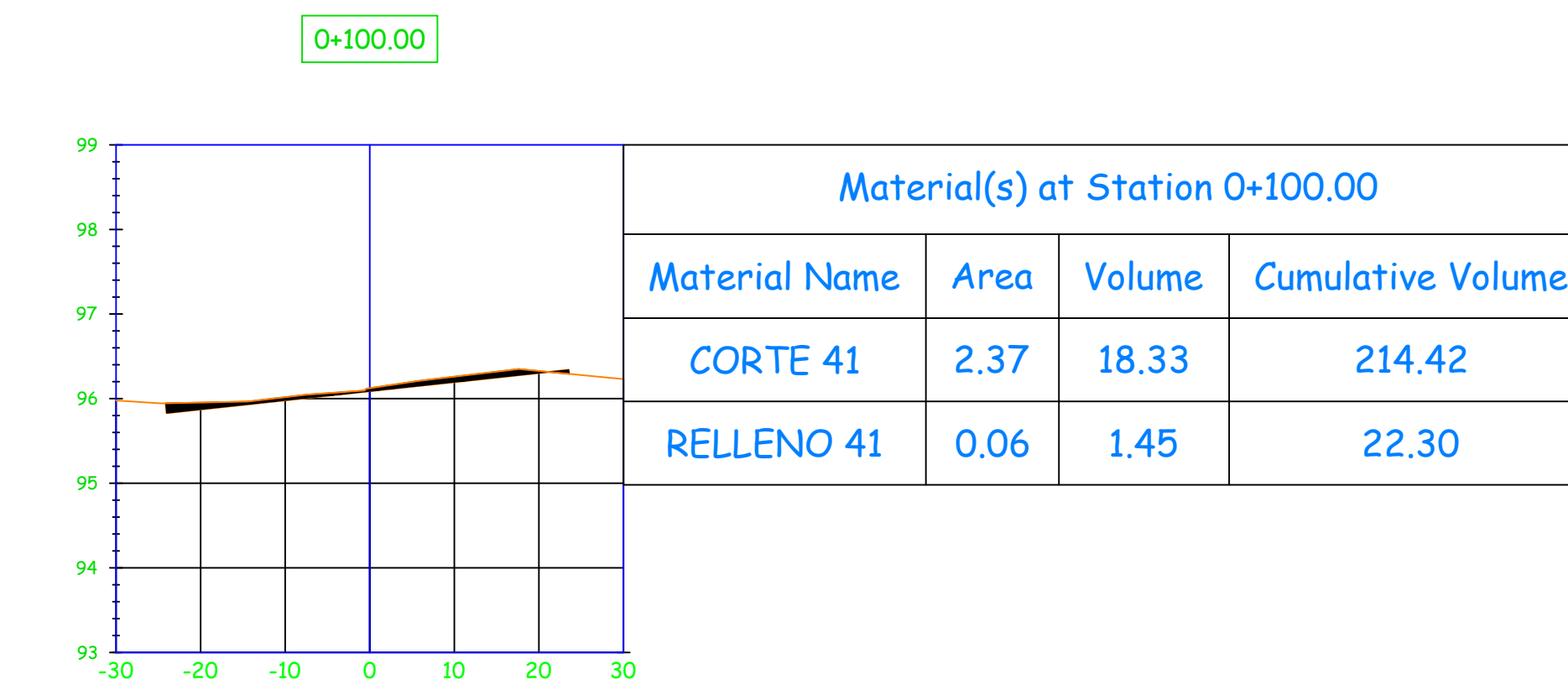
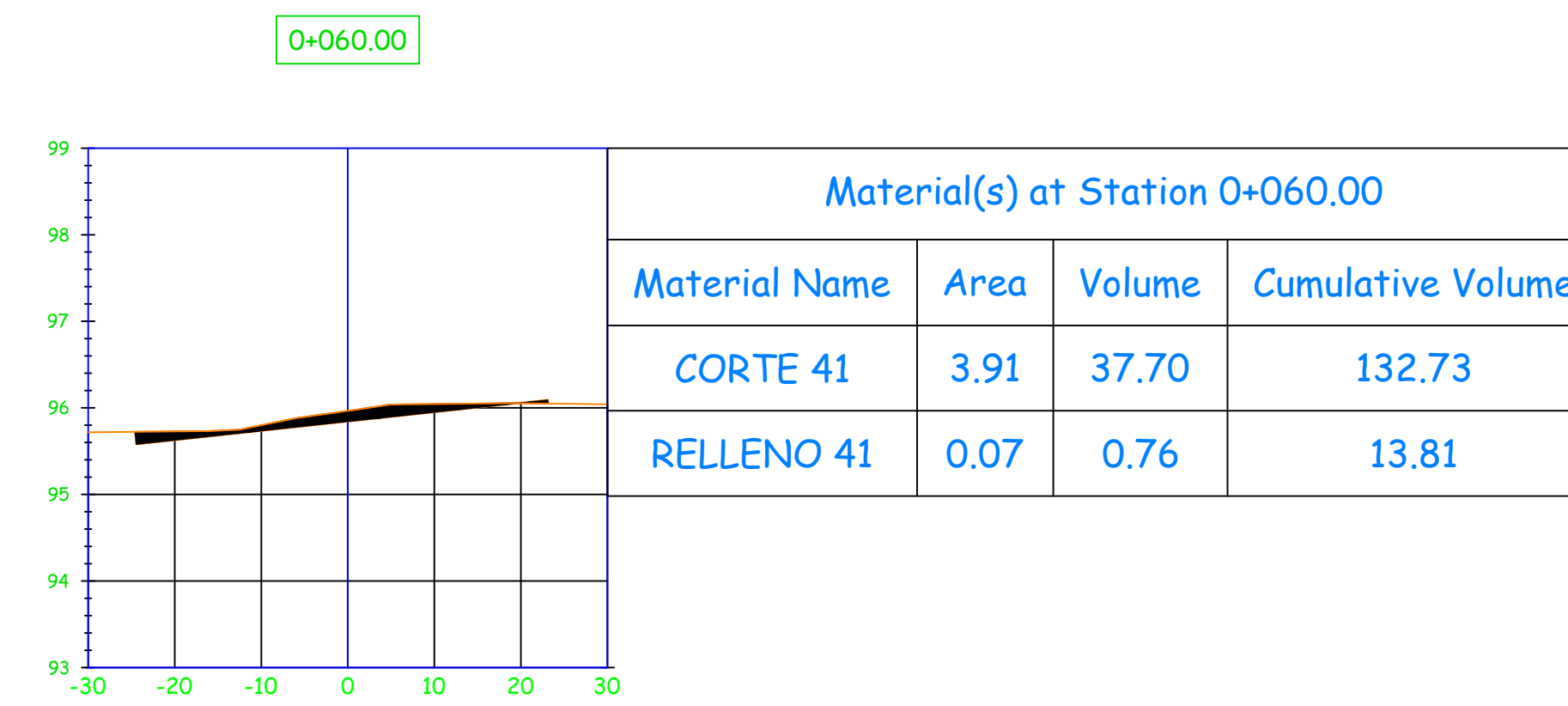
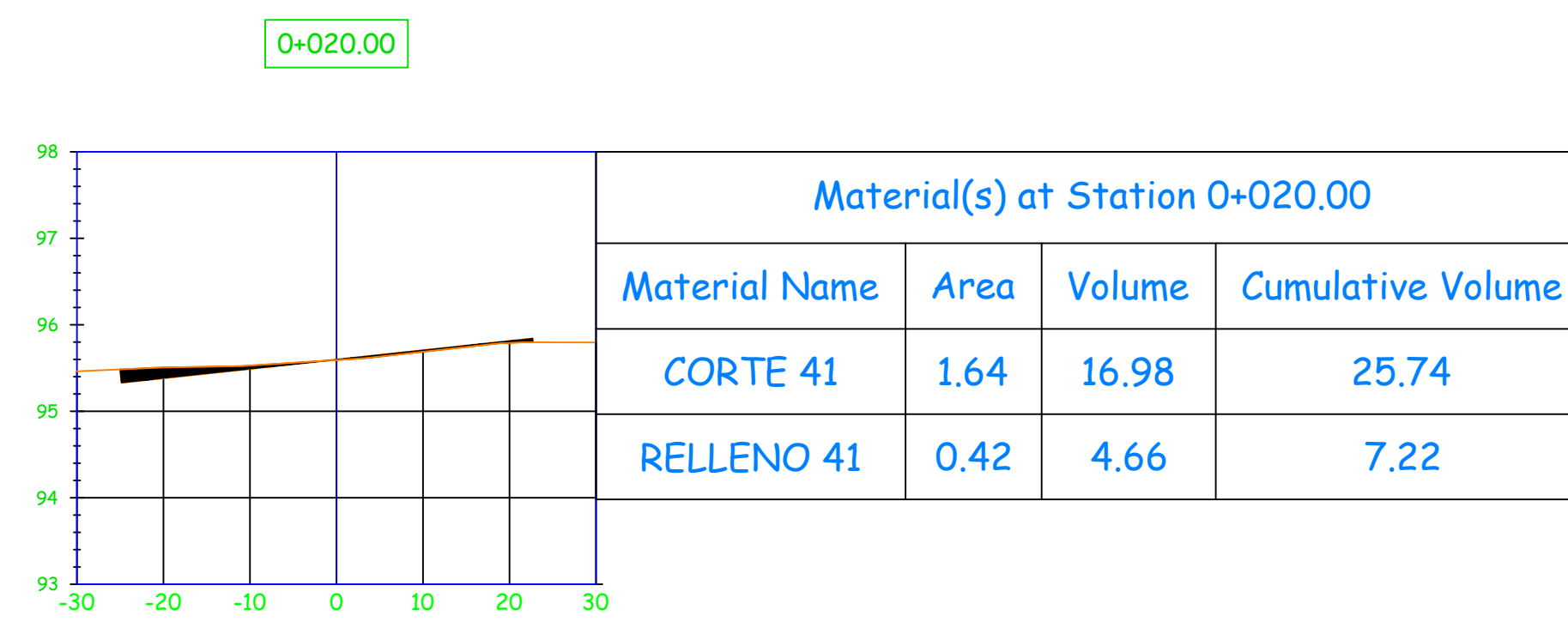
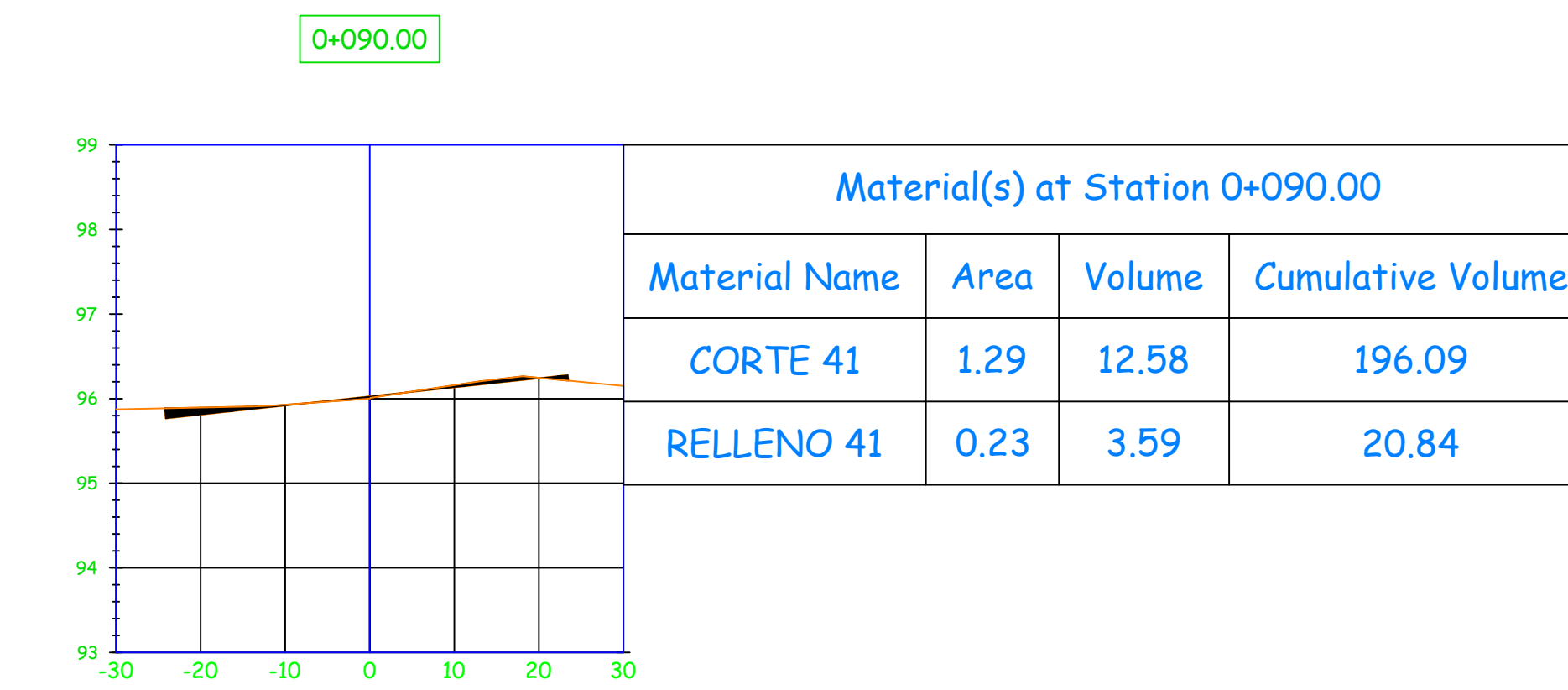
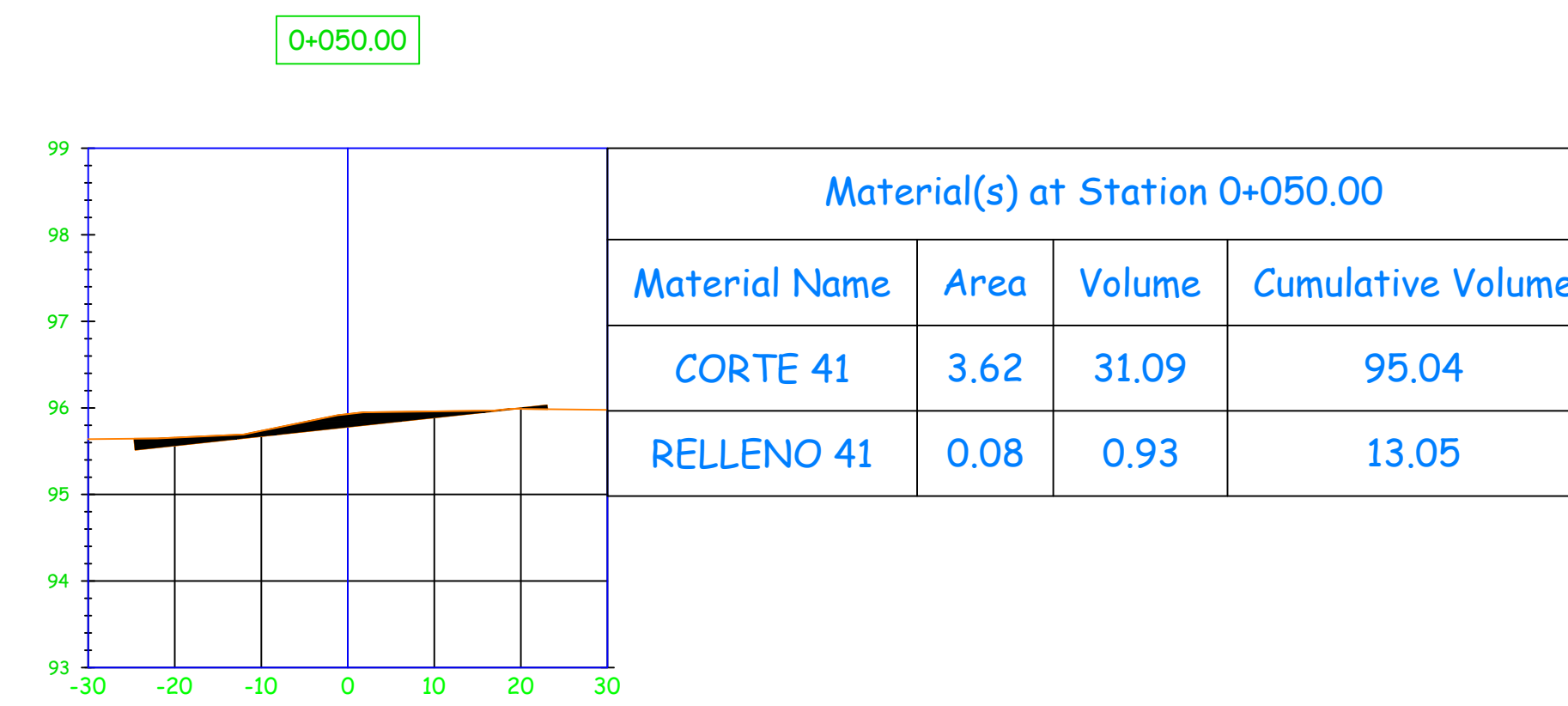
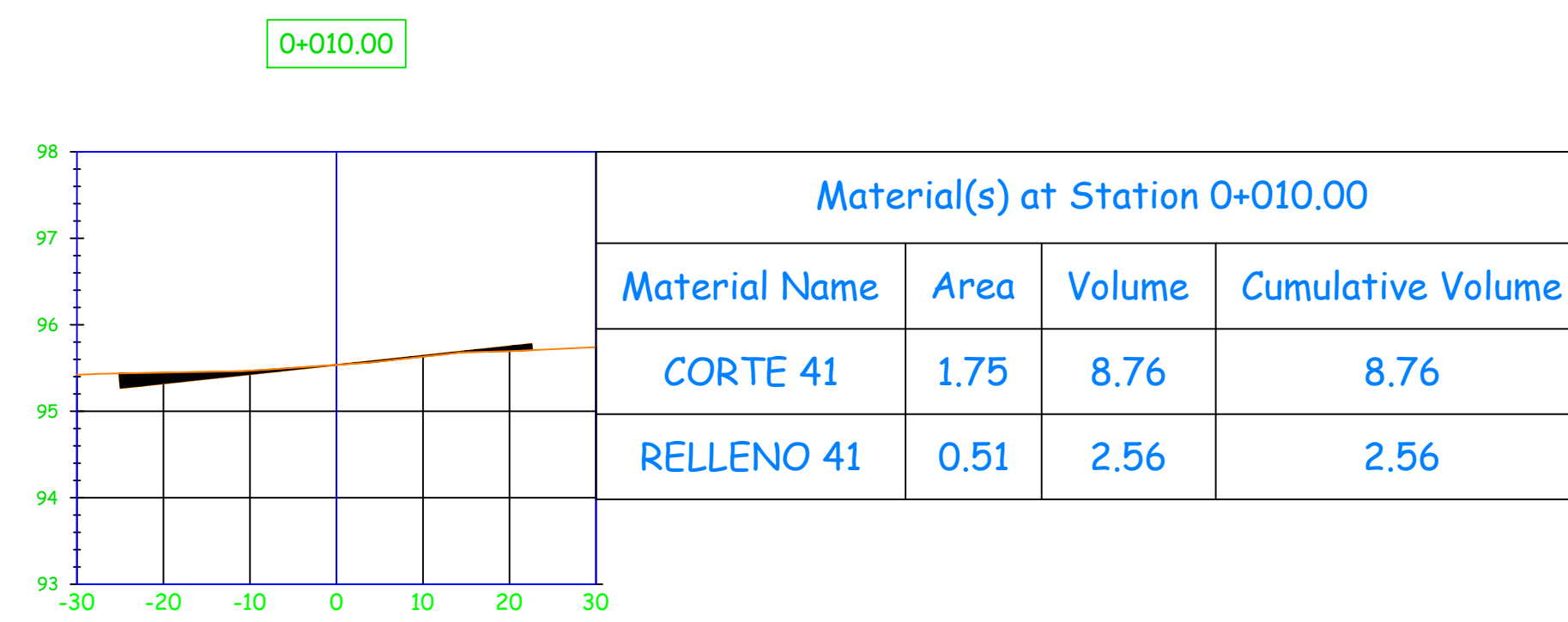
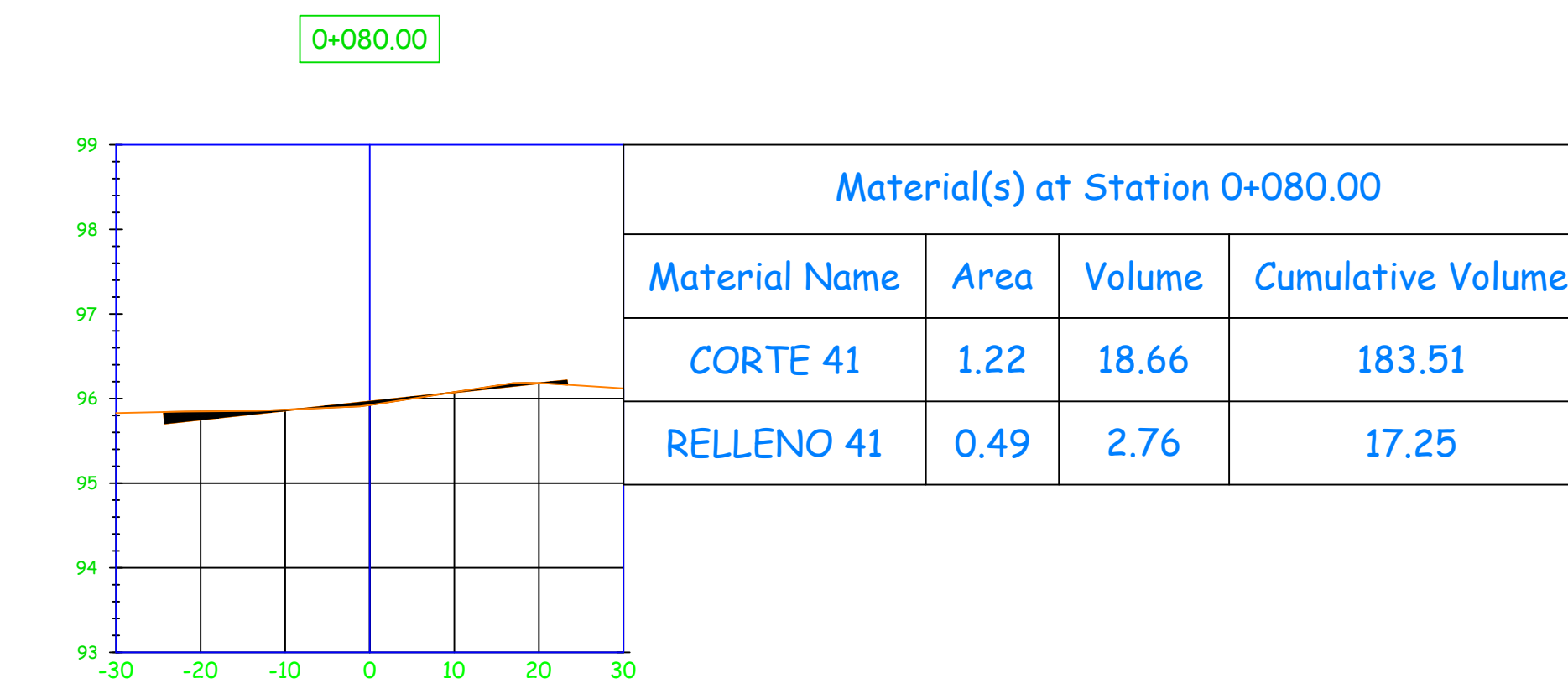
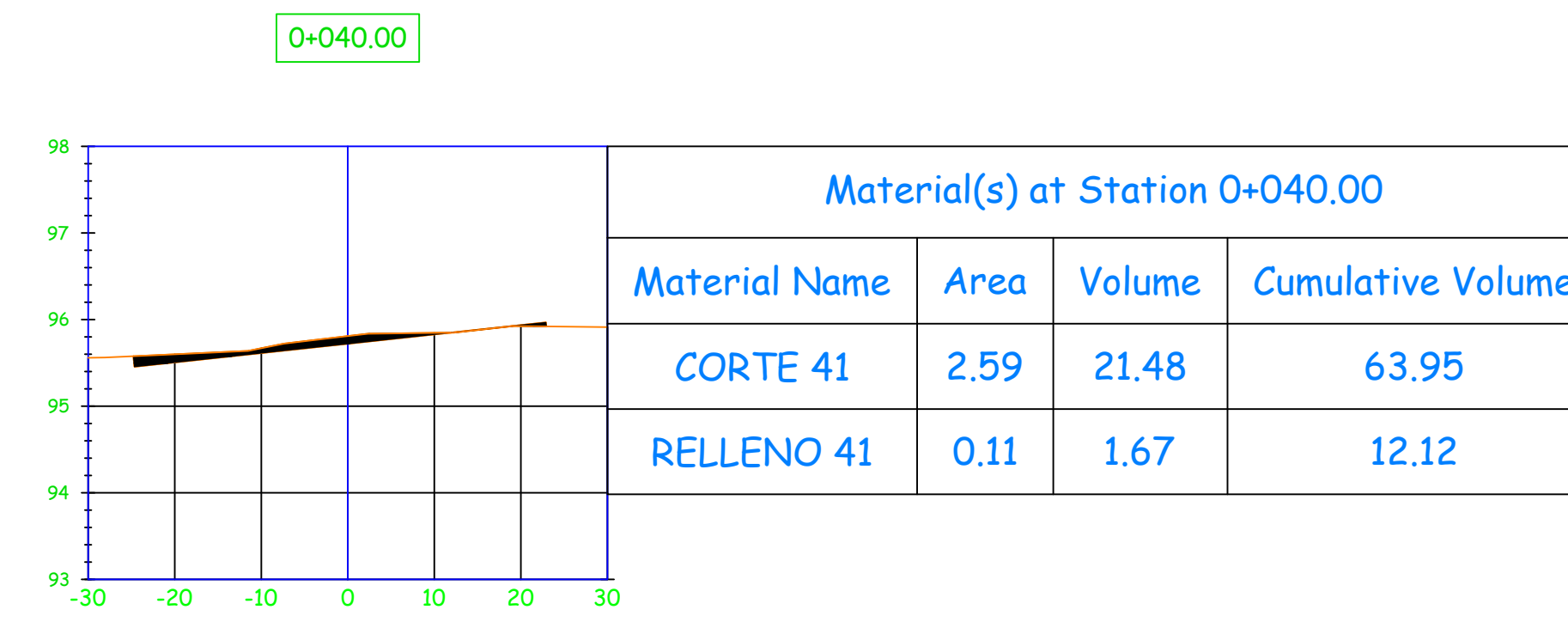
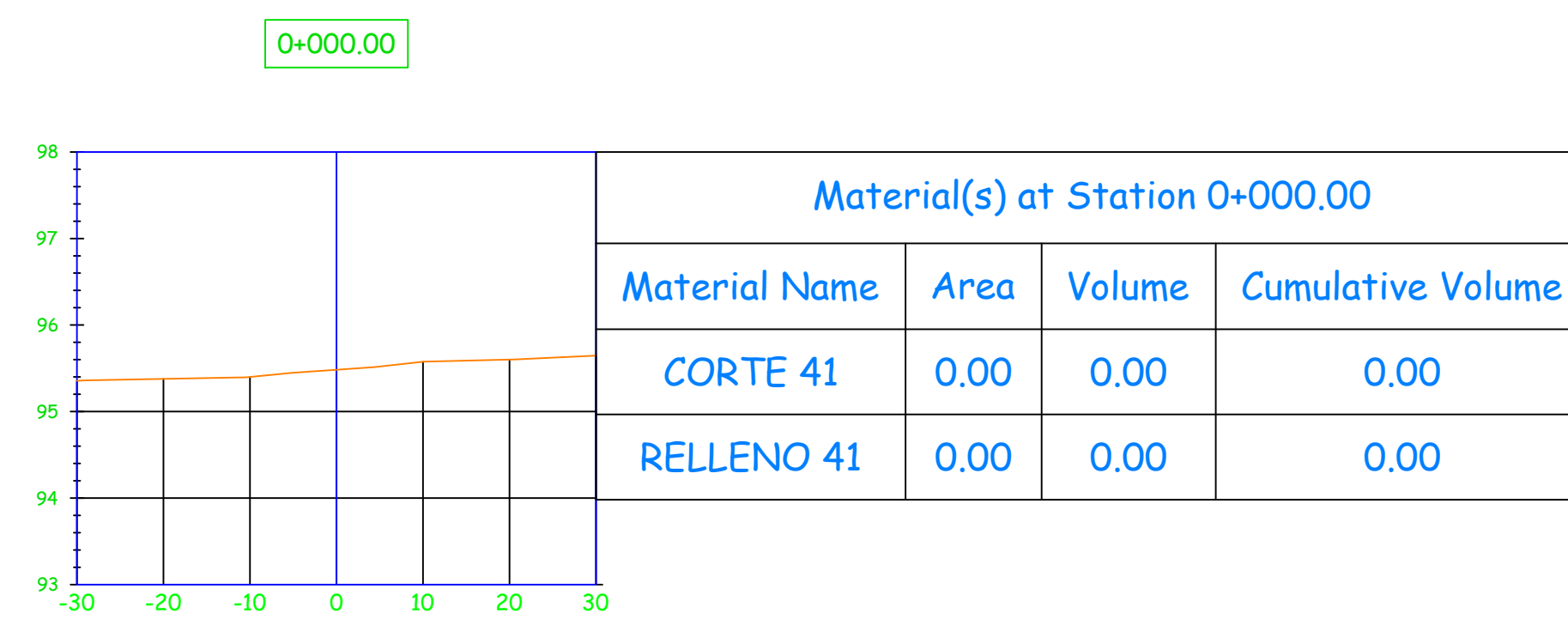




