



**BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
PUEBLA.**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Colegio de Ingeniería Topográfica y Geodésica.

TESIS

**"Proyecto de Sitio para Estudios de Dragado en Canal de Acceso de la
Central Nucleoeléctrica Laguna Verde Veracruz"**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

PRESENTA:
LUIS ÁNGEL NAVA RÍOS

ASESOR:
Mtro. Máximo Ávila Cruz

Puebla, Pue.

Noviembre 2017

Índice

Introducción	4
---------------------------	---

Capítulo 1. La Electricidad

1.1 La Evolución de Electricidad en el Mundo	9
1.2 Inicios de la Electricidad	10
1.3 Etapas de Transformación	15
1.4 Generación de Energía Eléctrica	15
1.5 Termoeléctrica	16
1.6 Centrales de Vapor	17
1.7 Hidroeléctricas	18
1.8 Carboeléctrica	19
1.9 Geo termoeléctrica	20
1.10 Eolo eléctrica	22
1.11 Nucleoeléctrica	23
1.12 Fotovoltaica	25
1.13 Transformación Energética	25
1.14 Características de Laguna Verde	26

Capítulo 2. Trabajos Preliminares

2.1 Posicionamiento Geodésico	33
2.2 Segmento Espacial	34
2.3 Segmento Control	37
2.4 Consistencia Geométrica	38
2.5 Posicionamiento Diferencial	39
2.6 Procedimiento Estático	41
2.7 Procedimiento Cinemático	42

2.8 Cinemático RTK -----	44
2.9 Poligonales de Apoyo -----	48

Capítulo 3. Batimetría

3.1 Perfiles Batimétricos -----	50
3.2 Medición de Desplazamientos -----	54
3.3 Calibración -----	54

Capítulo 4. Trabajos de Gabinete

4.1 Procesamiento de Información -----	58
4.2 Obtención del Volumen de Azolve -----	59
4.3 Elaboración de Planos -----	63

Conclusiones -----	65
---------------------------	----

Bibliografía -----	66
---------------------------	----

Anexos

Introducción

Una de las principales razones por las que un país se desarrolla, son sus elementos sociales, que a su vez van de la mano con elementos del tipo político y económico, estas razones, con el tiempo se transforman en variables que actúan de acuerdo al modo en que el mismo país se va desarrollando, y así mismo van relacionando factores que resultan ser muy básicos y necesarios, tales como la infraestructura, los medios de comunicación y hasta las formas de pensar de las personas. Una de las cosas más importantes para poder ir desarrollando todo lo anterior, son los factores energéticos del mundo y de cada país. Estos factores que provienen de diferentes fuentes primarias hacen posible el funcionamiento de casi todas las cosas, esta vez quiero enfocarme en el factor energético de la energía. Al sonar redundante el termino, nos expresa por si solo la importancia de tenerlo y conocerlo.

Ya desde tiempos remotos se contaba con diferentes alternativas energéticas, desarrolladas por personas que pensaron y utilizaron su ingenio, es decir Ingenieros, se puede decir que esos recursos energéticos eran suficientes para la cantidad de seres humanos que habitaban en las diferentes regiones, pero actualmente, eso cambia, por eso tenemos que buscar día a día, recursos que nos permitan abastecer nuestras necesidades primarias y secundarias.

Ya es conocido por todos que gracias a la tecnología en que vivimos, nos es posible tener al alcance de nuestra mano casi todo lo que necesitamos, pero pensando de manera subjetiva, nos daremos cuenta de todo el gran proceso que tiene que pasar para tener a nuestro alcance, por ejemplo energía.

Y para empezar a clasificar de una manera adecuada las energías que se encuentran disponibles en nuestro país, nos vamos a centrar en la Energía Nuclear, en capítulos posteriores se explicara el funcionamiento específico de este tipo de Centrales, pero lo que podemos adelantar es que es de las formas más avanzadas tecnológicamente hablando para producir Energía Limpia, y se puede corroborar porque en el País Mexicano solo existe una en su tipo, y es la de Laguna Verde en el Estado de Veracruz.