# TERRAZA VALVULA 40

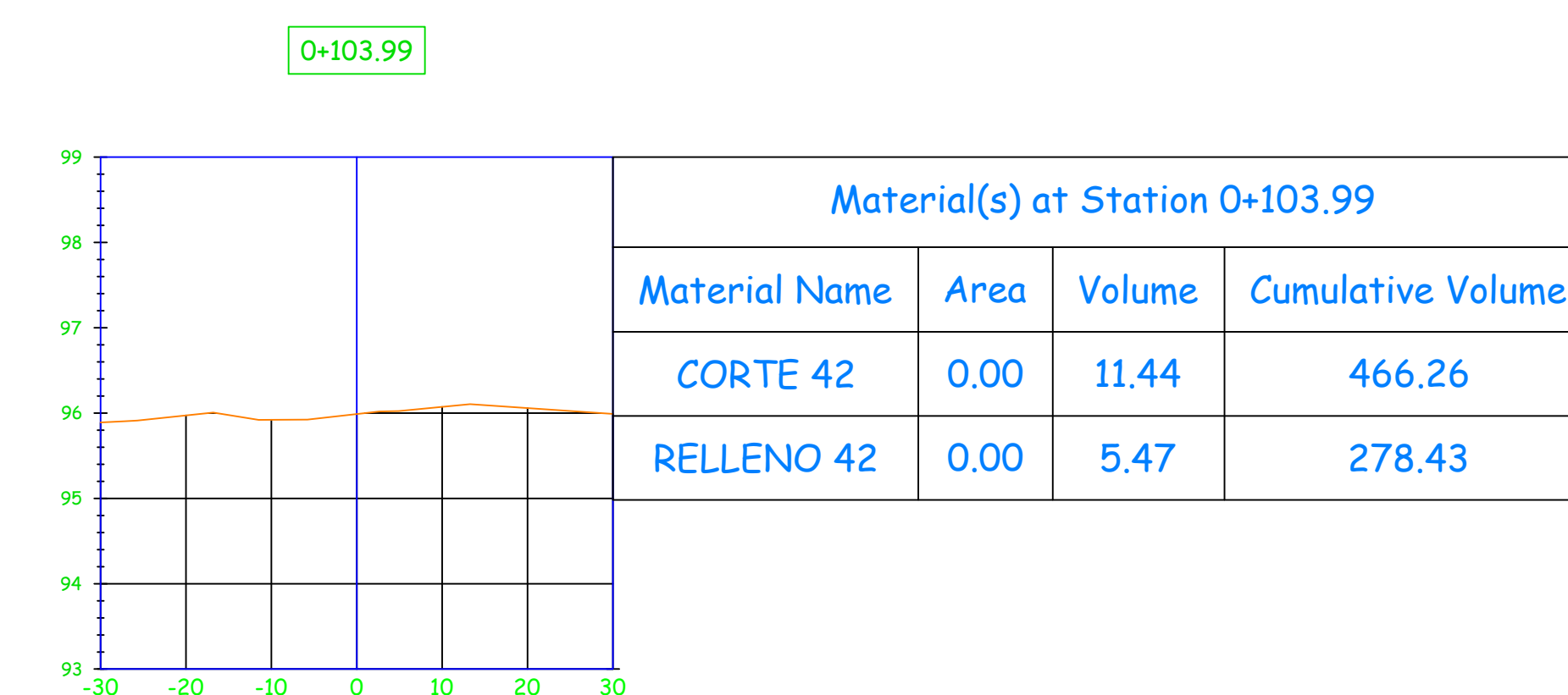
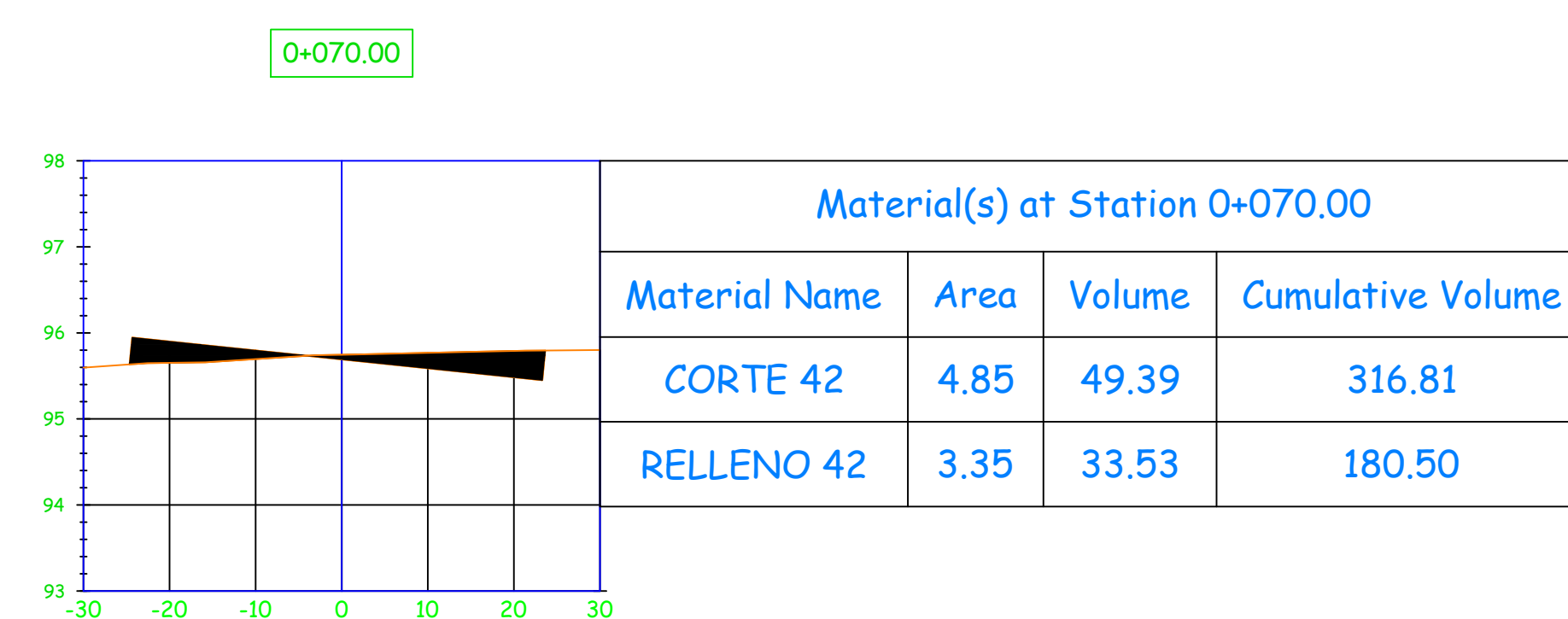
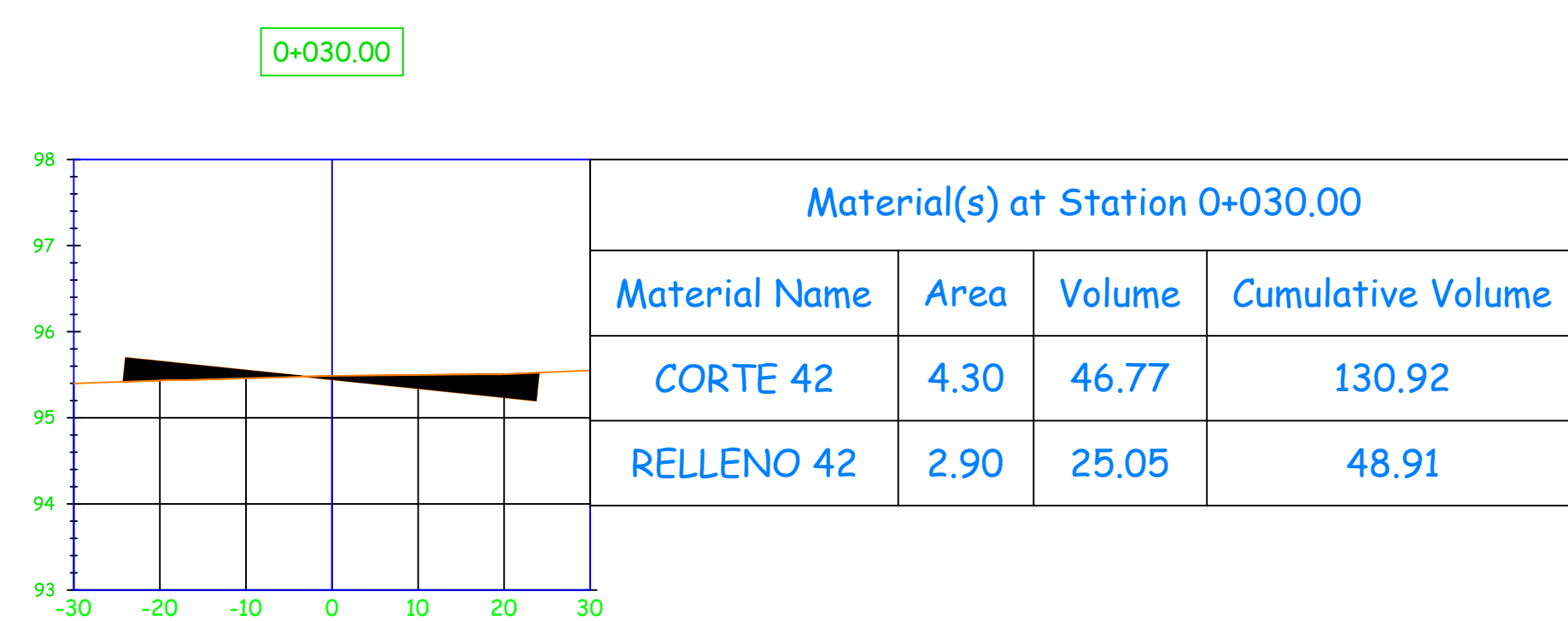
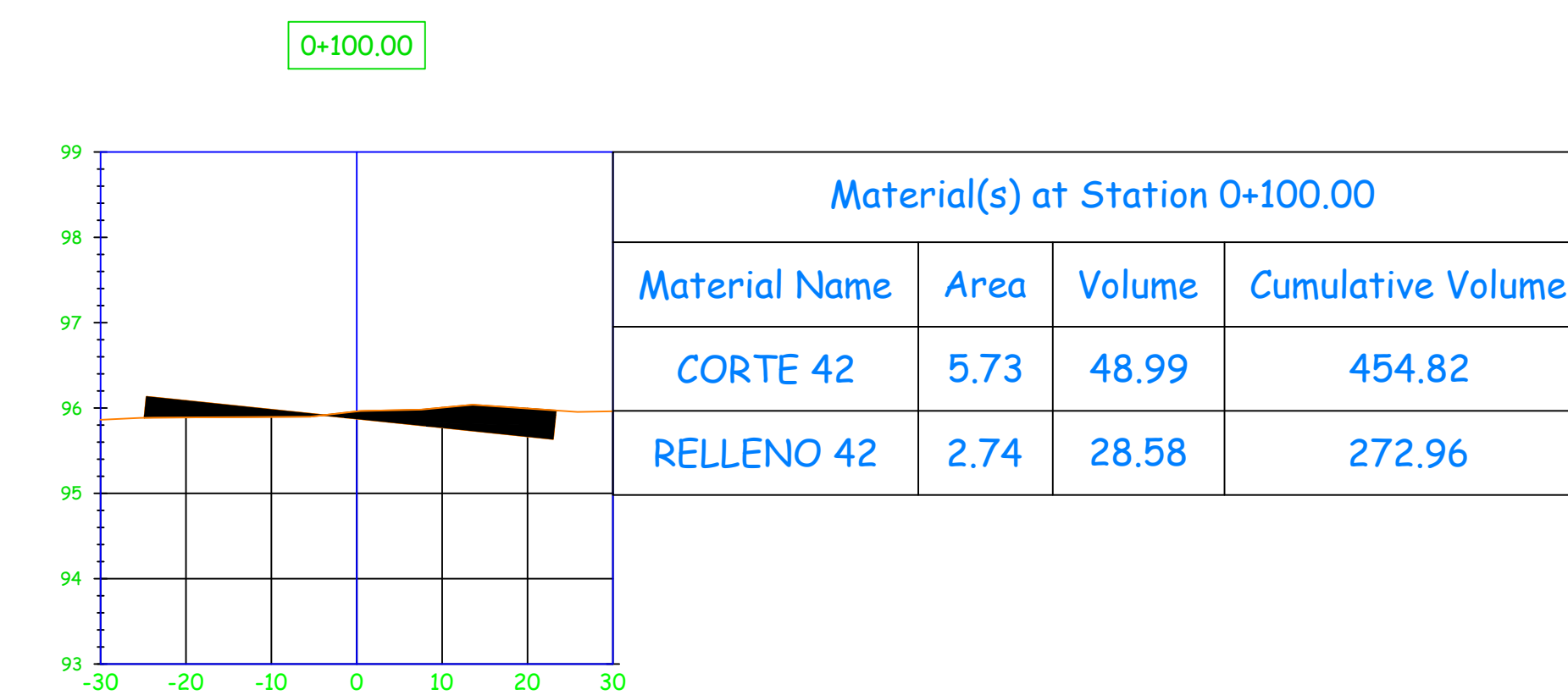
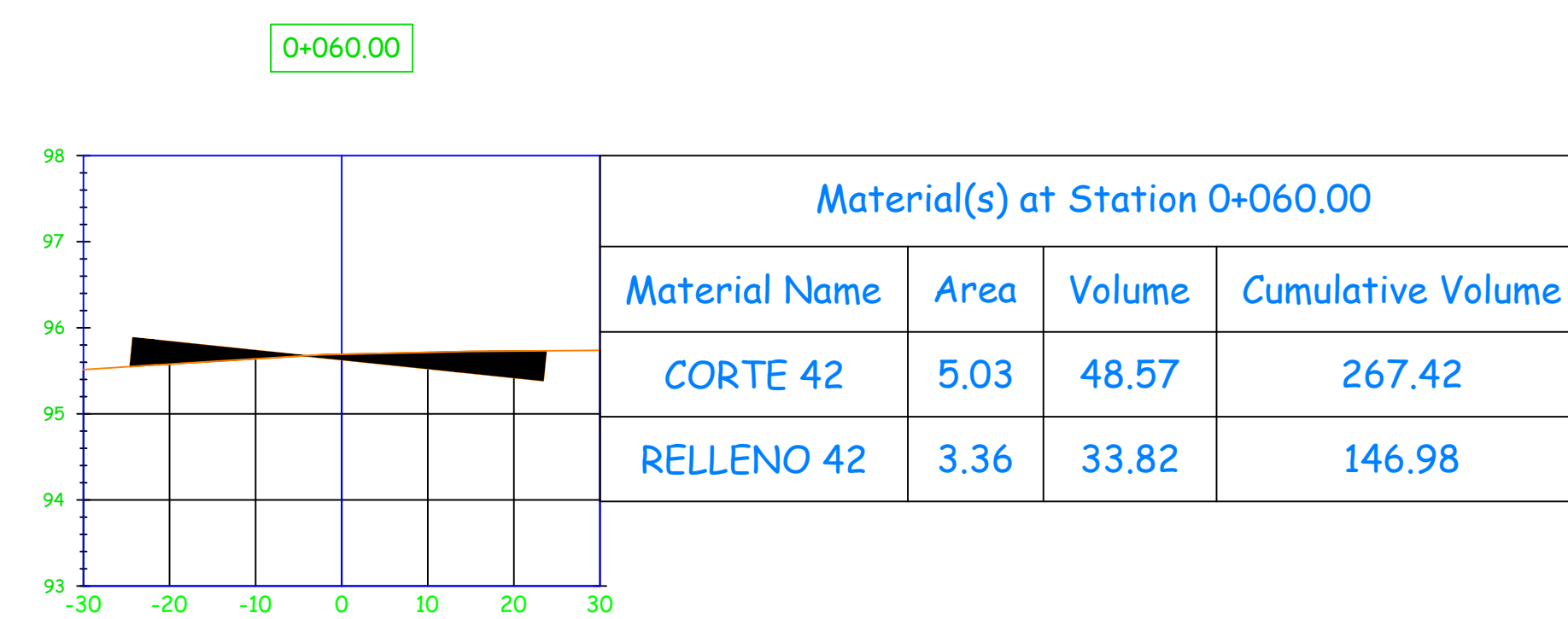
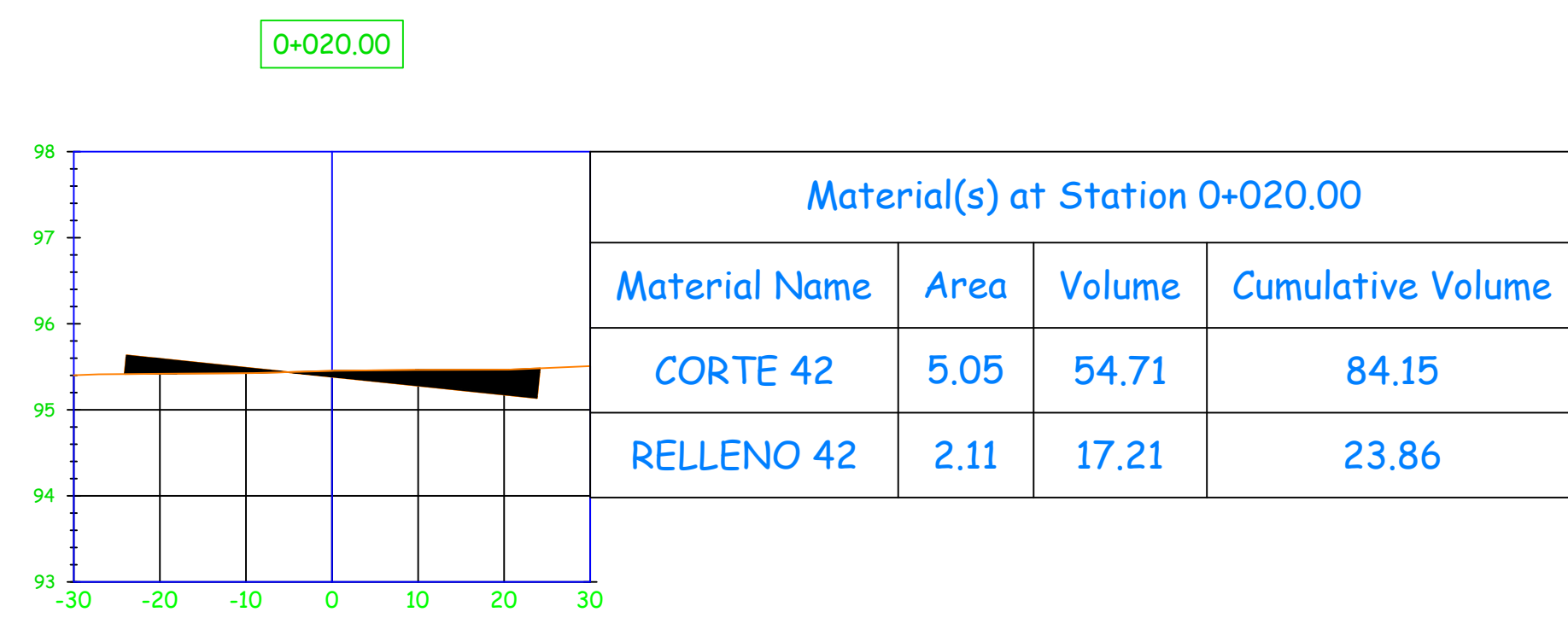
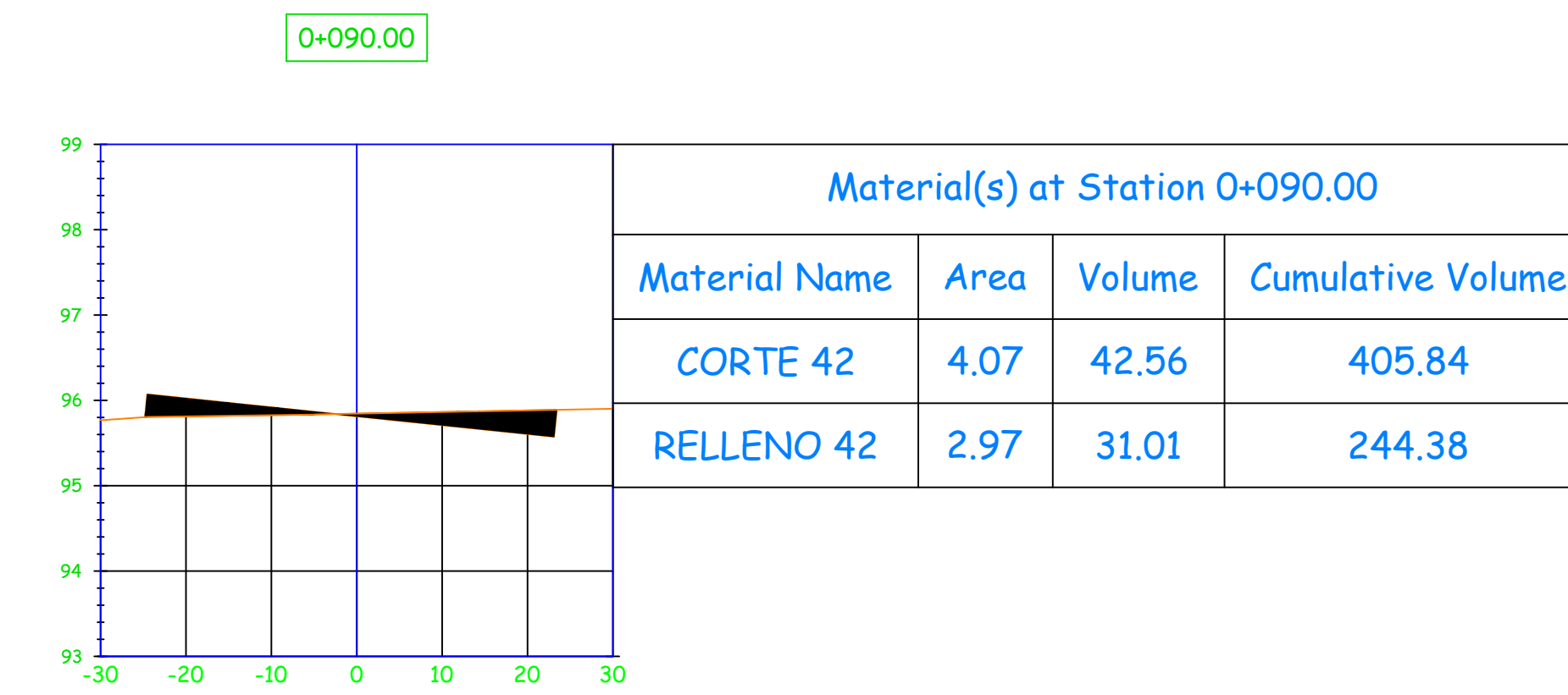
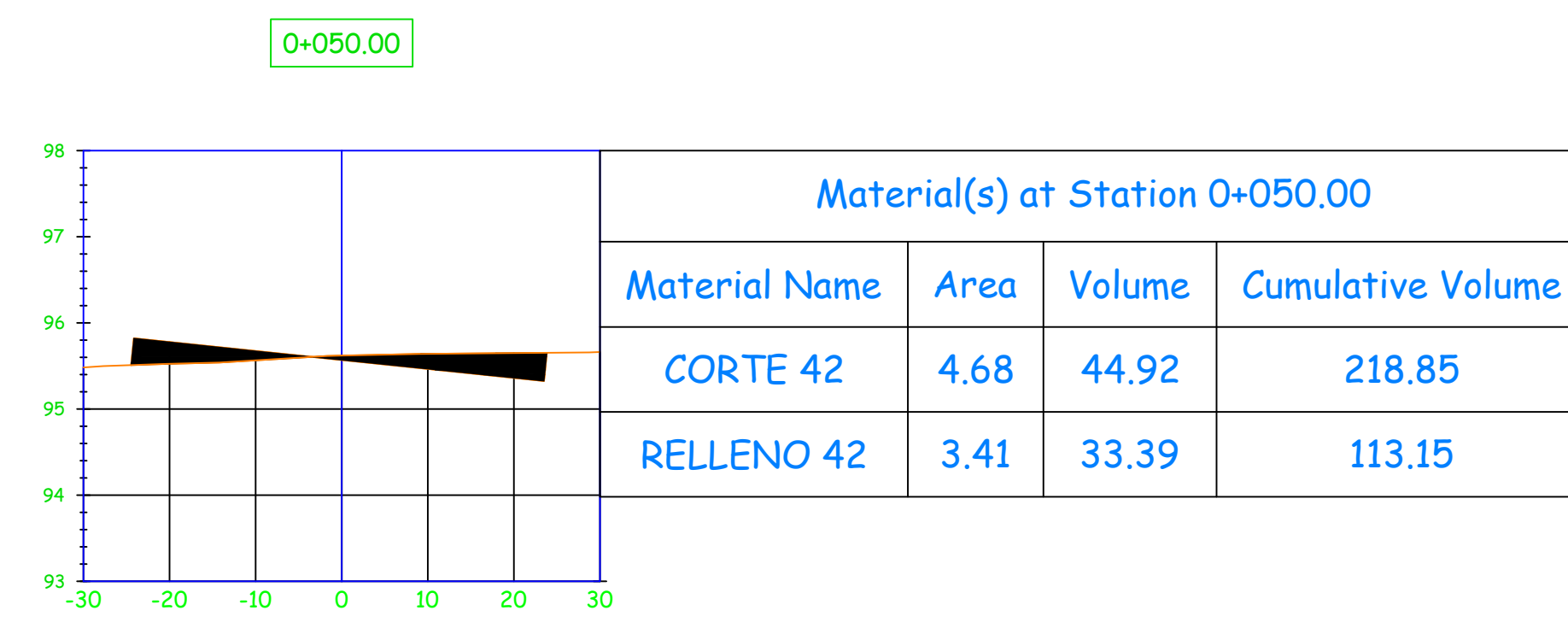
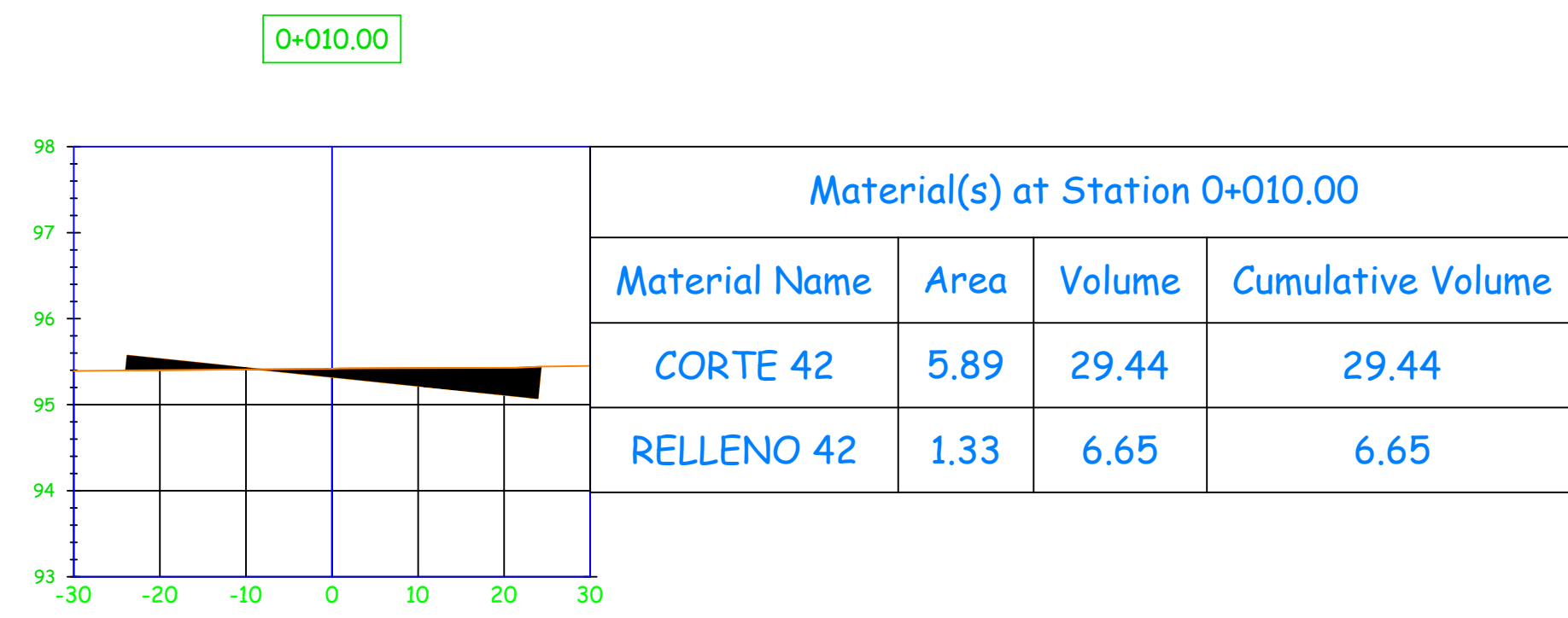
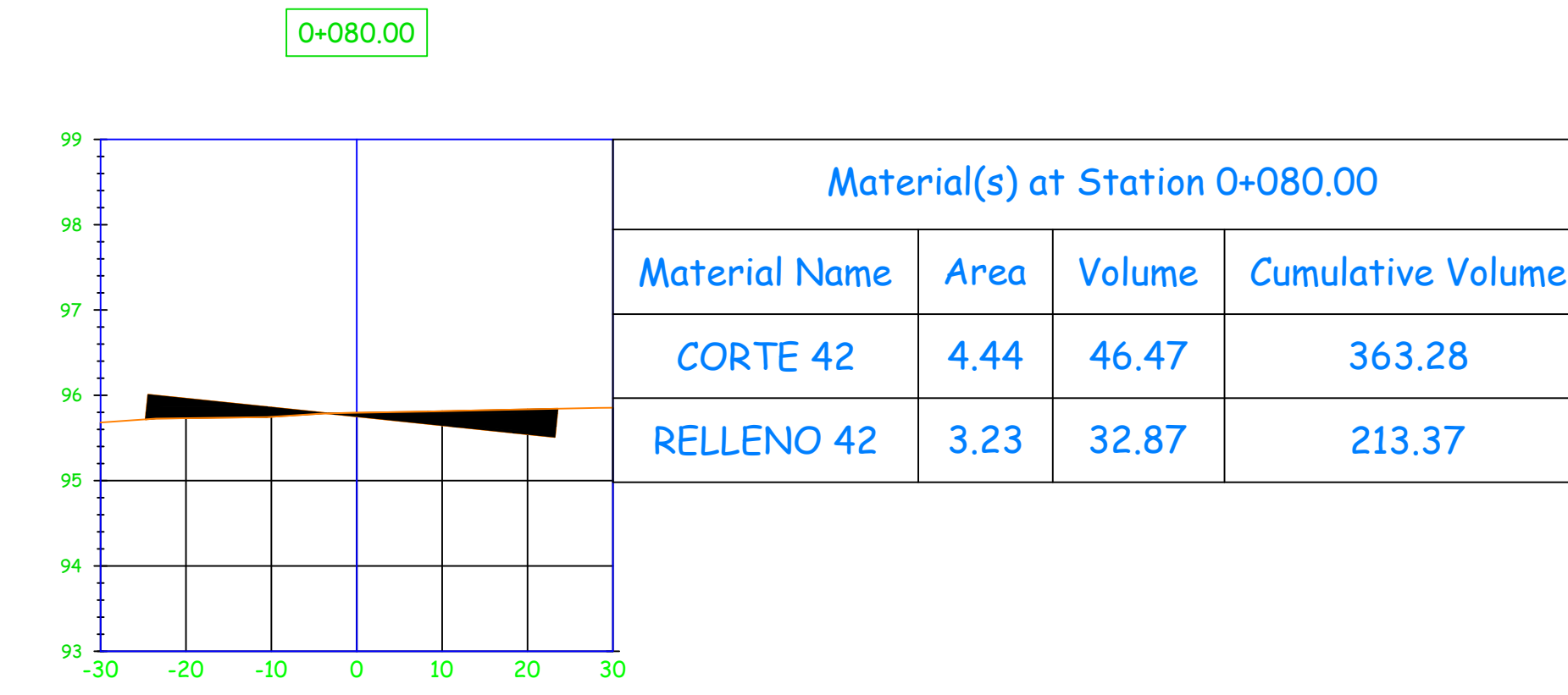
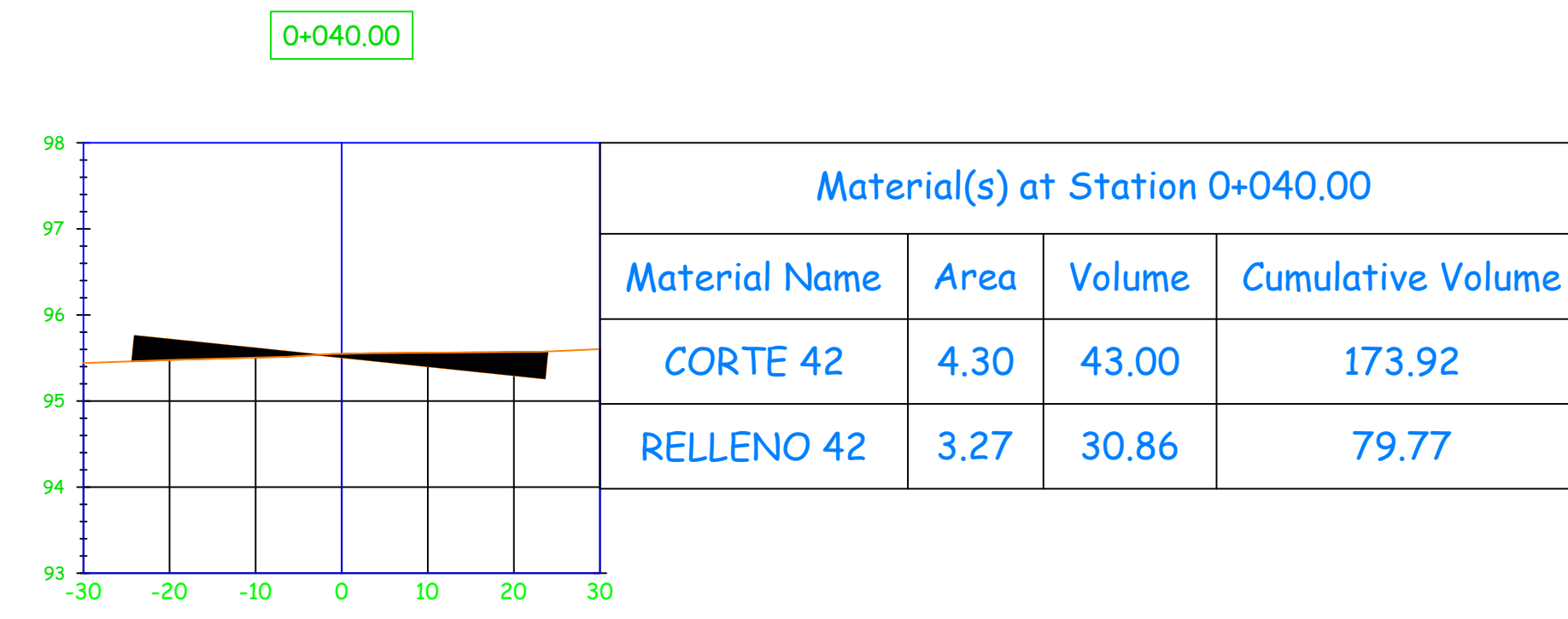
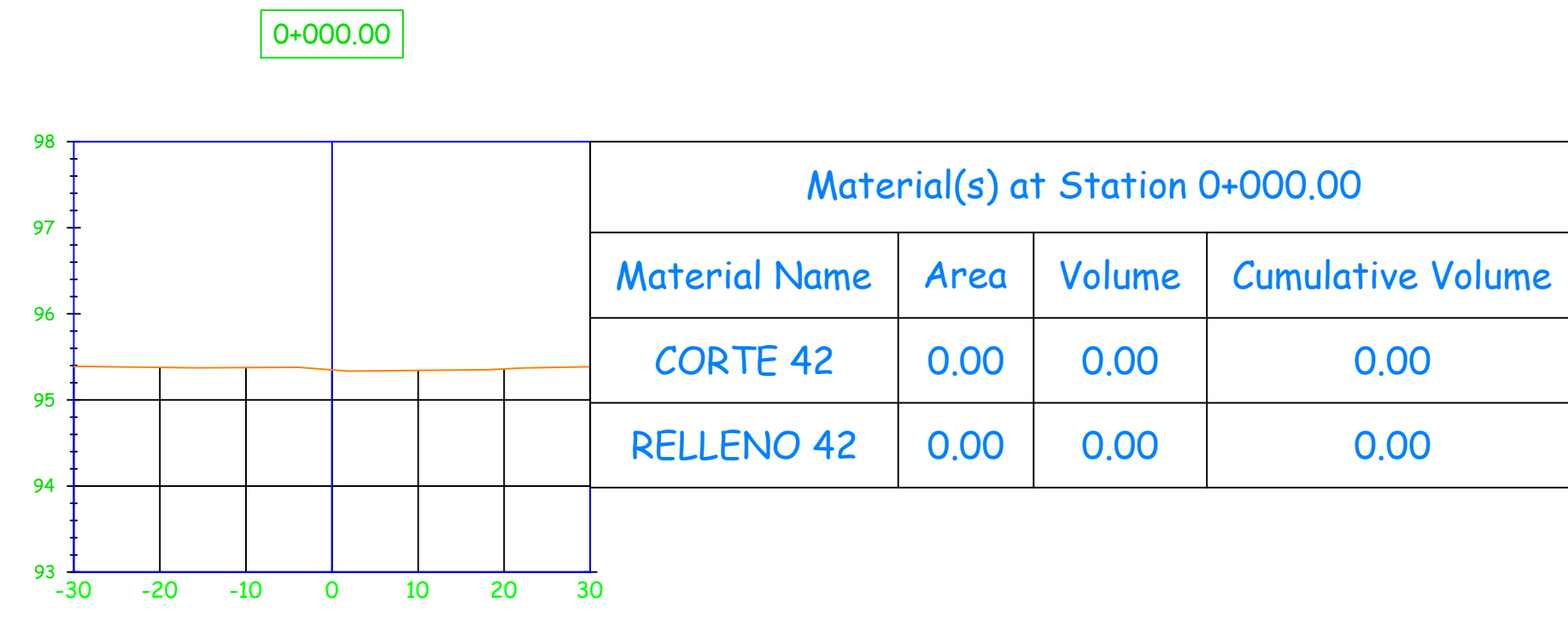


# TERRAZA VALVULA 41



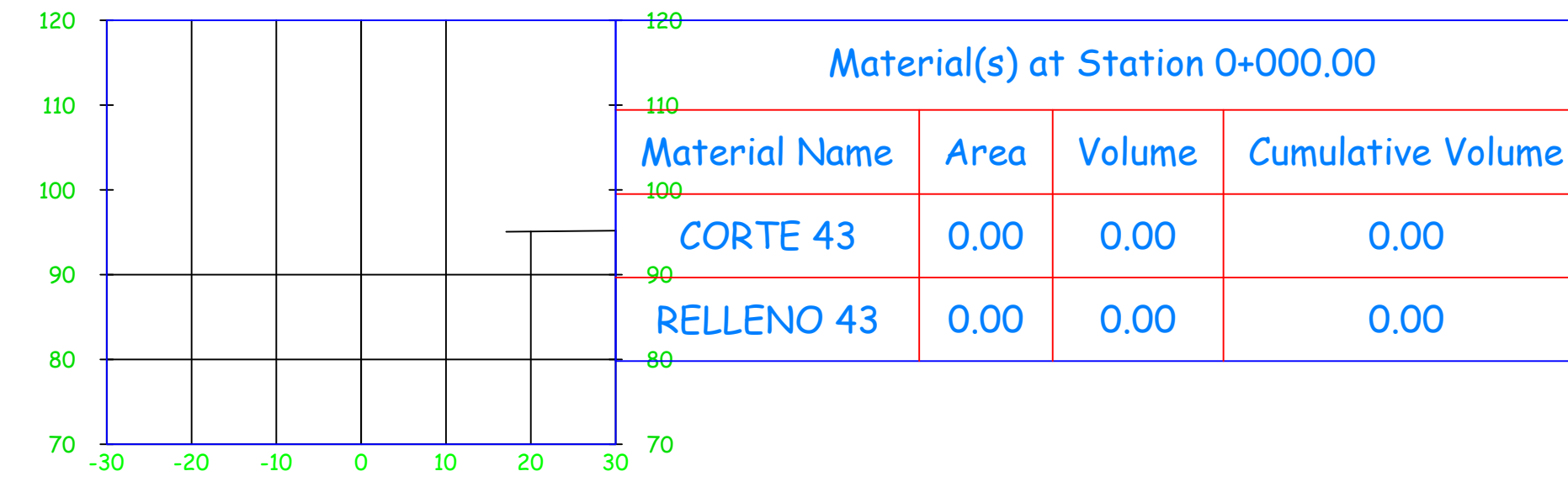


# TERRAZA VALVULA 42

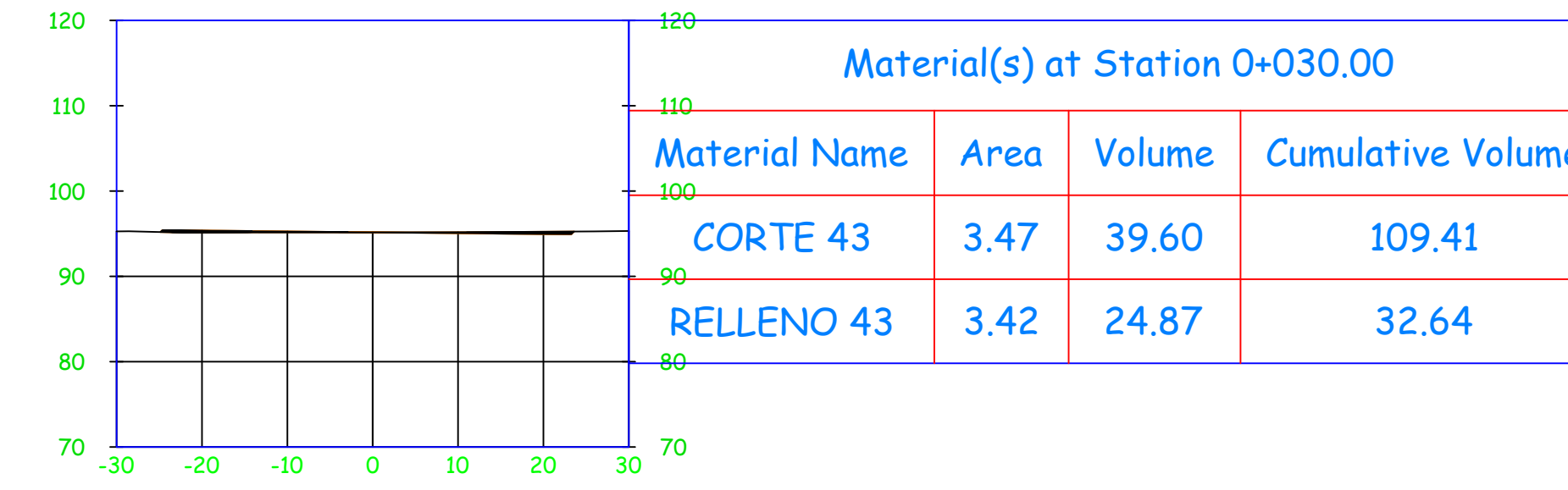


# TERRAZA VALVULA 43

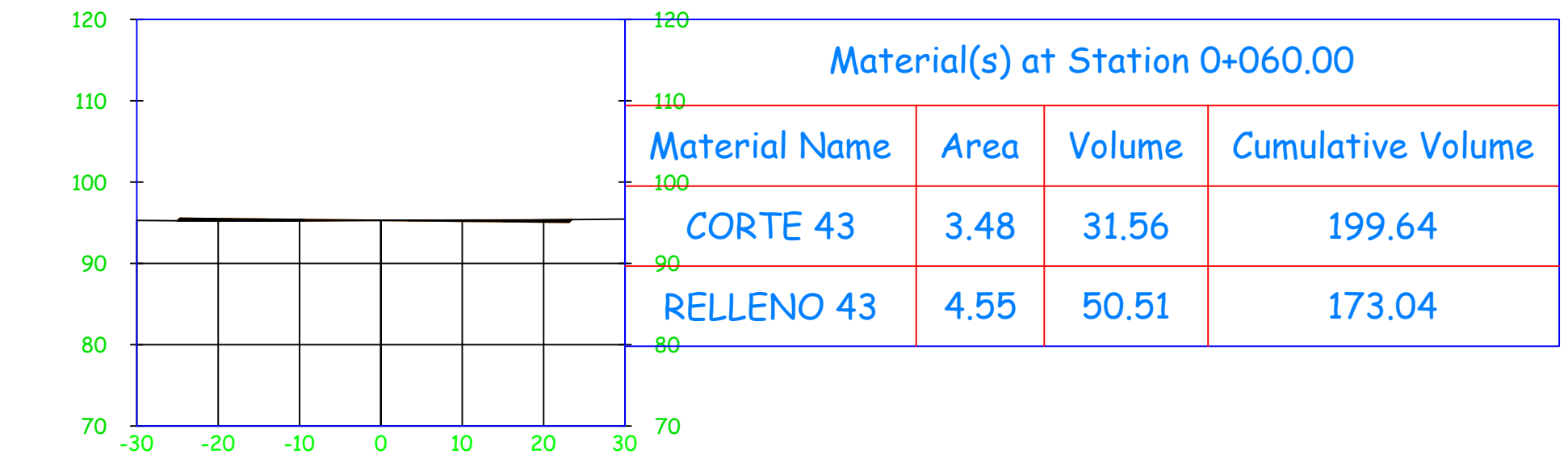
0+000.00



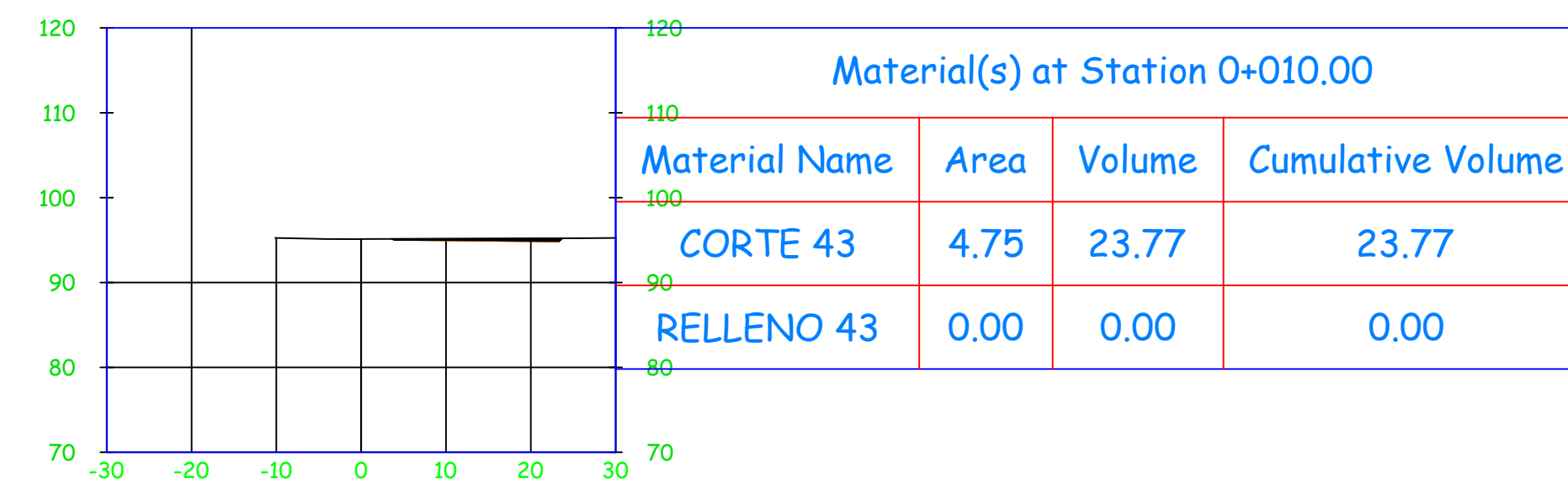
0+030.00



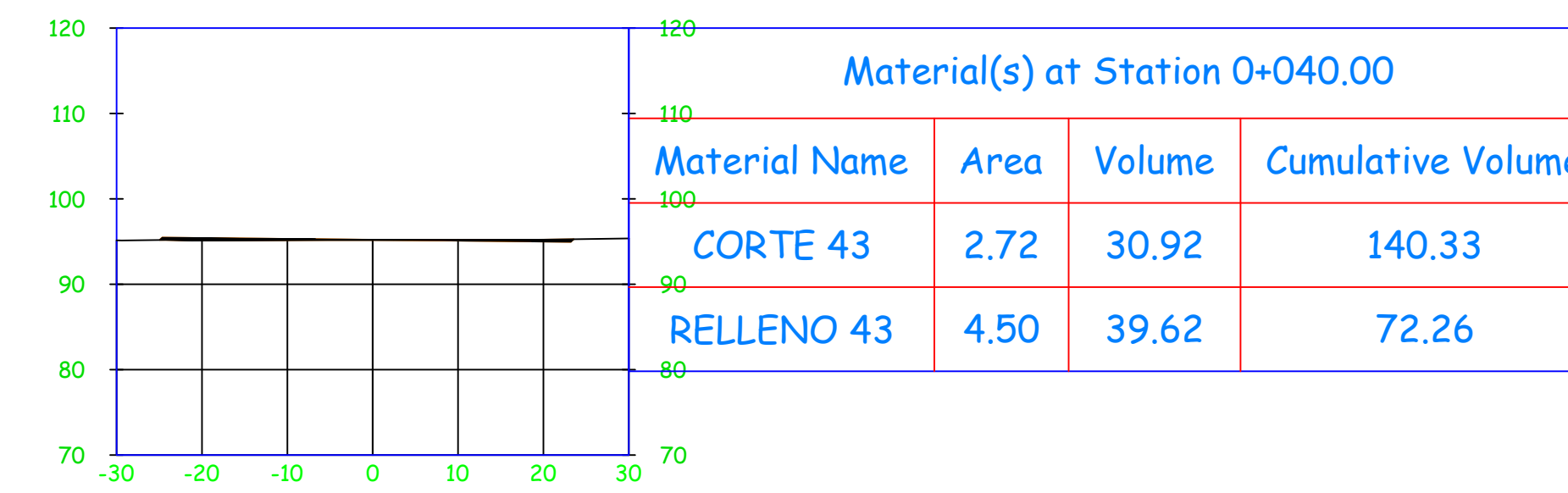
0+060.00



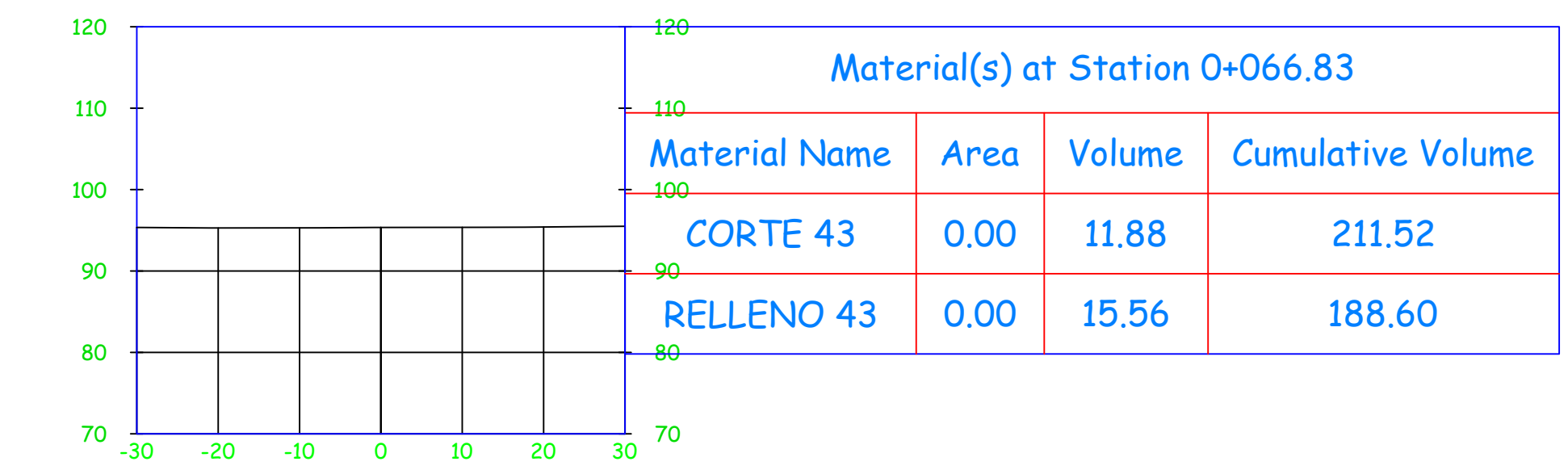
0+010.00



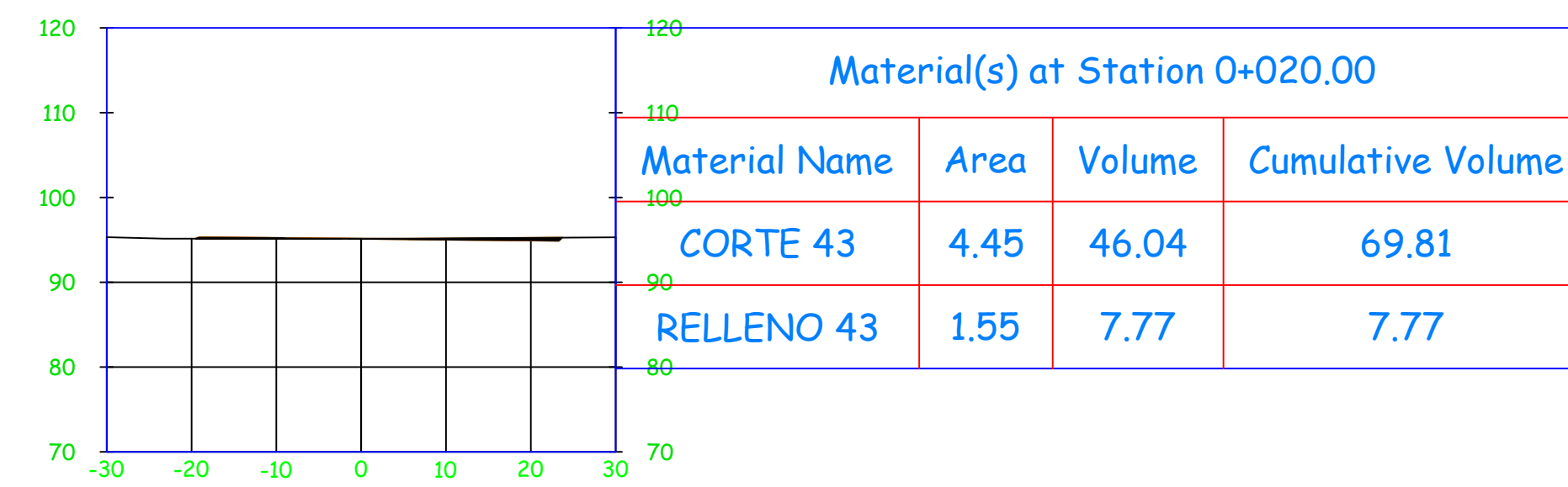
0+040.00



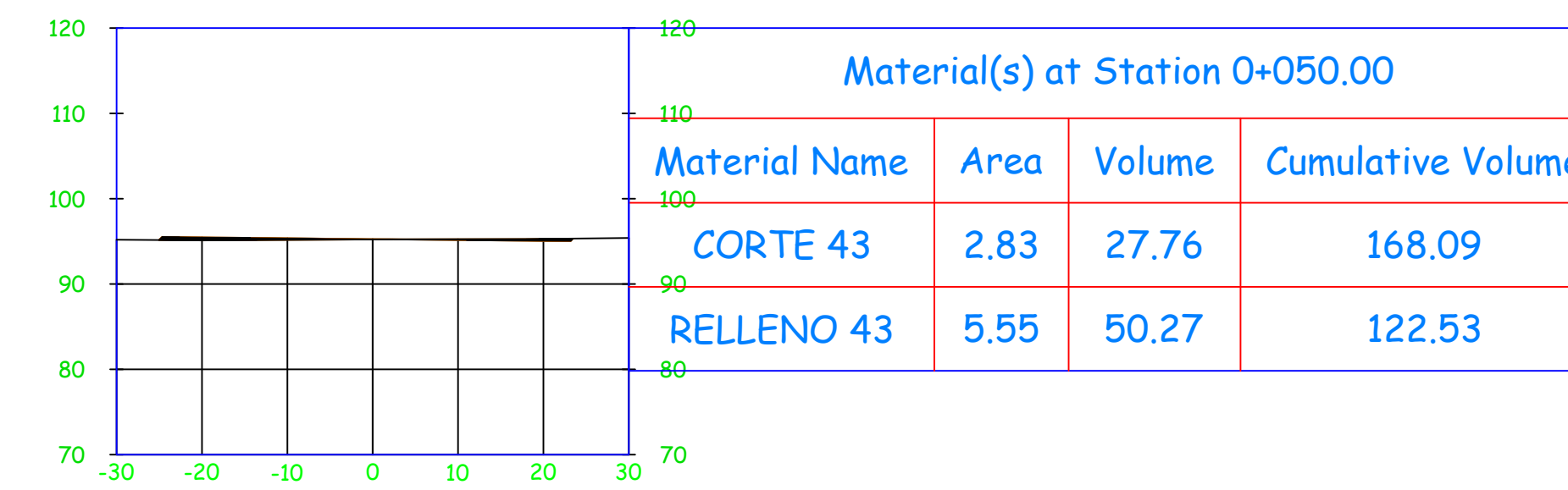
0+066.83



0+020.00

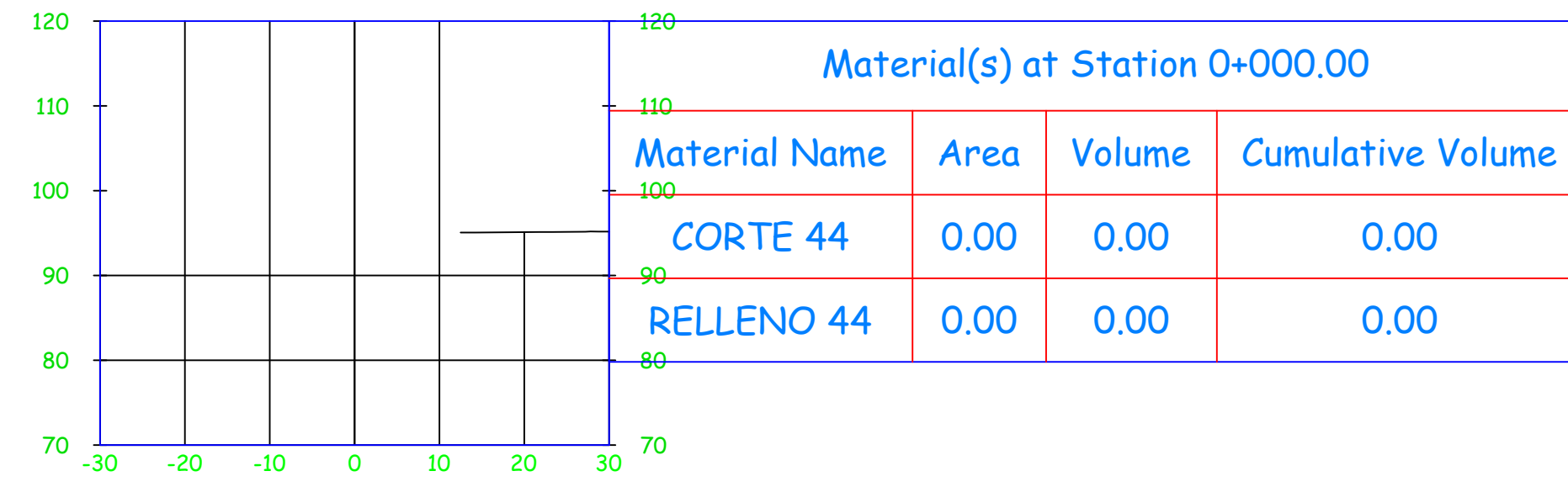


0+050.00

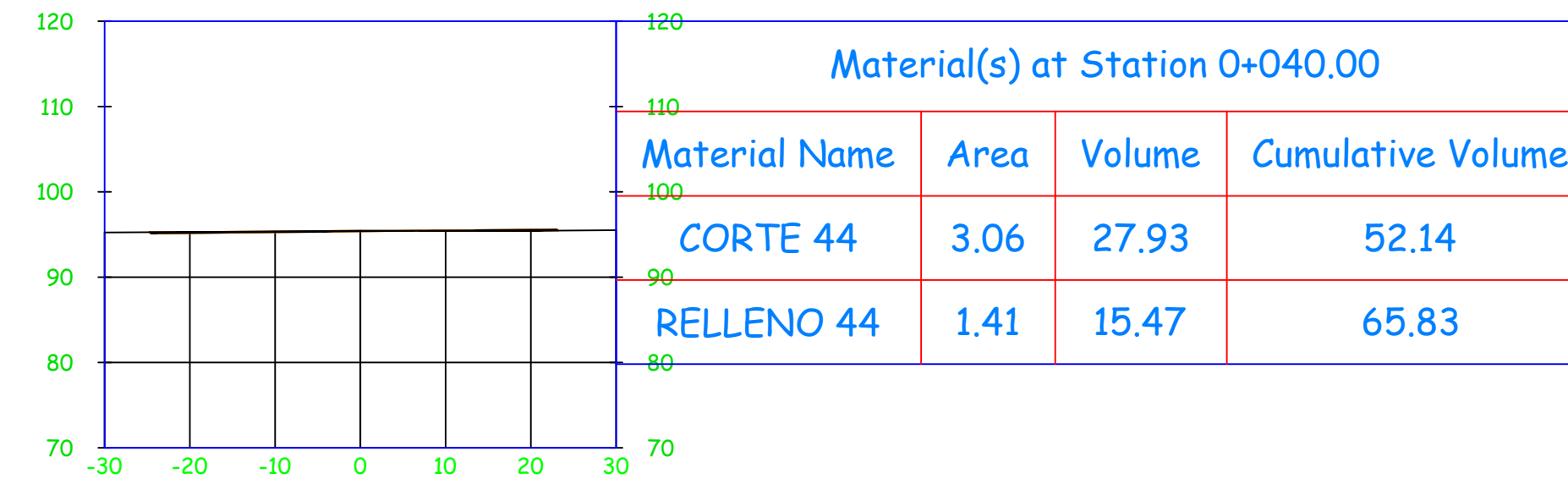


# TERRAZA VALVULA 44

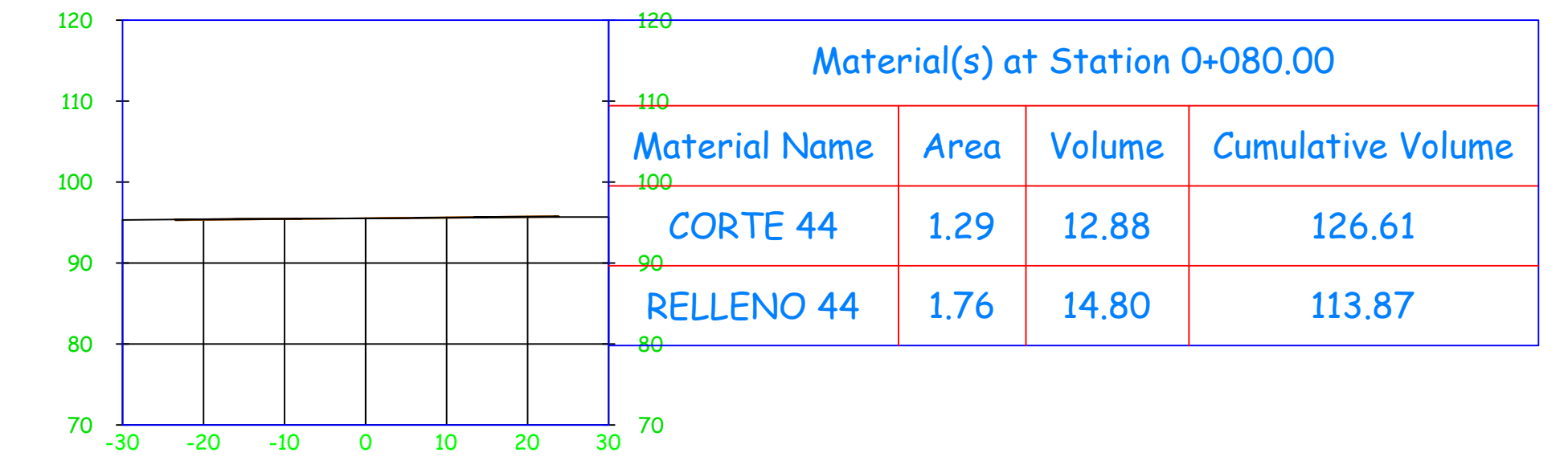
0+000.00



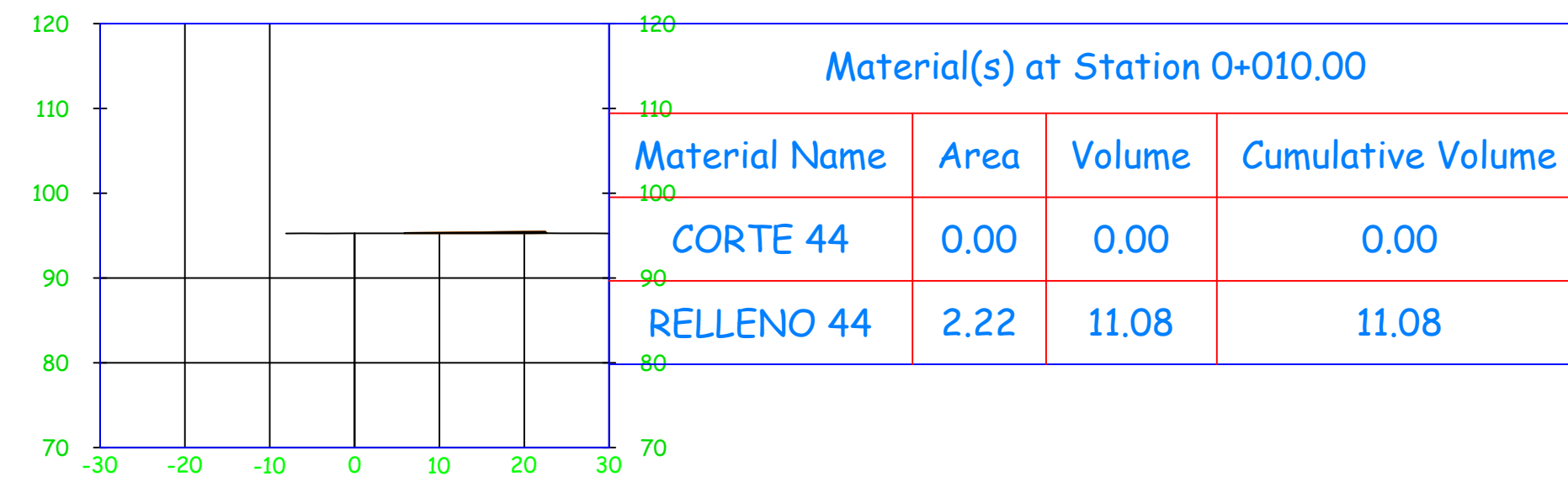
0+040.00



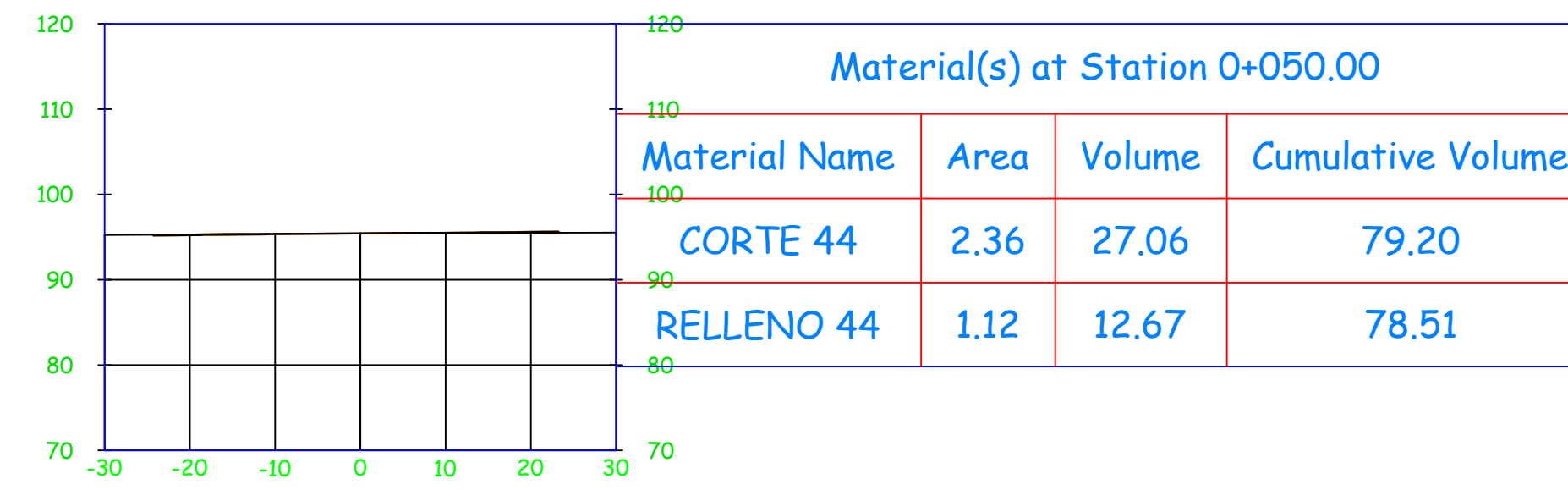
0+080.00



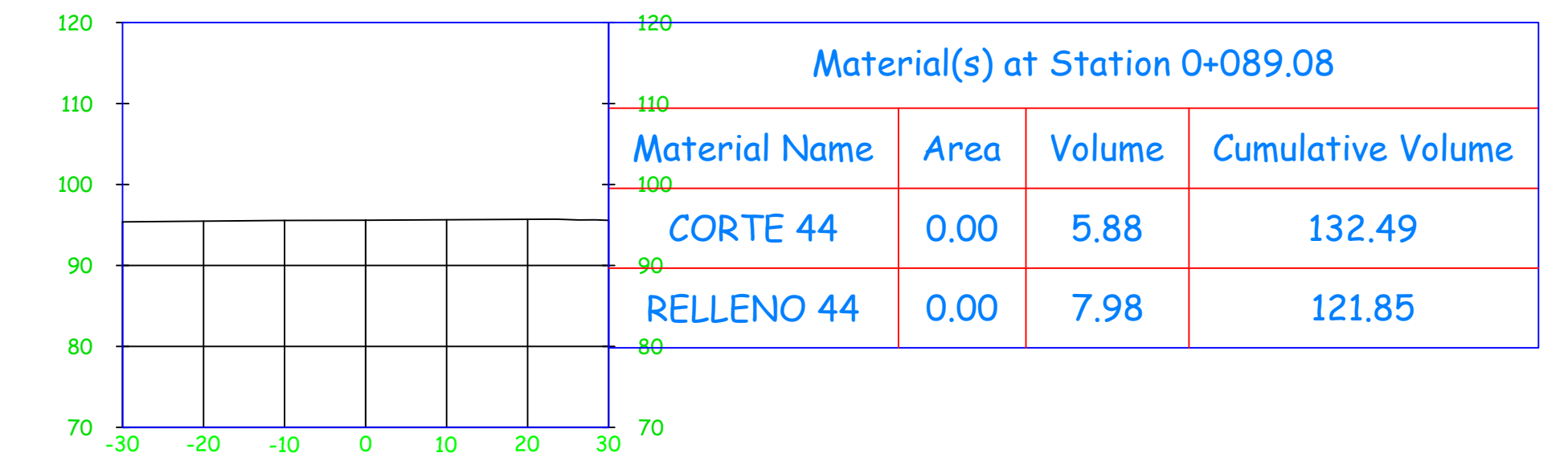
0+010.00



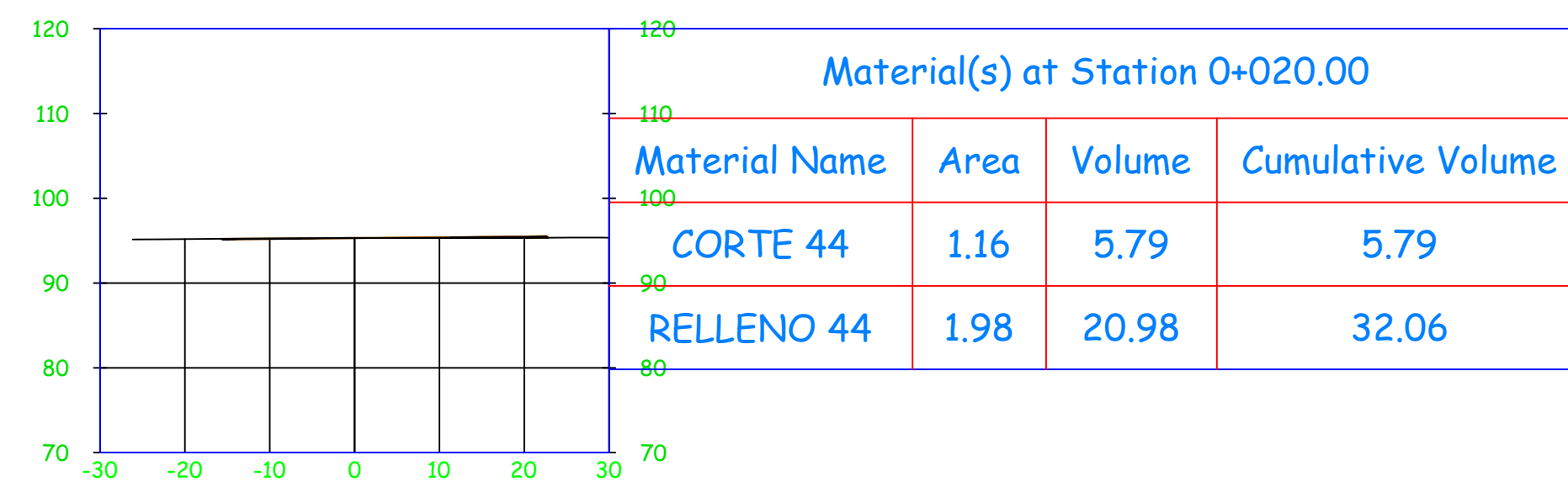
0+050.00



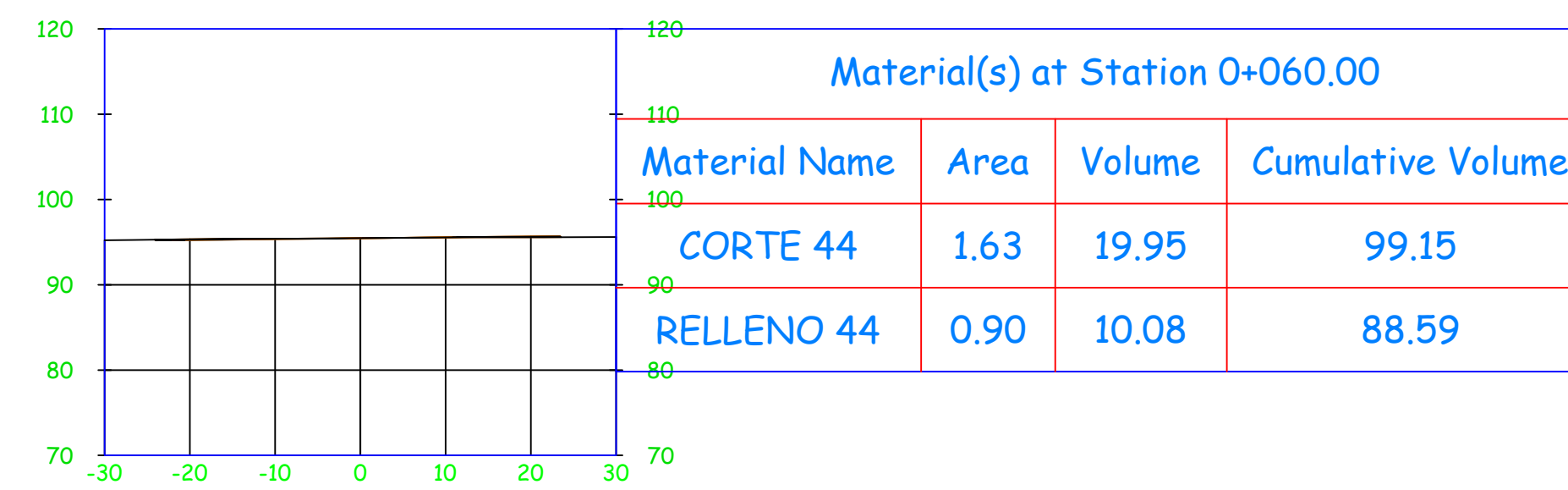
0+089.08



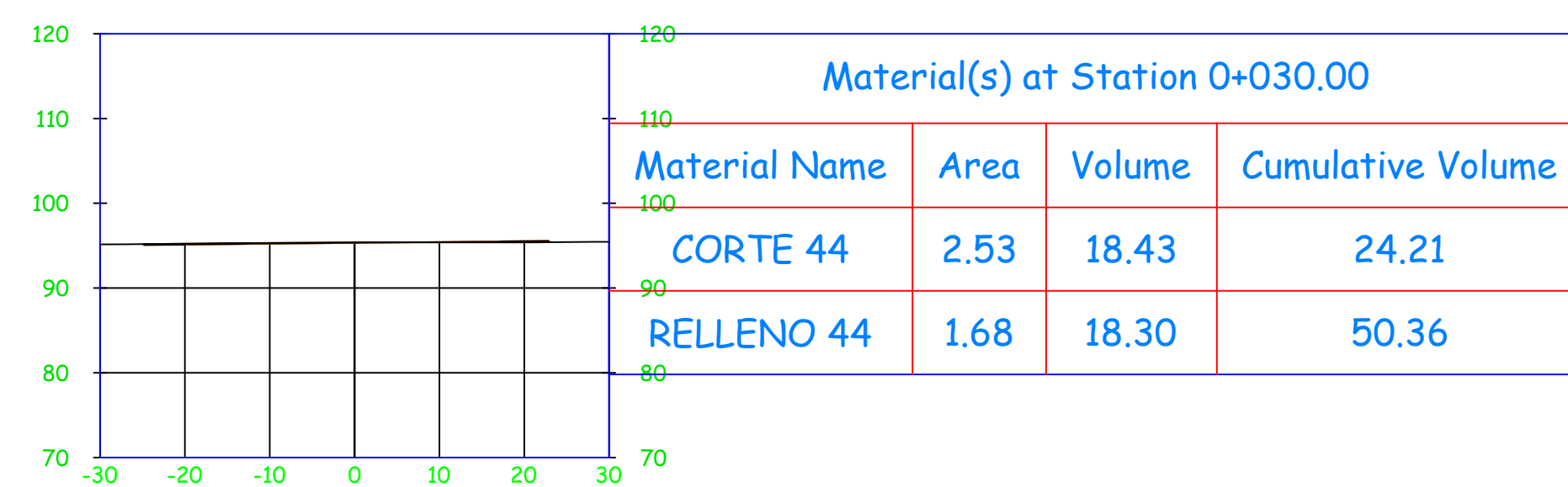
0+020.00



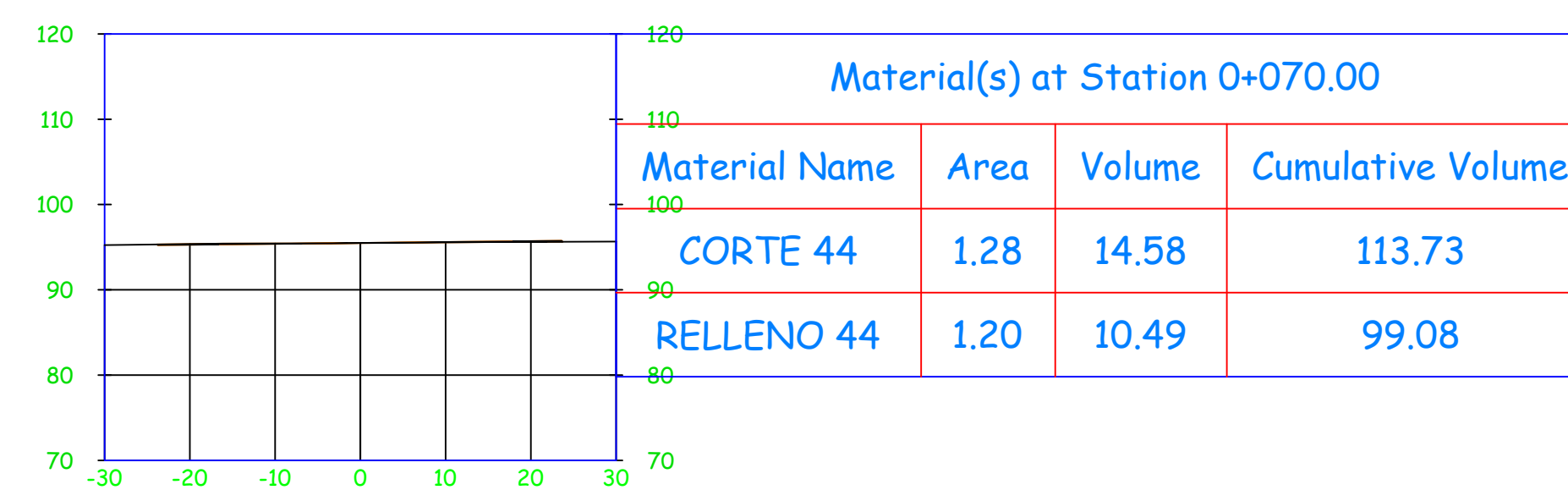
0+060.00



0+030.00

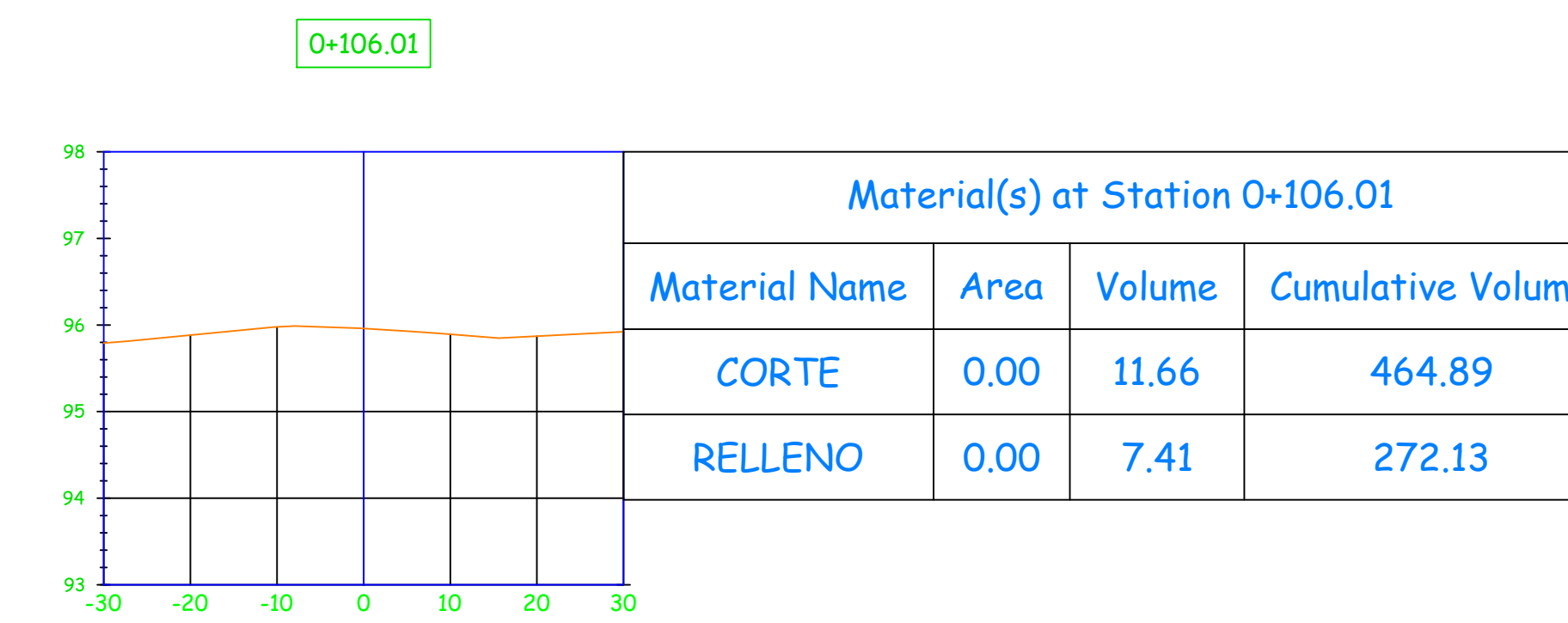
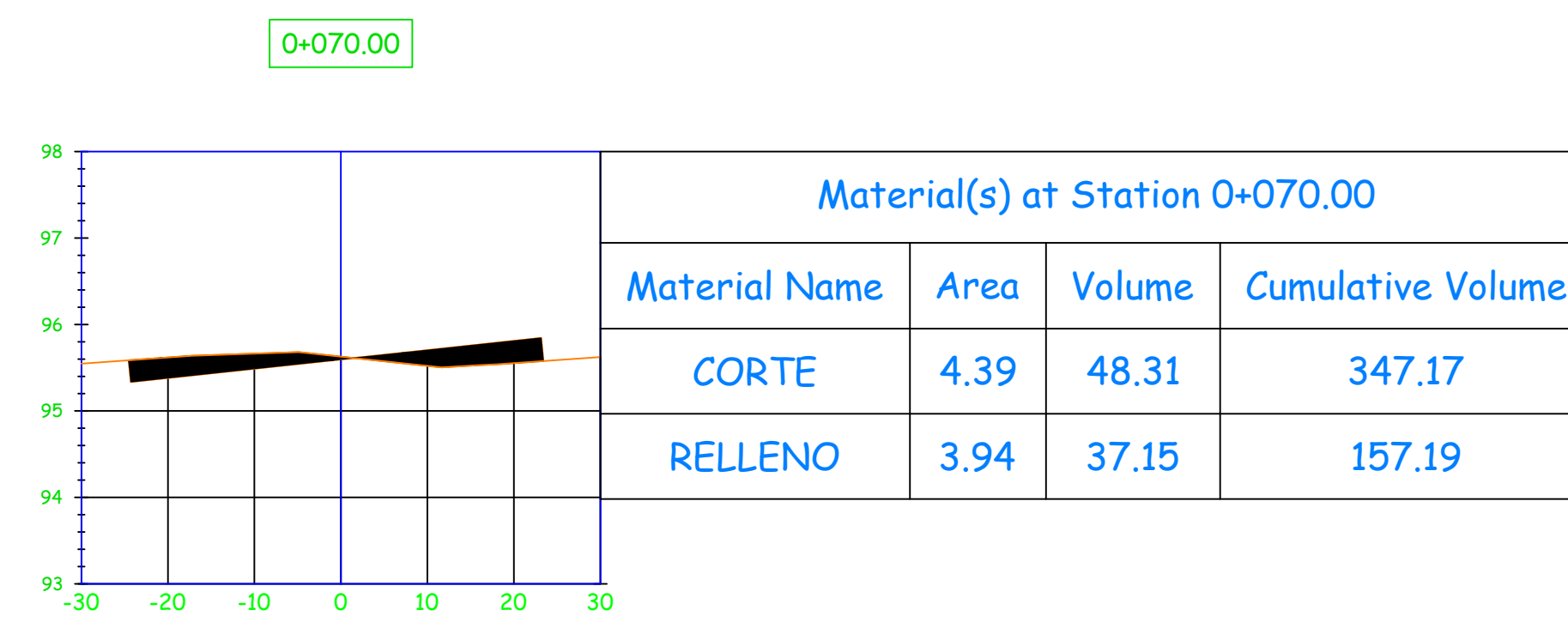
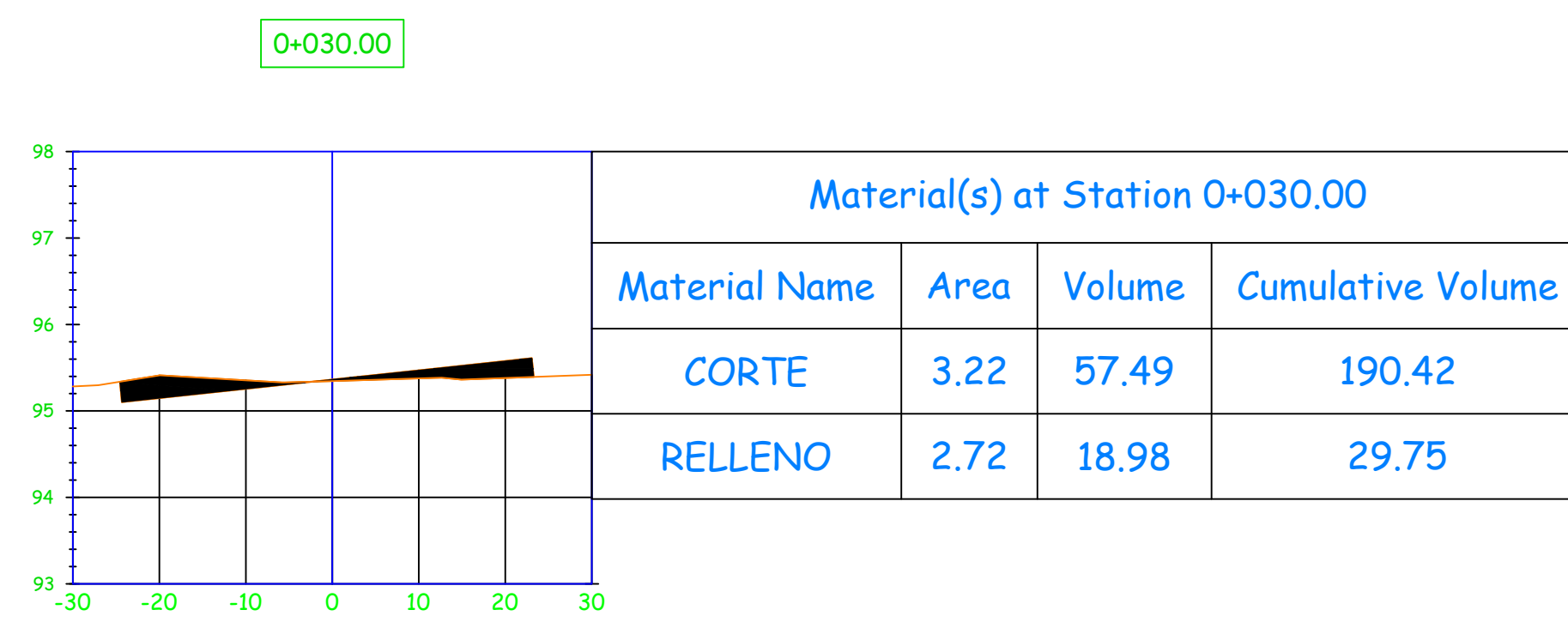
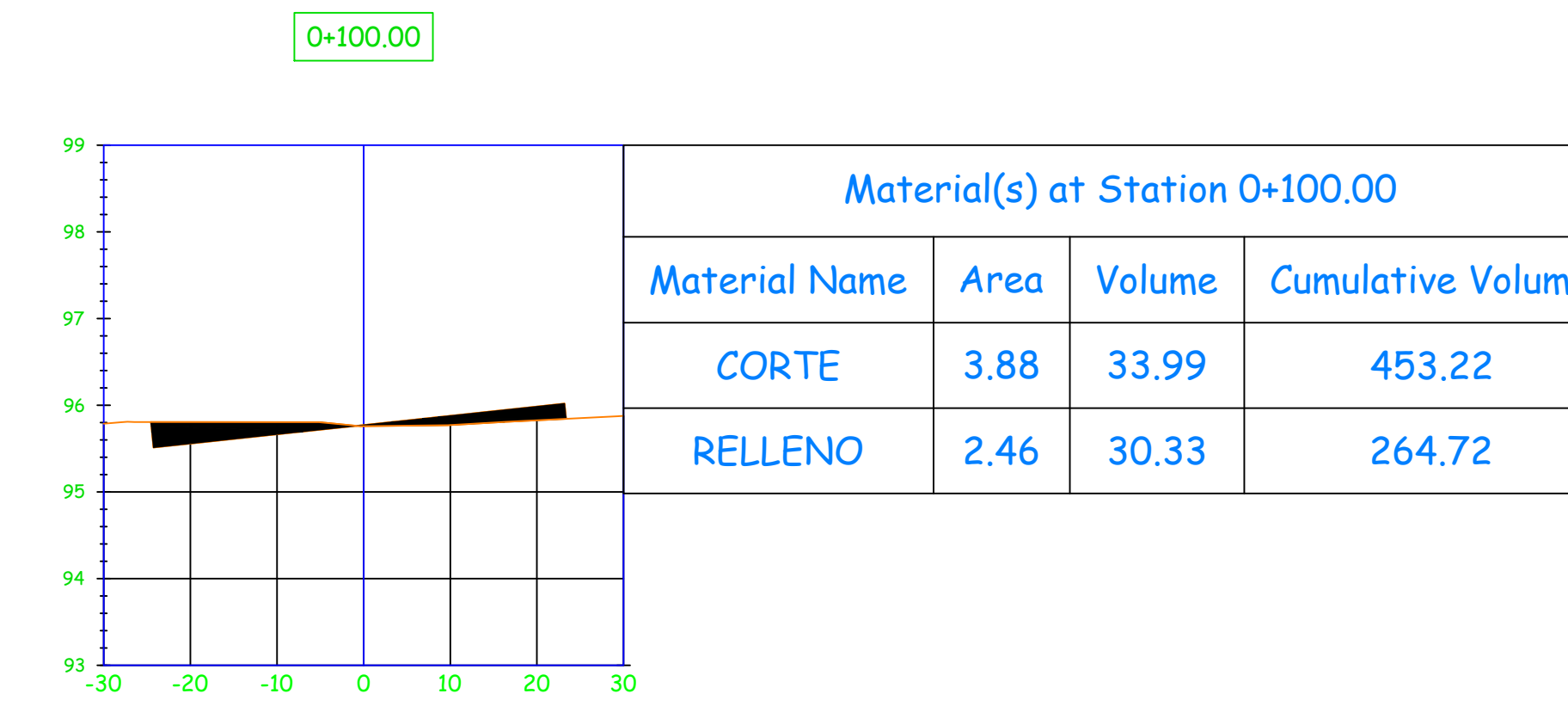
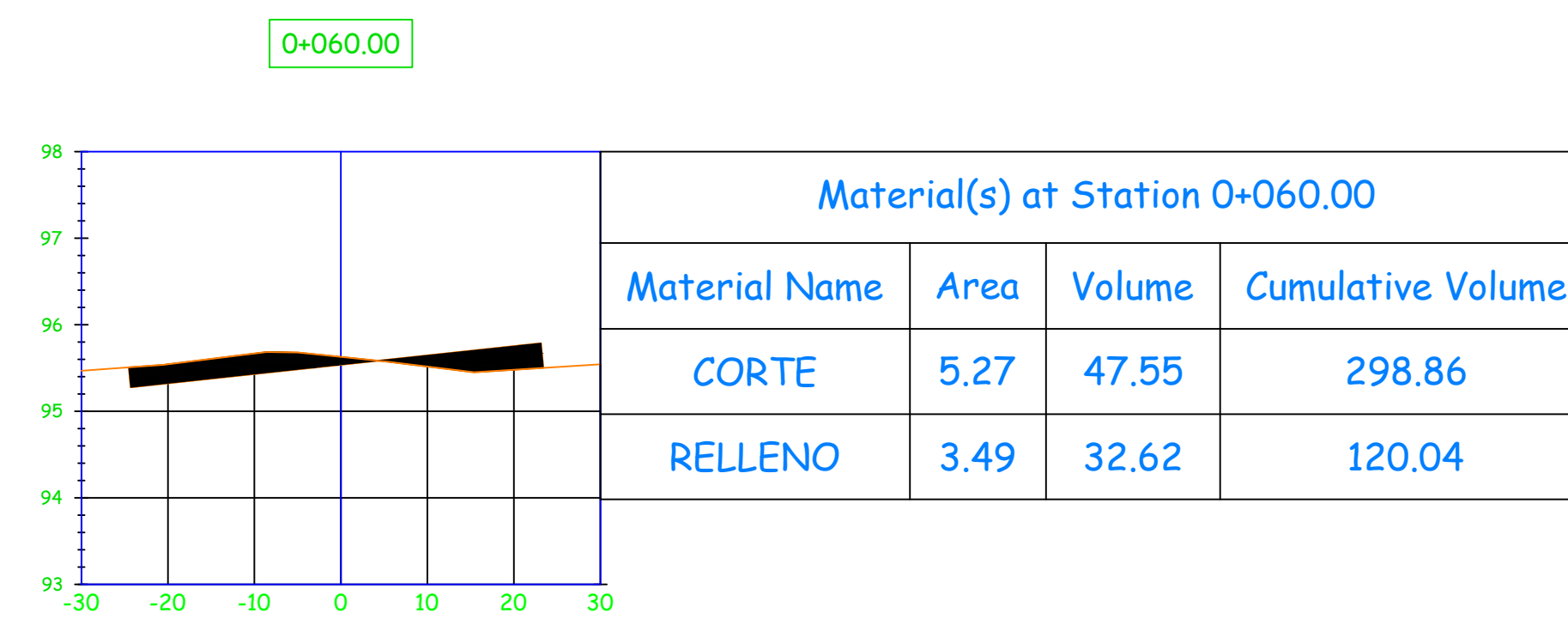
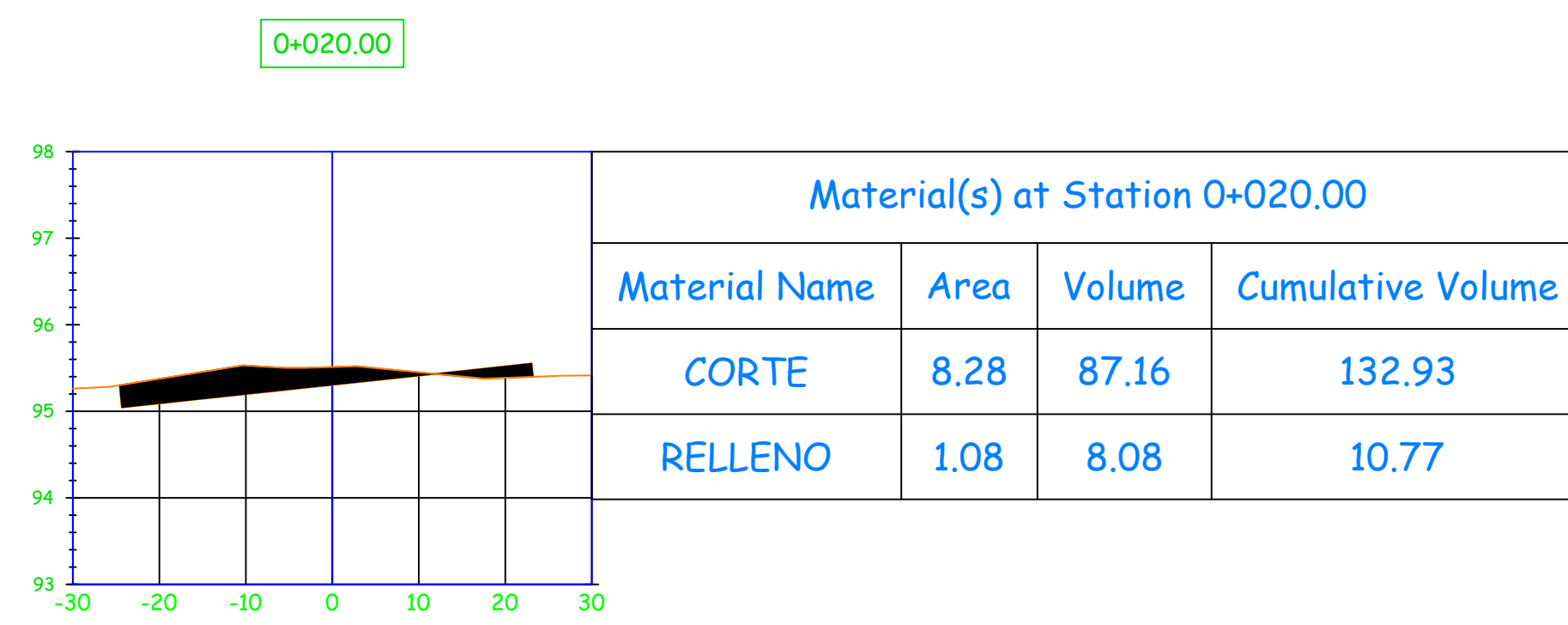
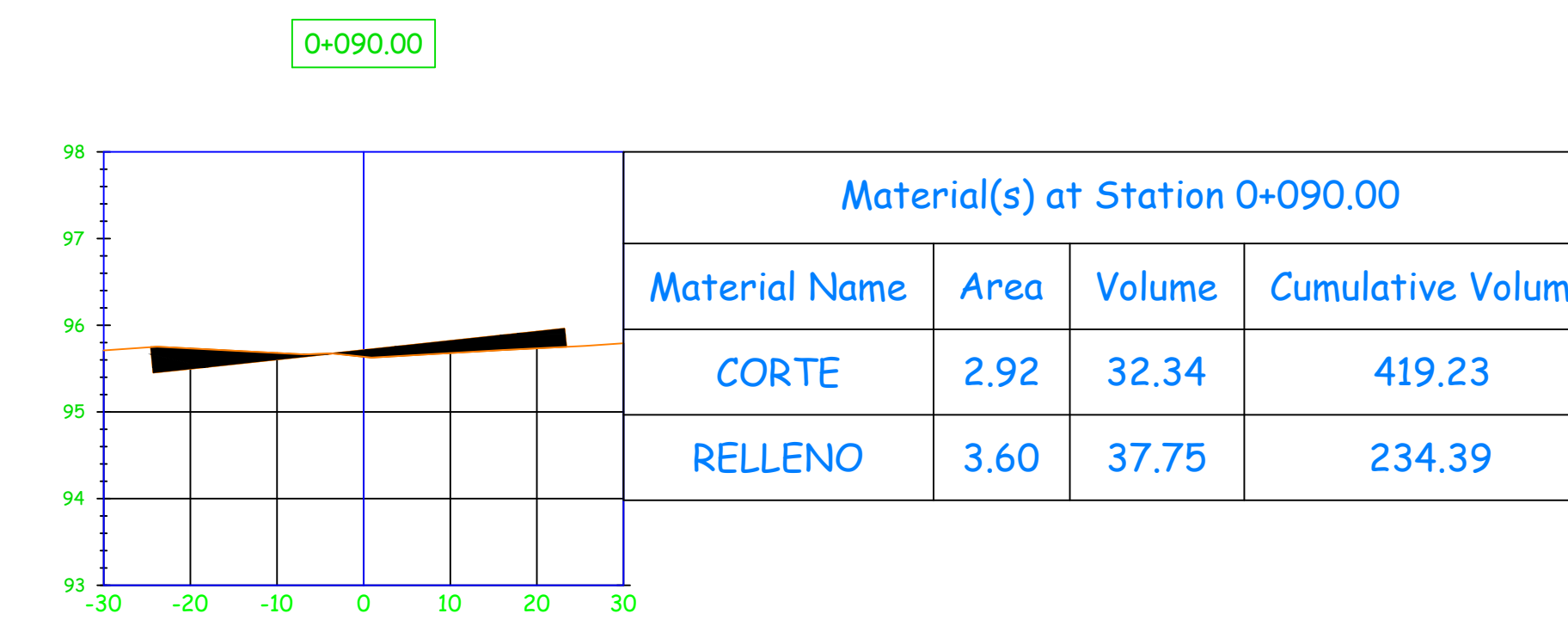
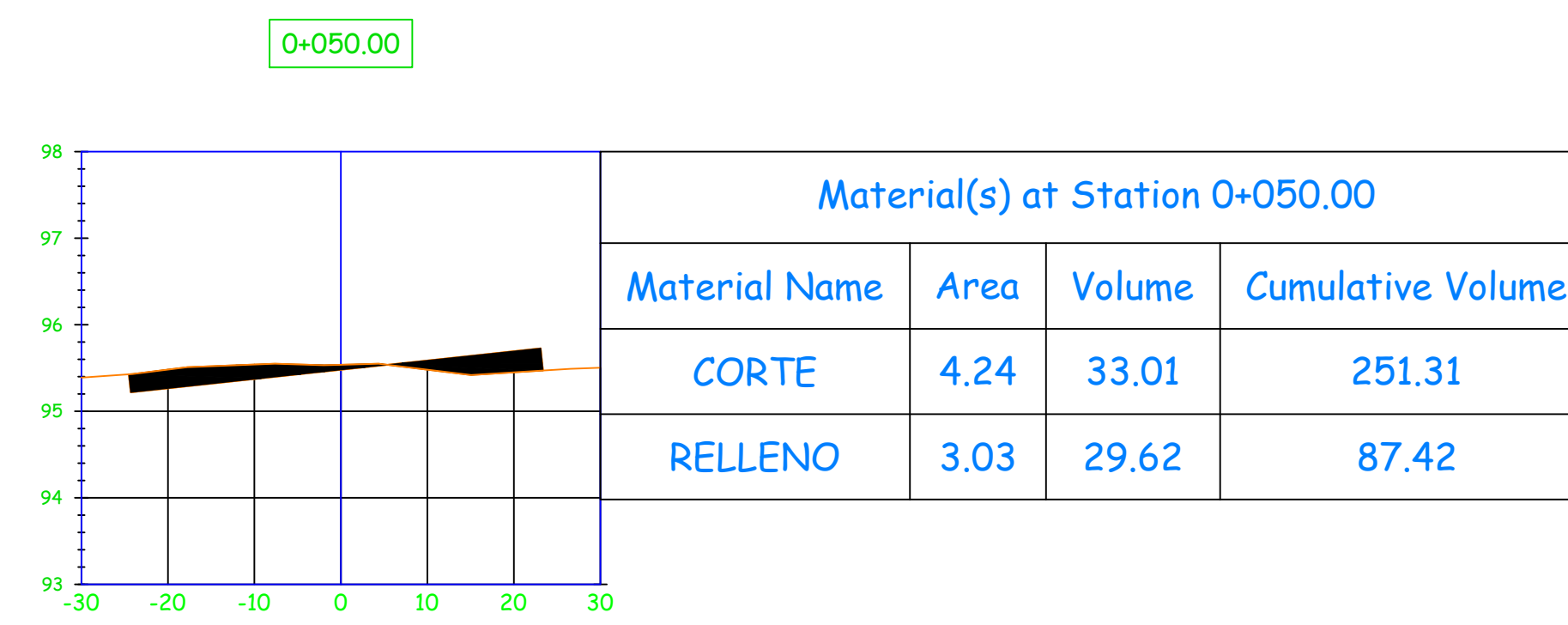
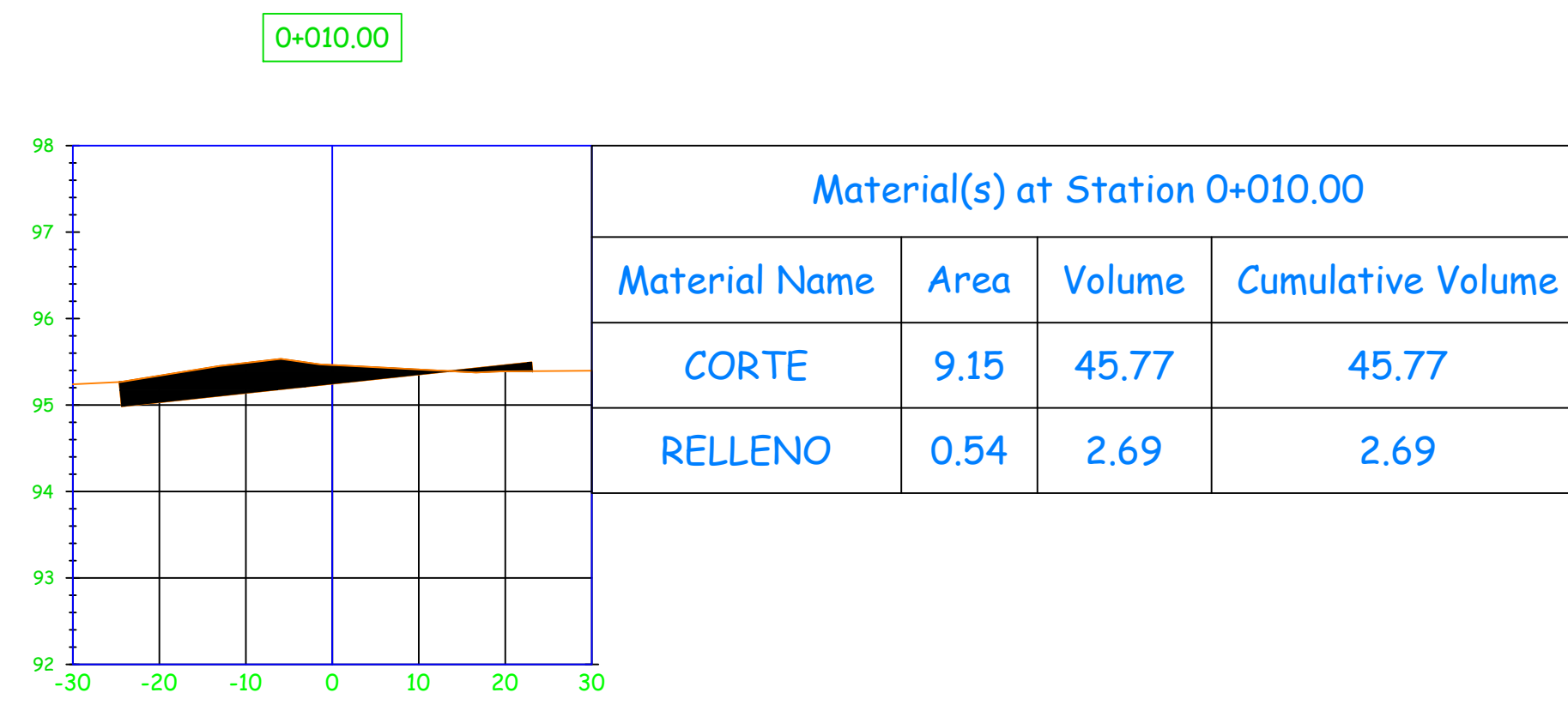
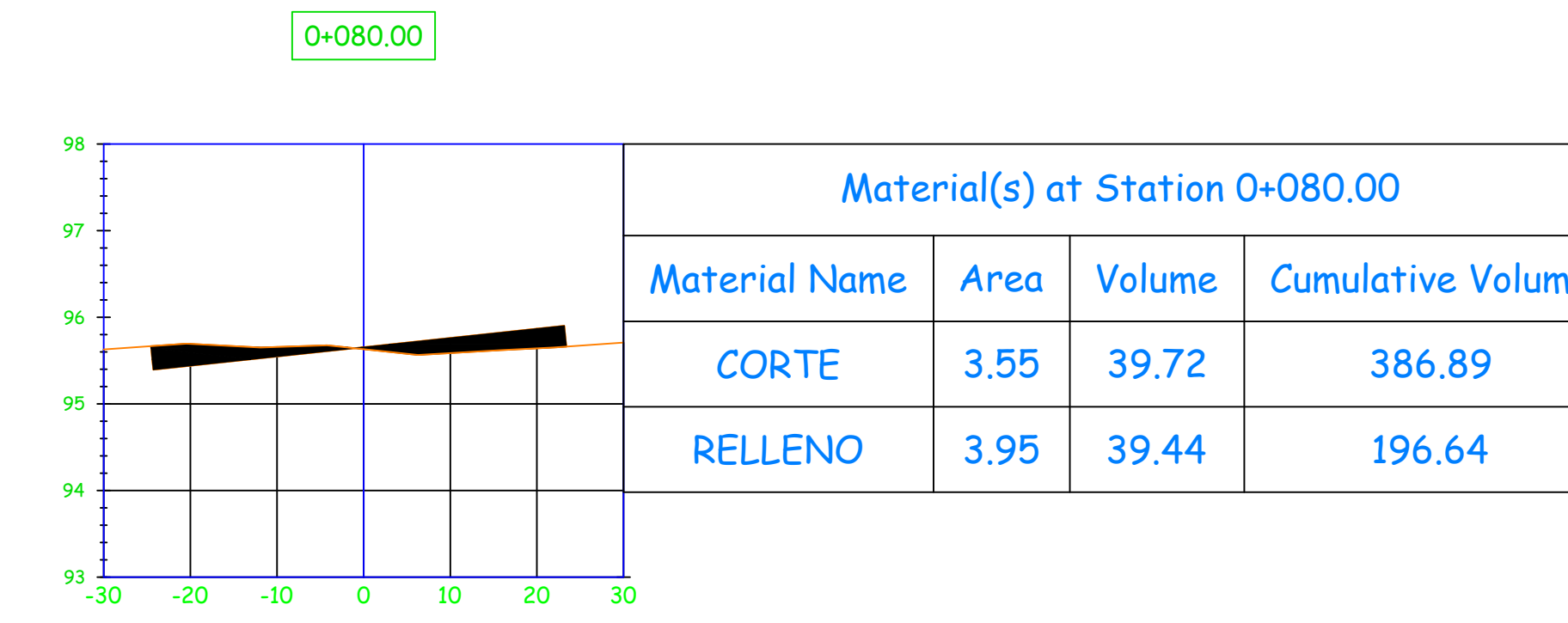
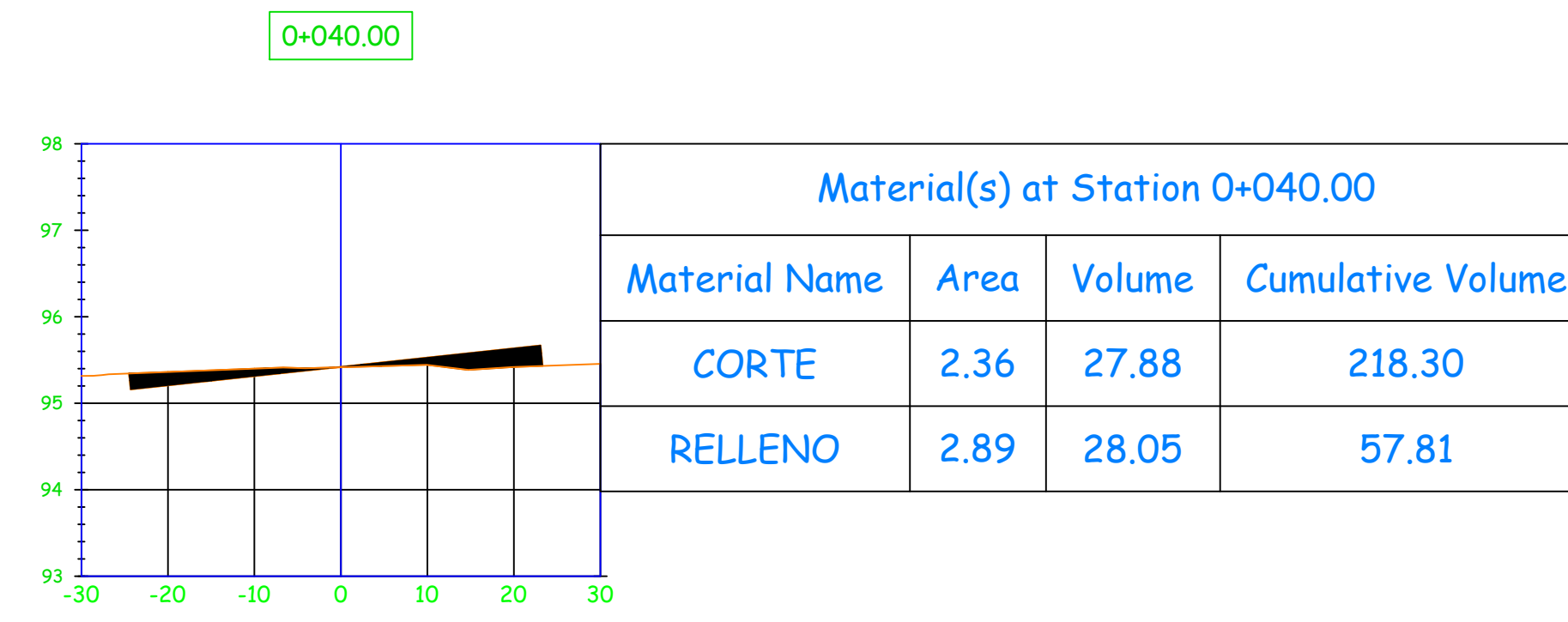
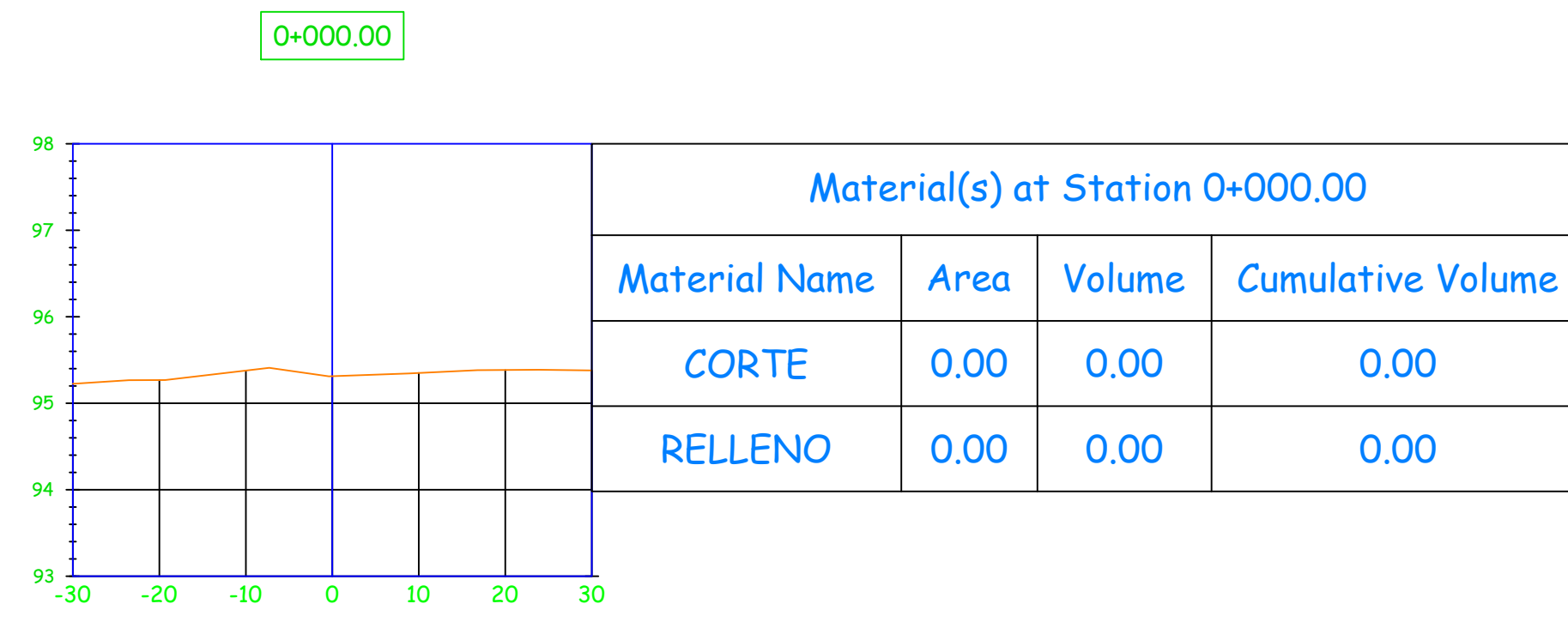


0+070.00



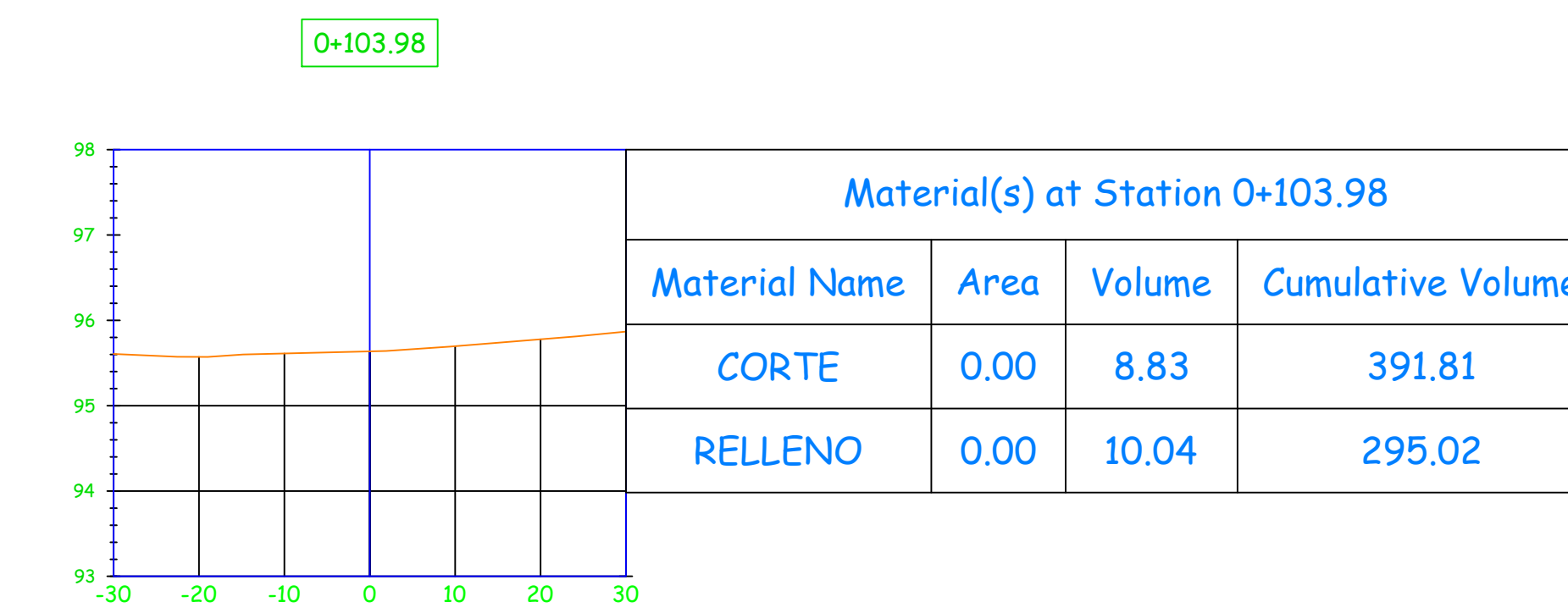
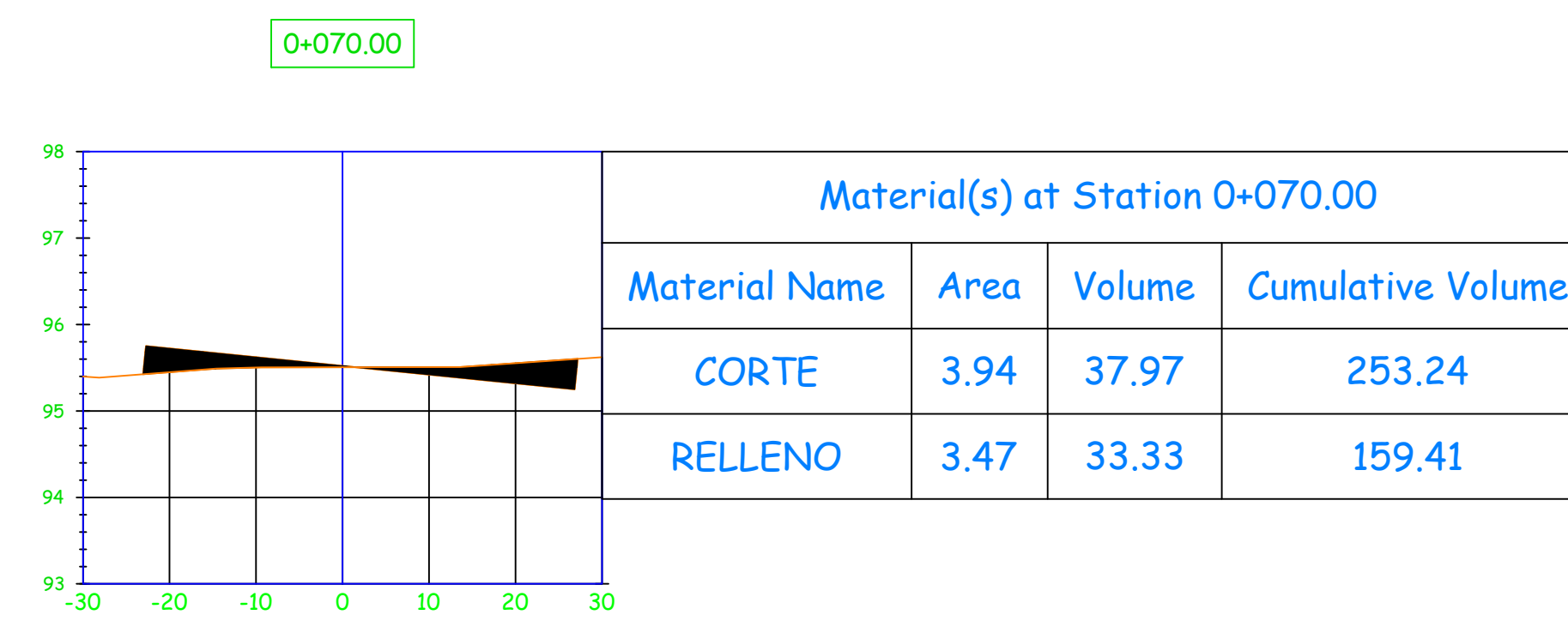
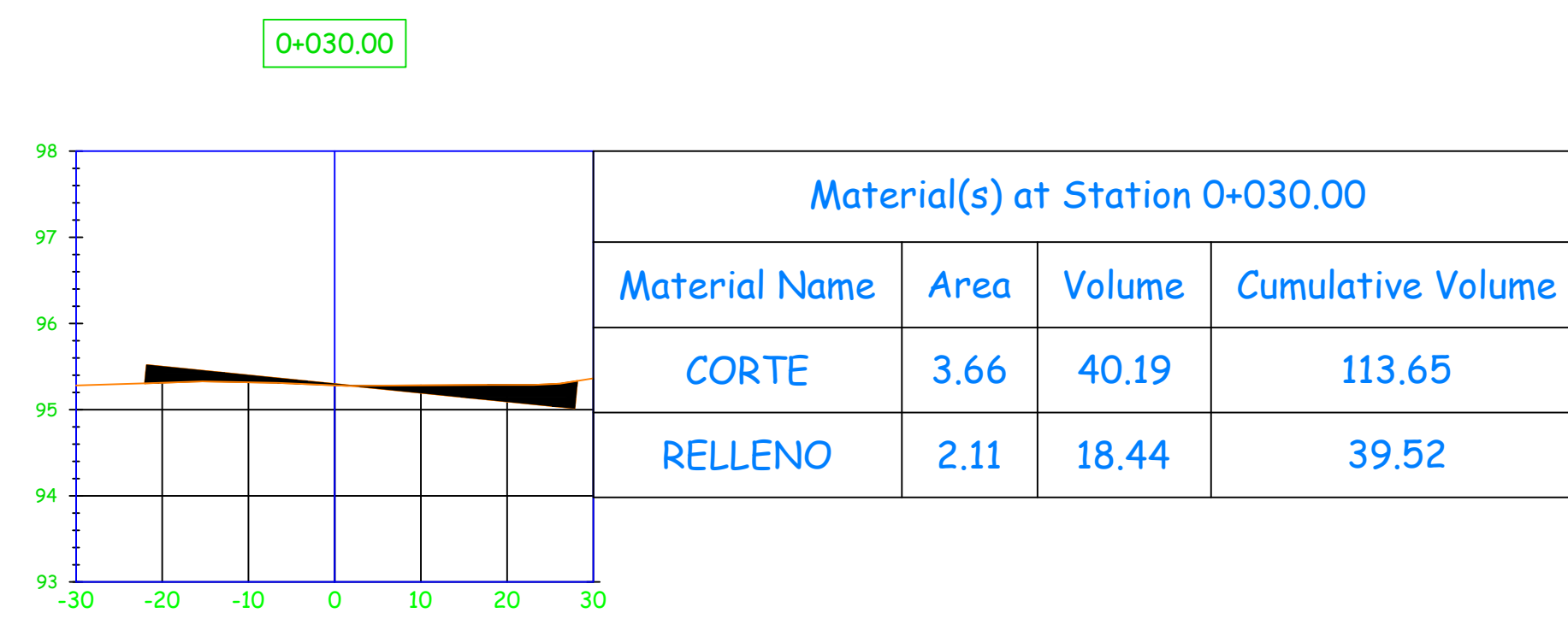
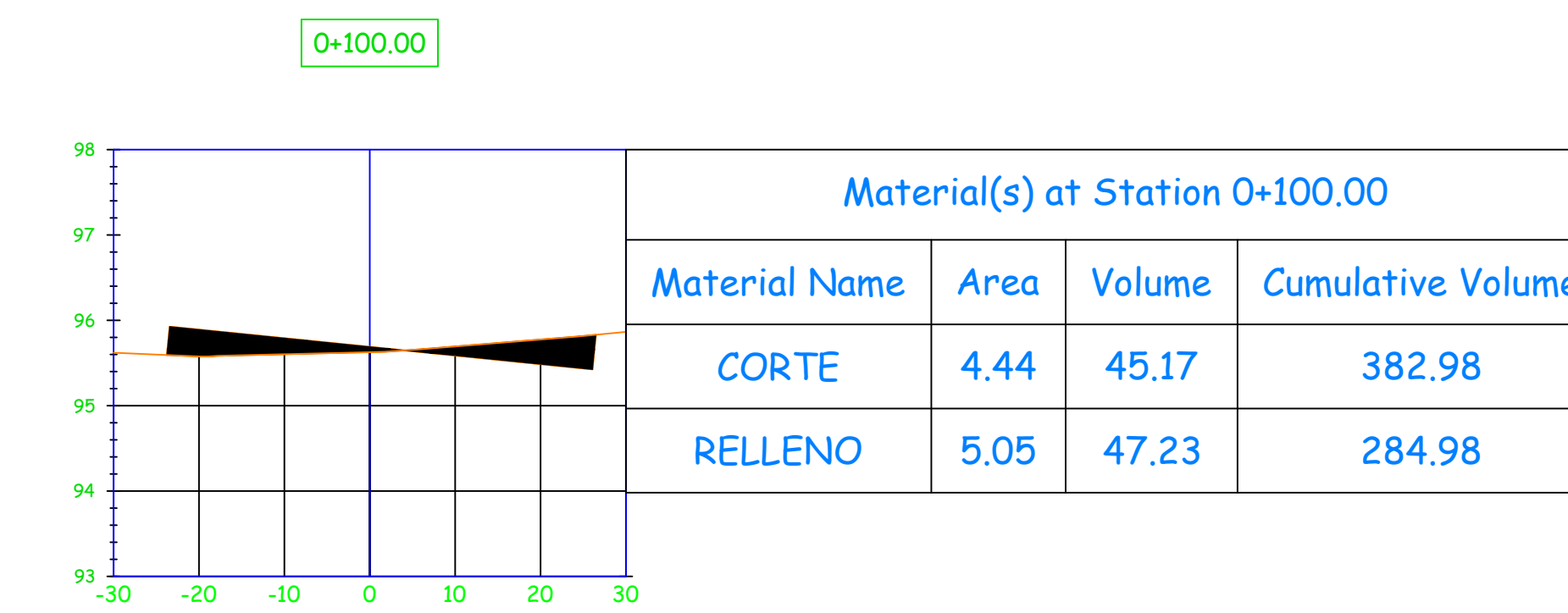
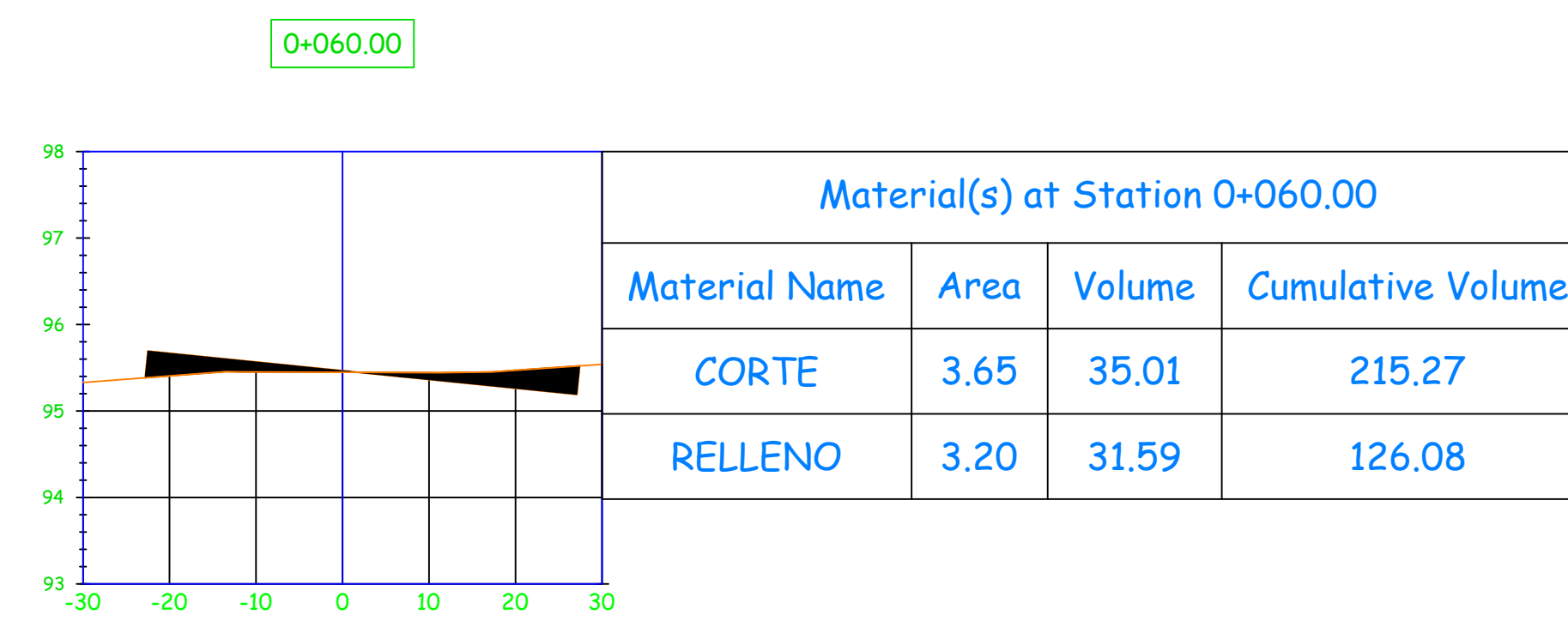
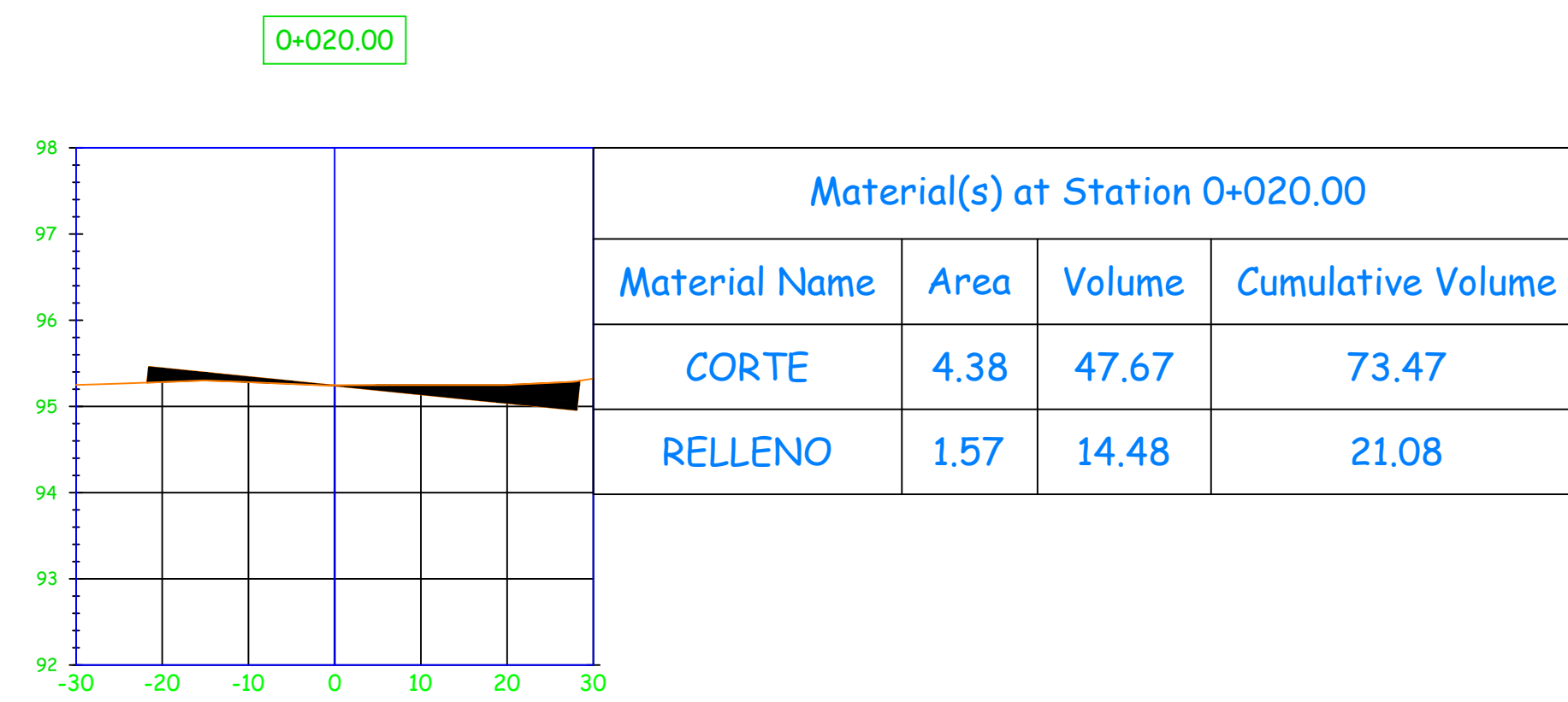
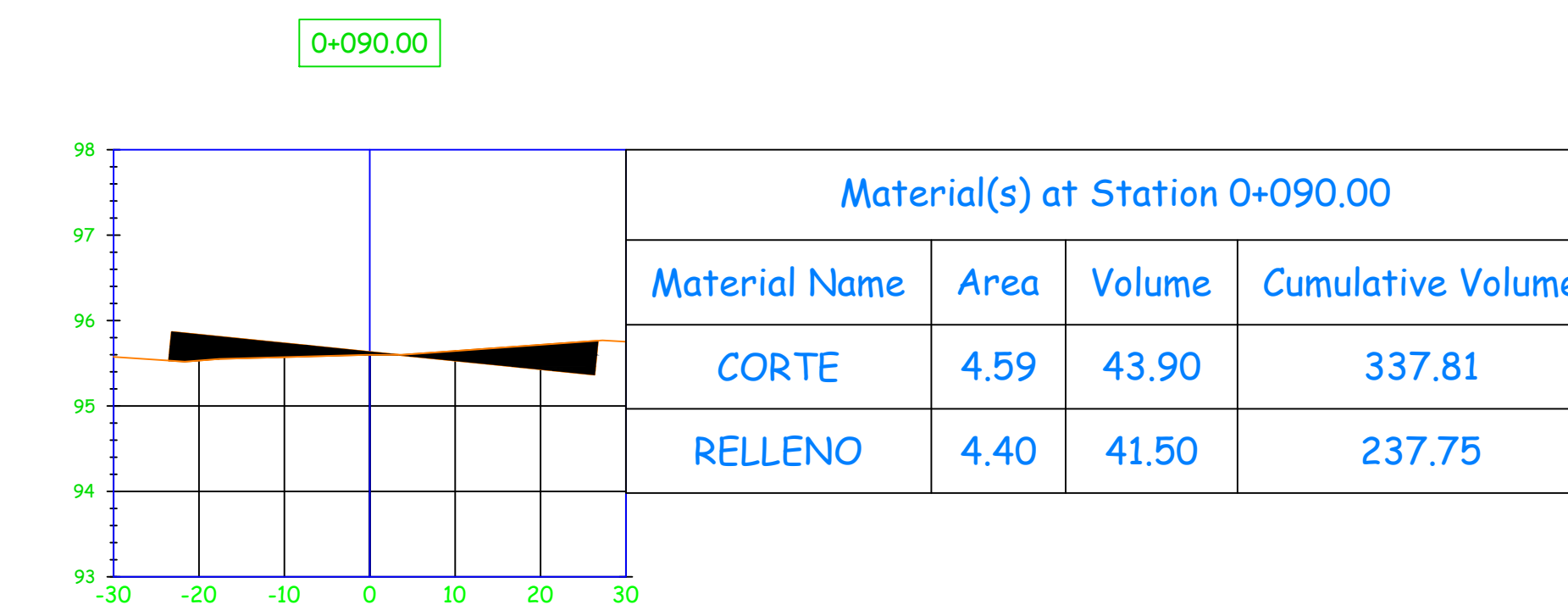
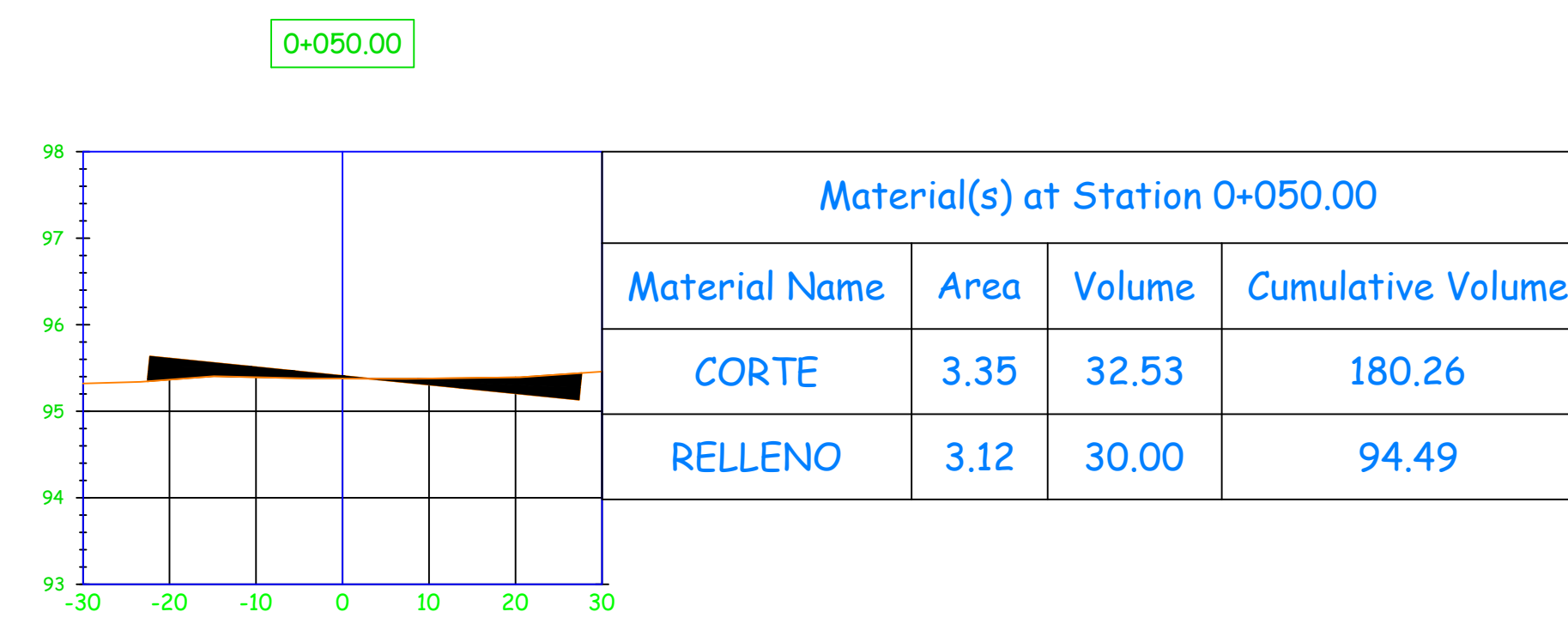
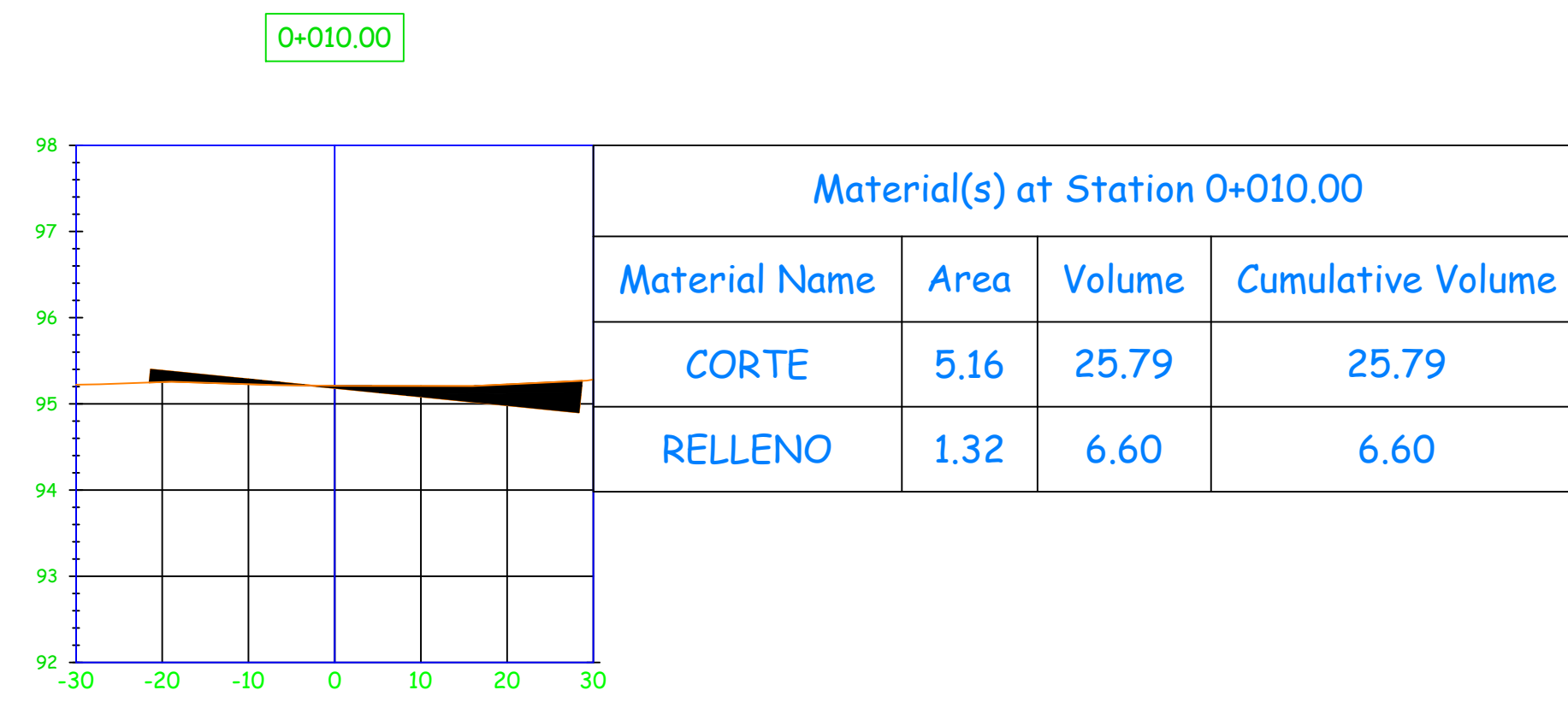
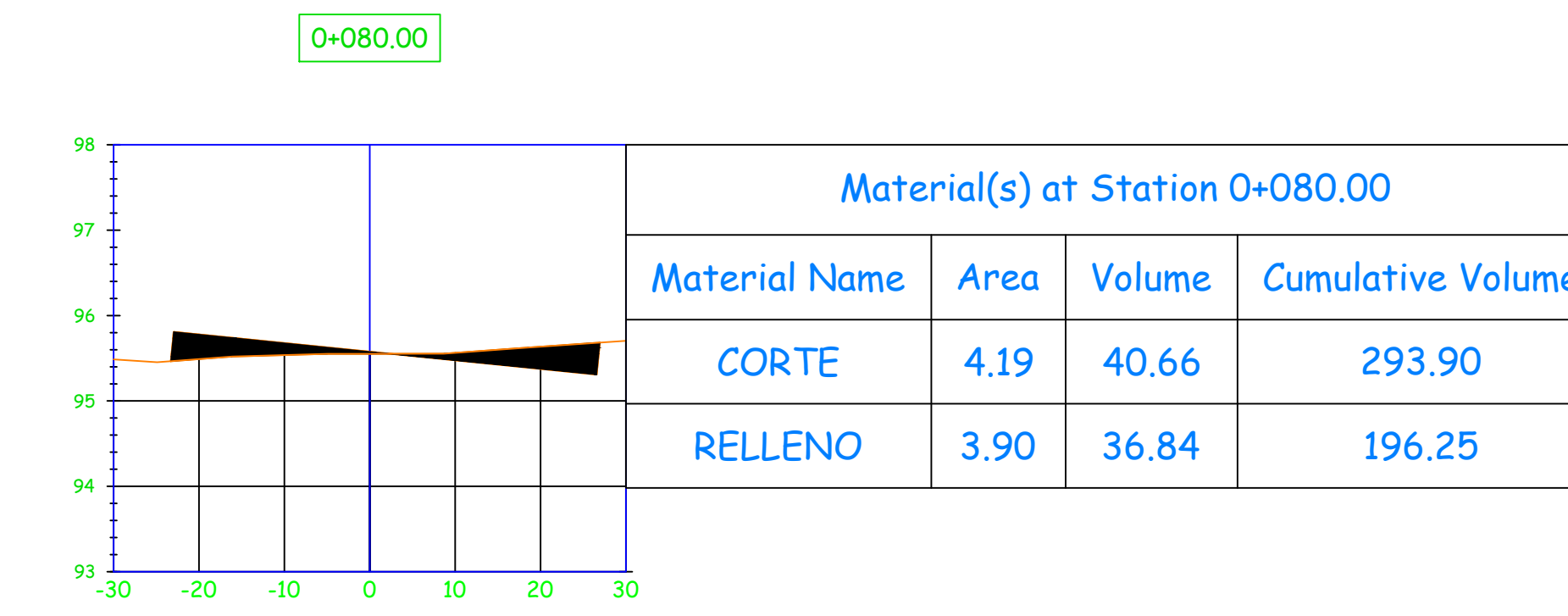
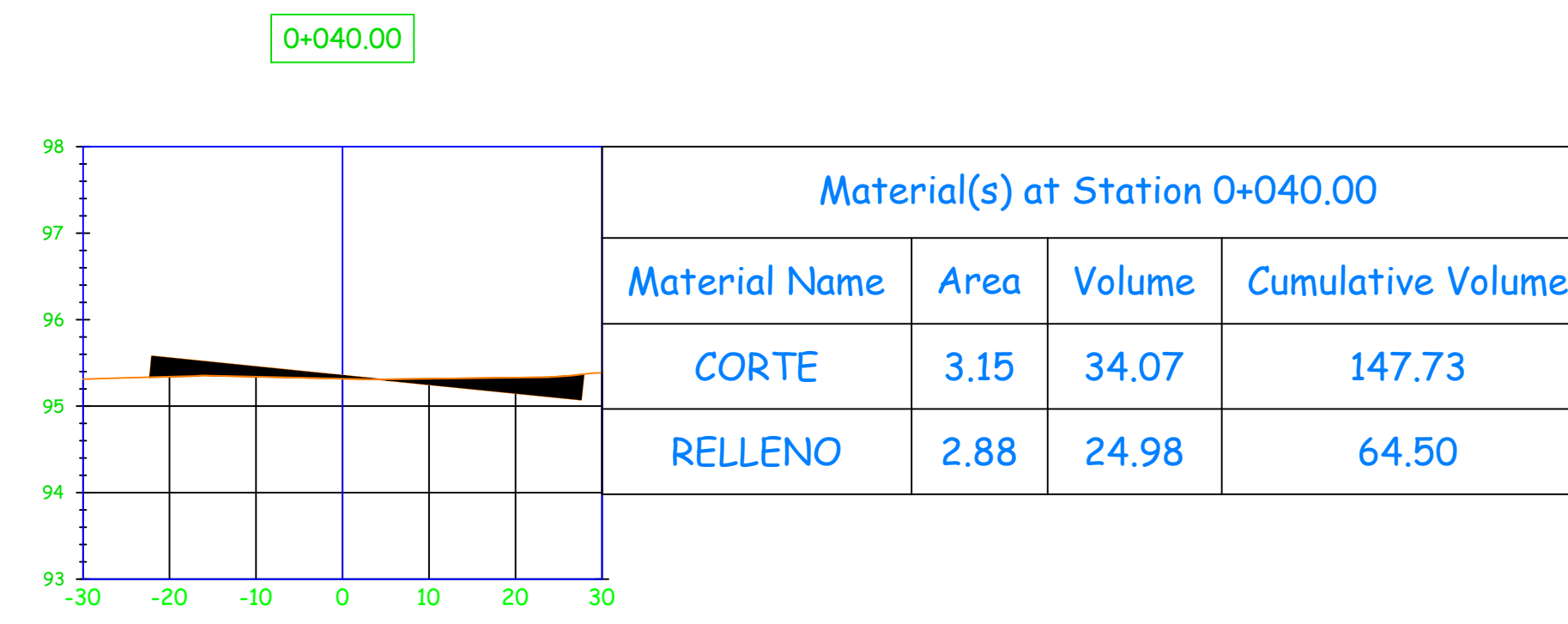
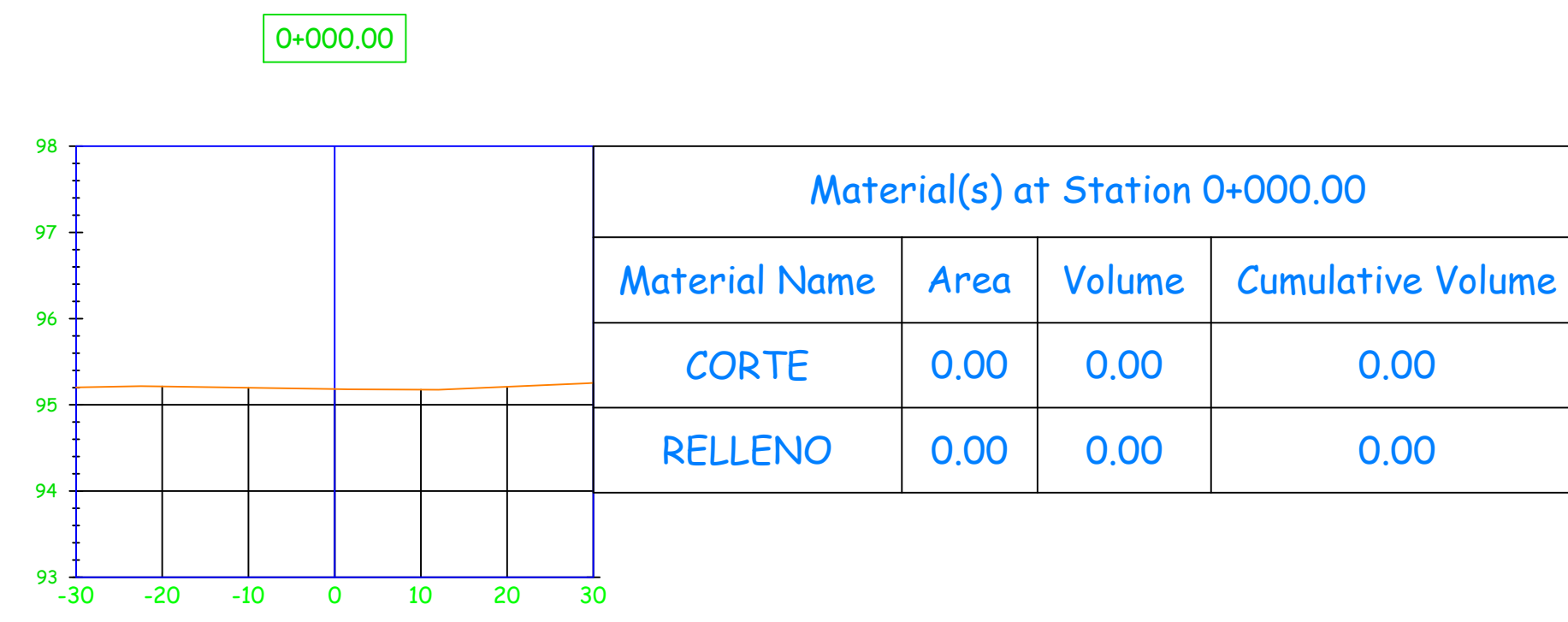


# TERRAZA VALVULA 46

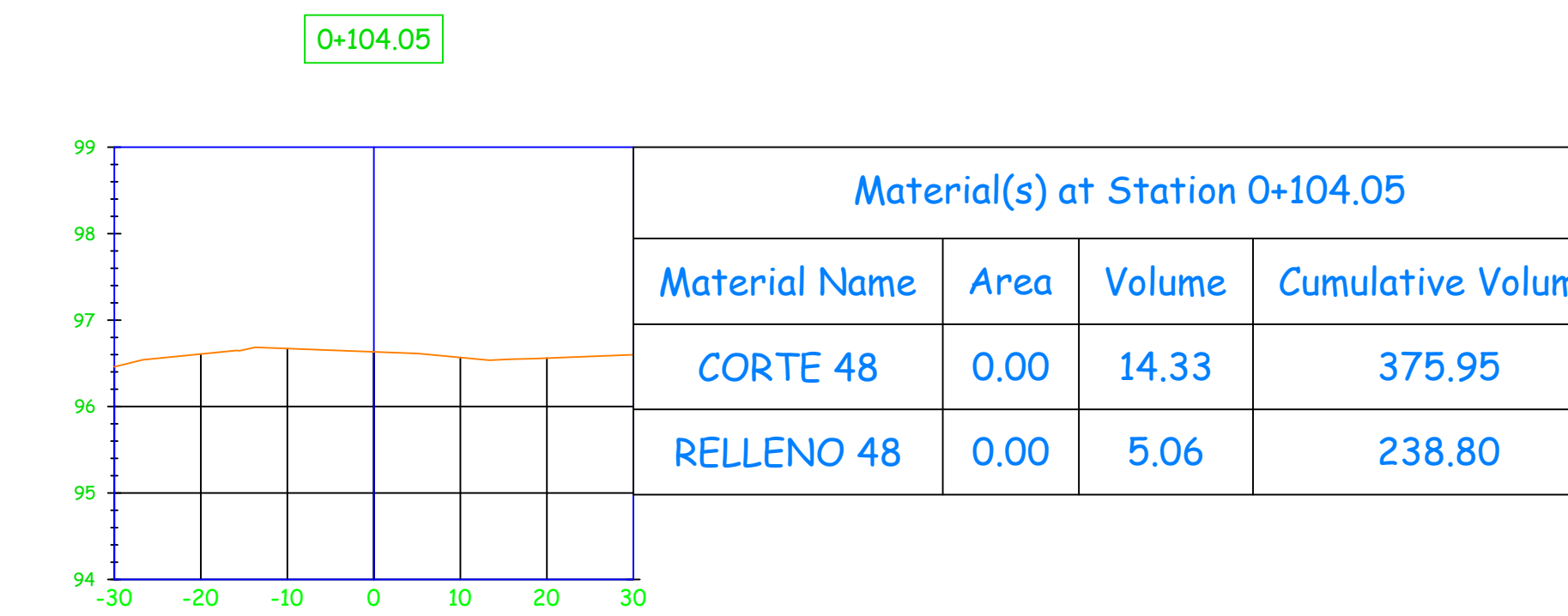
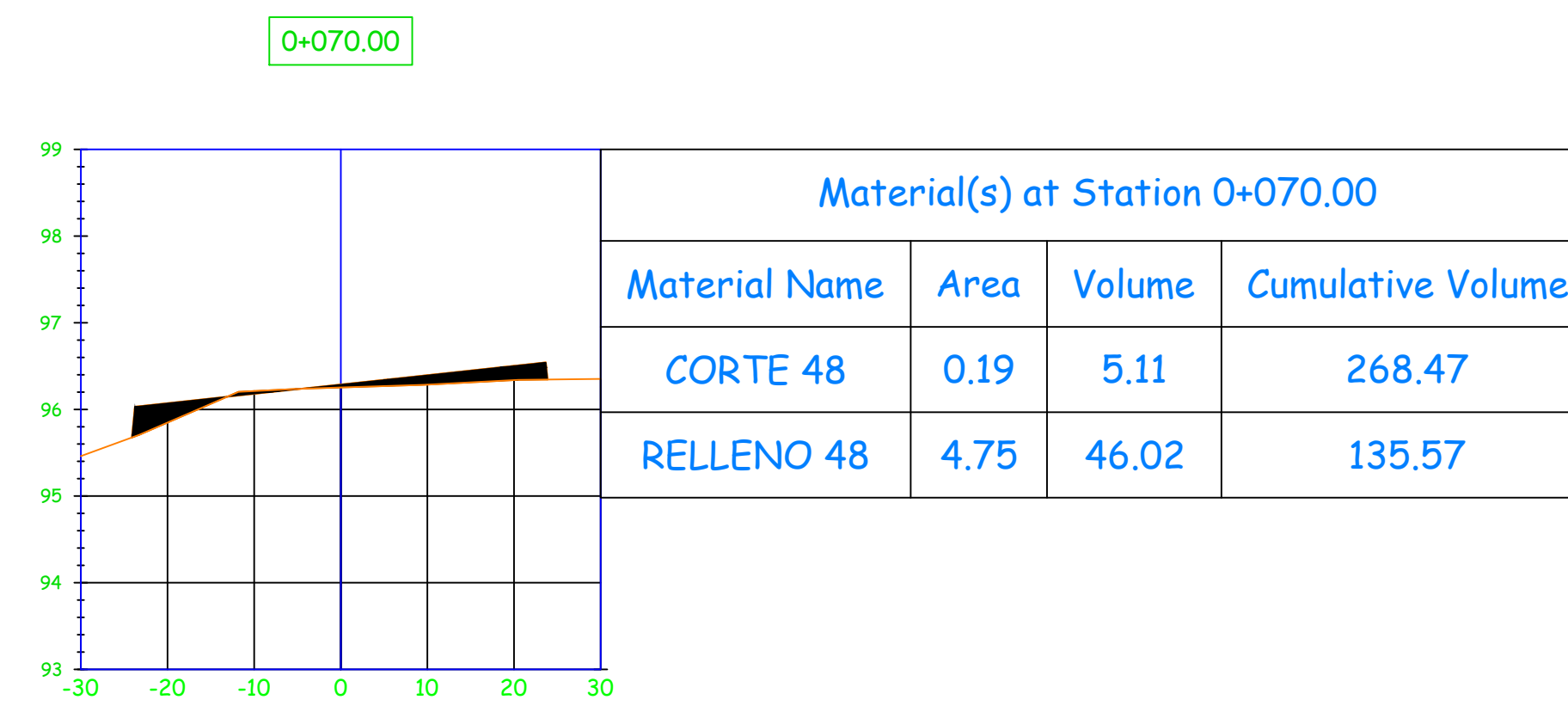
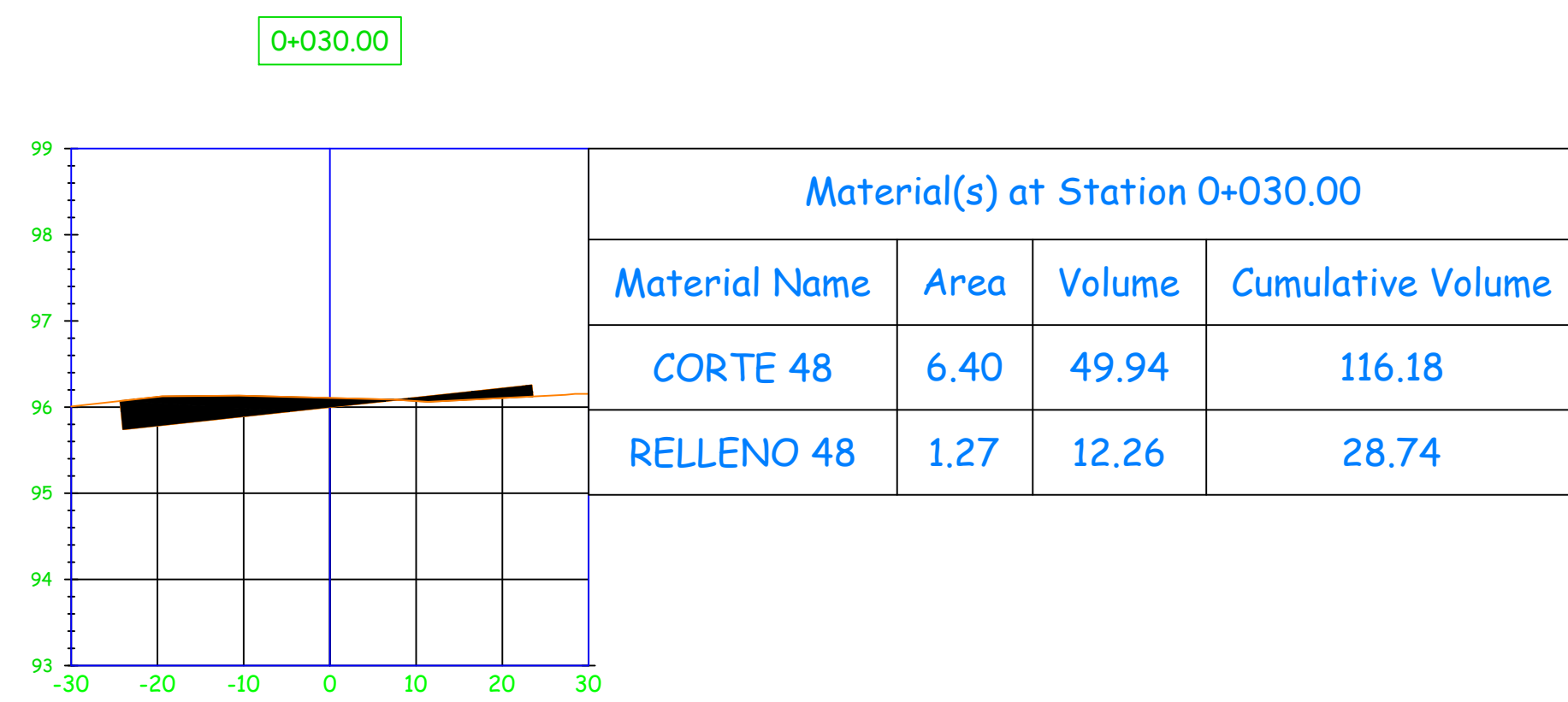
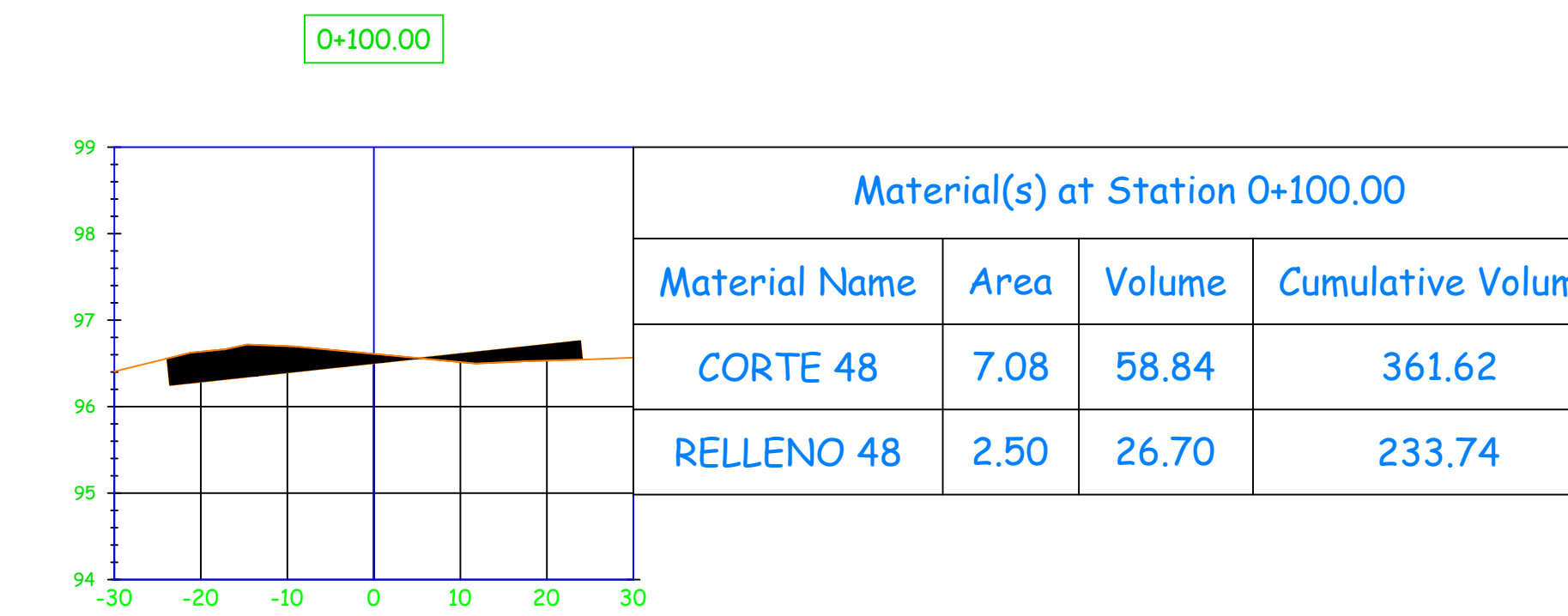
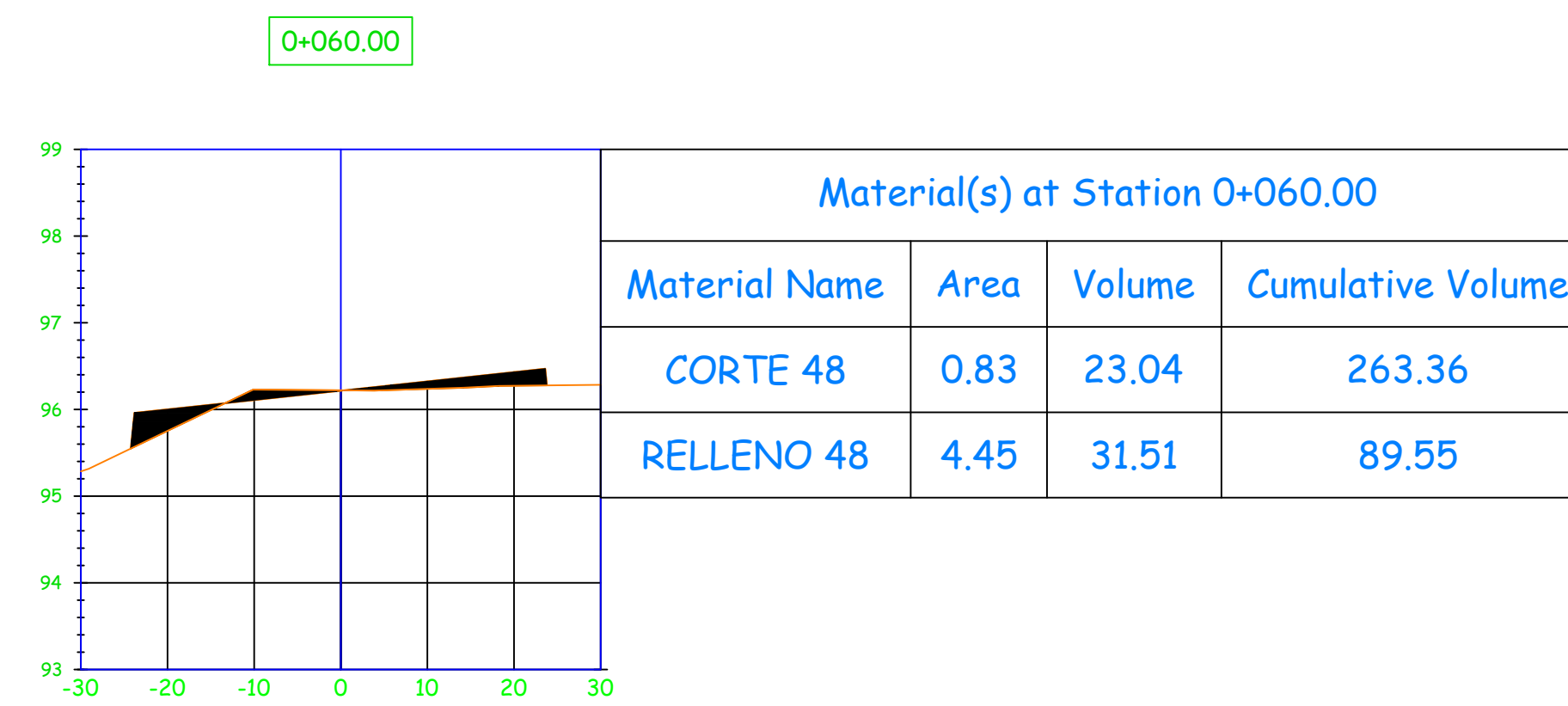
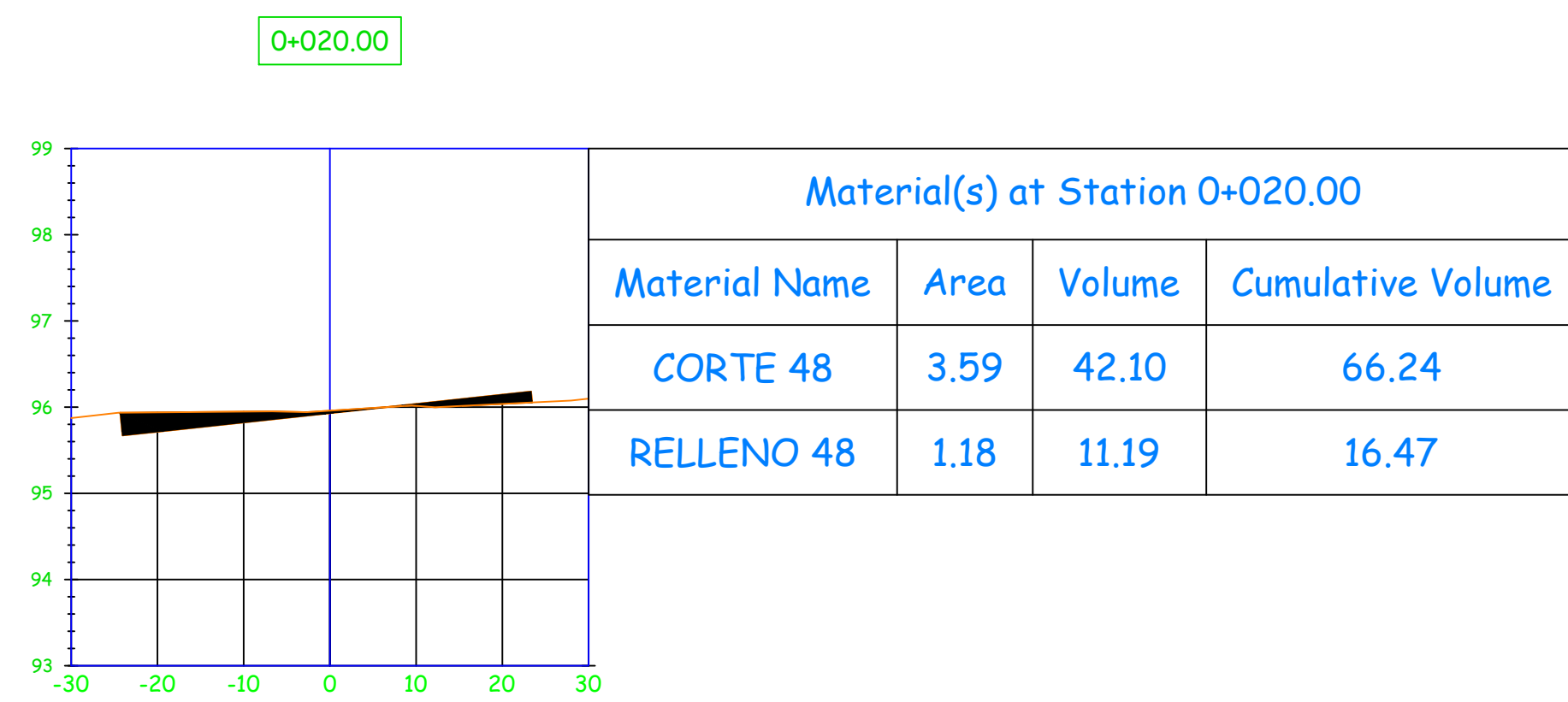
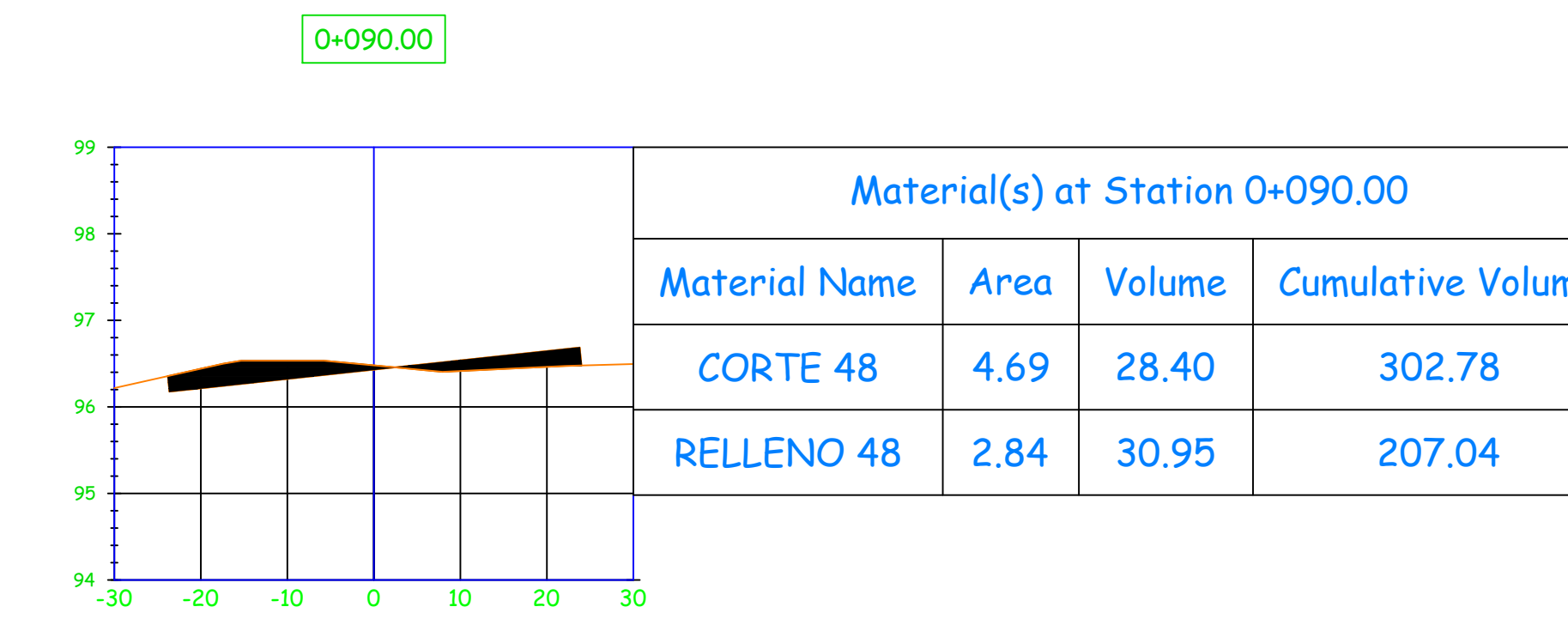
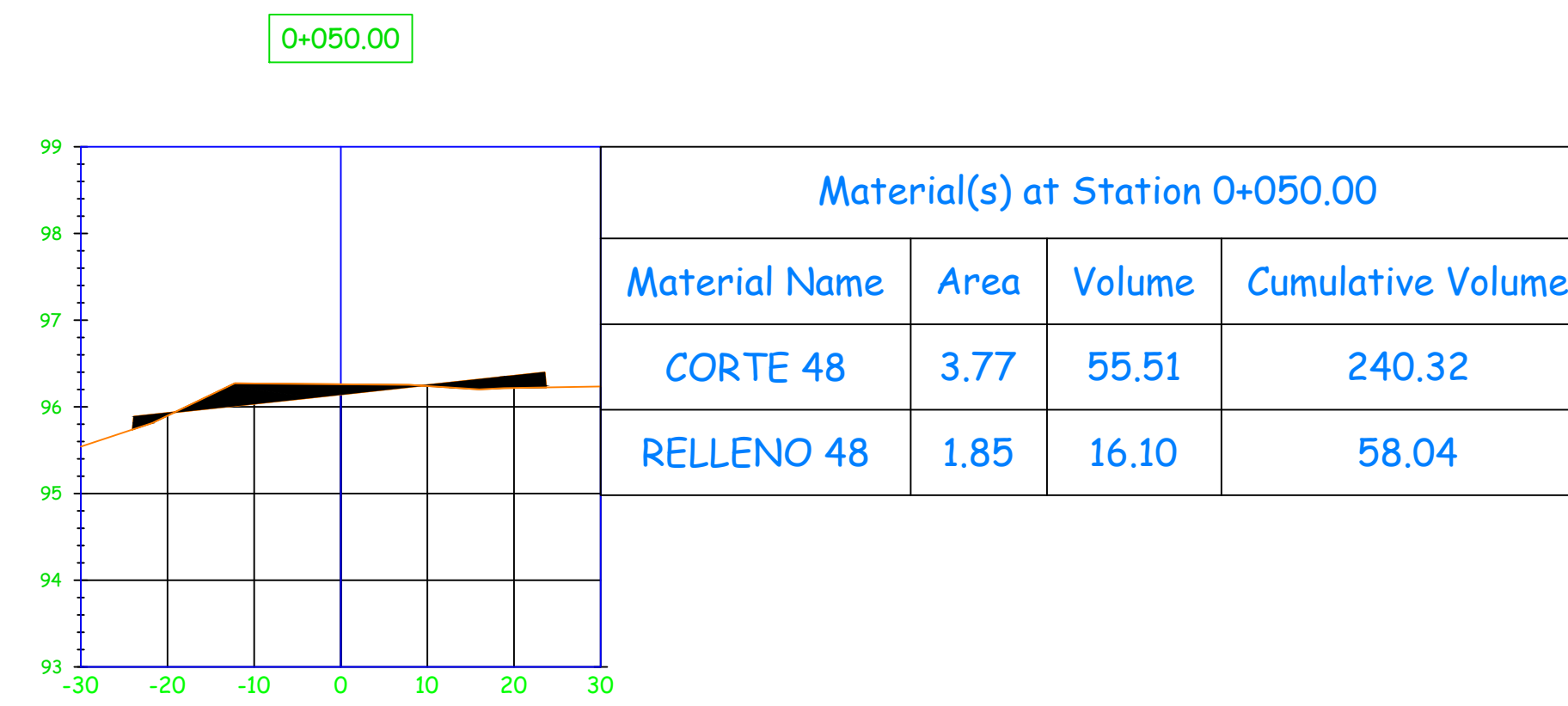
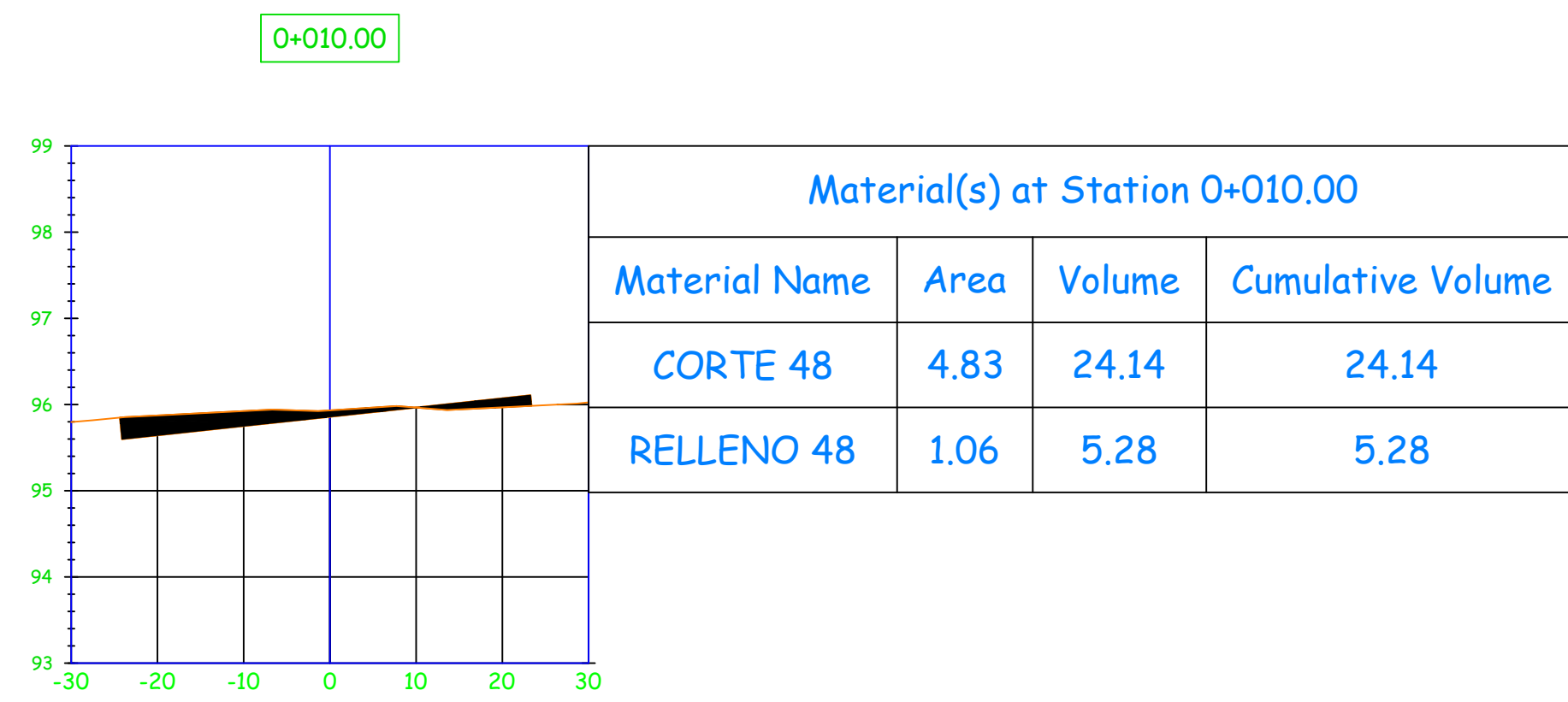
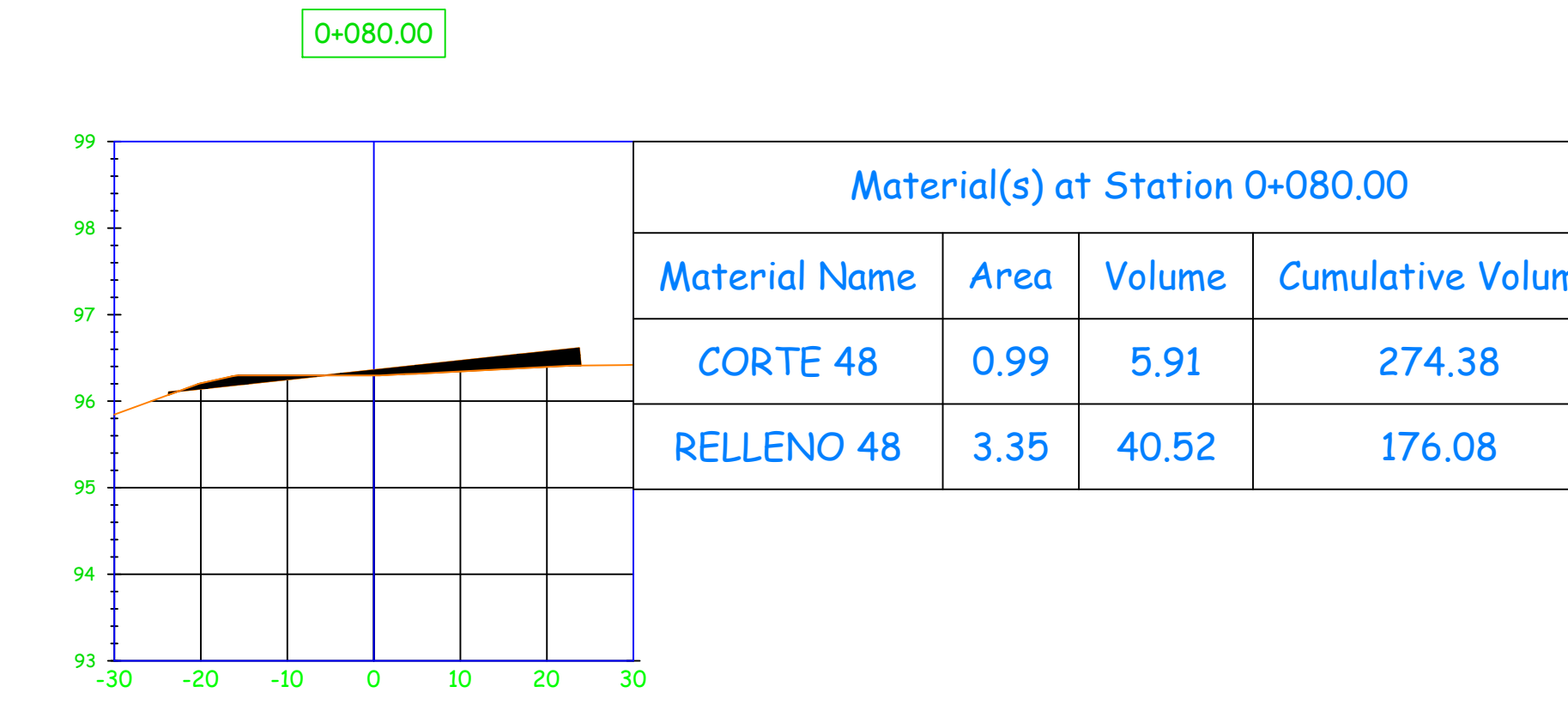
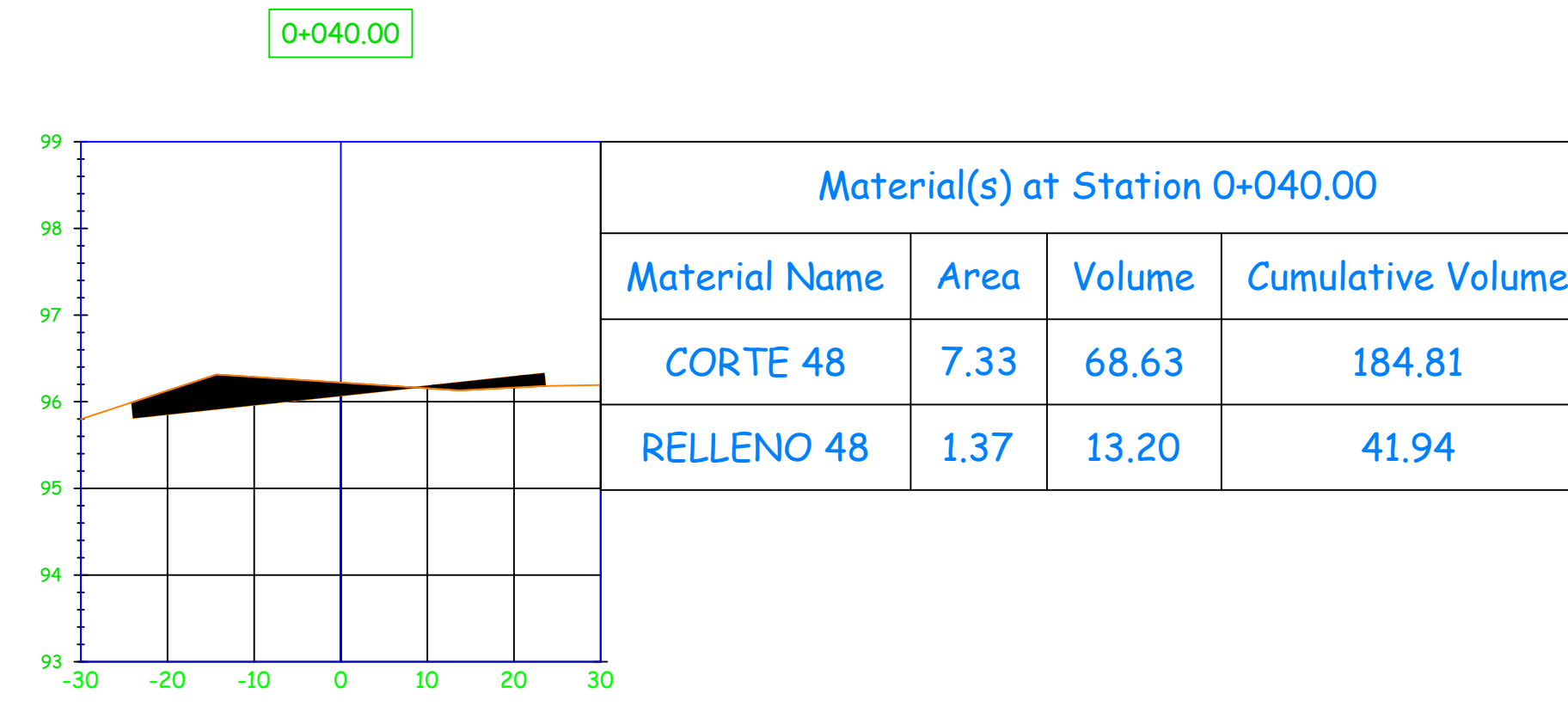
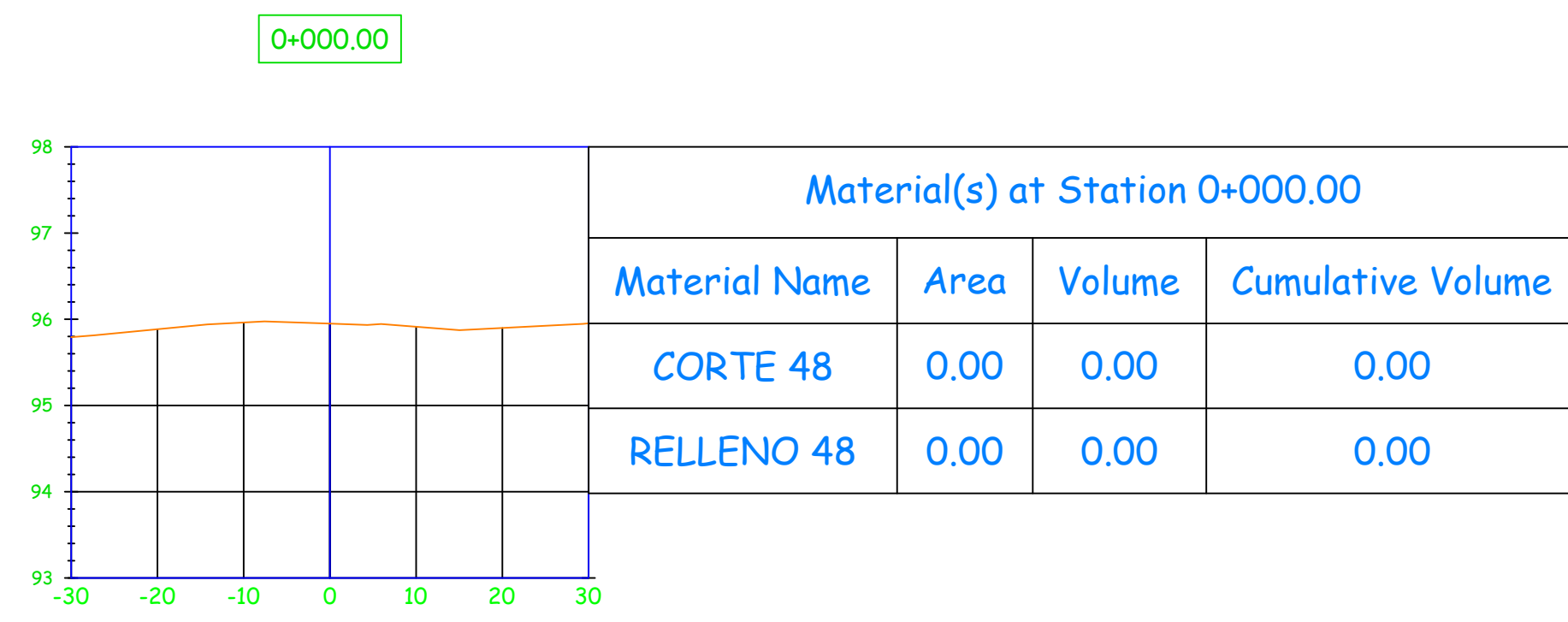




# TERRAZA VALVULA 47



# TERRAZA VALVULA 48





# TERRAZA VALVULA 49