De alguna manera el funcionamiento de la planta se basa en consumir grandes cantidades de materias primas, algunas de gran riesgo y otras no tanto, pero para tenerla en correcto funcionamiento se debe tener una logística perfecta de insumos, todos en tiempo y forma.

Justificación

Por esta sencilla e importante razón cabe la presencia del Ingeniero Topógrafo y Geodesta, ya que parte de nuestro trabajo es mapear los “camino acuáticos” para que ese tráfico mencionado pueda cumplir con su objetivo.

En este caso nuestro trabajo permite a otras disciplinas el trabajo conjunto para poder mantener en funcionamiento la Central Nucleoeléctrica.

Como ya se había mencionado, se escoge el tema de energía eléctrica, porque es un factor muy importante para el desarrollo de nuestro país, dentro del trabajo de las empresas gubernamentales (en este caso la Comisión Federal de Electricidad), así que el Ingeniero Topógrafo y

Geodesta desempeña un papel importante, ya que radica en nosotros el coadyuvar con nuestros conocimientos para la correcta determinación del trabajo.

Planteamiento del problema

Para generación y conservación de energía eléctrica, se deben de tomar en cuenta muchos aspectos técnicos y teóricos, que a la vez tienen gran contenido interdisciplinario, y con respecto a la Ingeniería Topográfica y Geodésica, tendremos que hacernos la siguiente pregunta:

¿Cómo realizamos un proyecto de sitio para estudios batimétricos en la modernización, ampliación o simplemente conservación de una Vialidad Marina?

Objetivo general

Explicar de la manera más clara posible, como se realiza un proyecto Batimétrico para delimitar áreas, y trazar rutas que sirvan para el buen funcionamiento de tráfico marino. A su vez desarrollar los cálculos que permitan determinar costos económicos durante el desarrollo del proyecto.

Objetivos específicos

Mostrar los elementos Topográficos y Geodésicos que intervienen en la realización del proyecto batimétrico, incluyendo los conceptos teóricos, y básicos a manera de repaso.

Considerar los preparativos previos del Levantamiento Hidrográfico y exponer los métodos utilizados.

Describir la manera en que son aplicadas diferentes técnicas Hidrográficas, en el desarrollo de un proyecto, ya sea en tierra y en agua.

Discernir entre las diferentes disciplinas que intervienen en el proyecto, así como identificar las tareas de cada especialidad ingenieril, apegándose a la normatividad vigente de cada entidad.

Hipótesis de trabajo

Para una correcta infraestructura hidrográfica y de energía, es necesario contar con planeación de proyectos en sitio, Topográficos, Geodésicos y Batimétricos.

Estrategia metodológica

Para el correcto desarrollo de la presente tesis, se propone la siguiente estrategia metodológica, la cual será también una guía para que el trabajo sea coherente y claro.

Lo primero que se hará es que se analizara la información que se tiene, para poder identificar las partes más importantes, y de estas comenzar con el cuerpo investigativo de la tesis, esto es porque se tiene mucha información, y hasta cierto punto puede sonar repetitiva.

Una vez seleccionada la información que será capaz de mostrar lo que se quiere, se ordenara, para ver que información hace falta, y complementarla.

Aunado a esto, se irán identificando conceptos básicos en lo referente a la Topografía y la Geodesia, así como sus temas complementarios.

Dentro de los temas principales de la tesis, se expondrá el ejemplo de la realización del proyecto batimétrico en la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde en el estado de Veracruz, incluyendo diagramas e imágenes que faciliten la comprensión a los usuarios nuevos de dicha información.

Capítulo 1.

1.1 Evolución de la electricidad en el mundo.

La electricidad es un descubrimiento bastante antiguo, ya en Grecia, cuna de nuestra civilización, eran, por más, conocidas las propiedades del ámbar amarillo, llamado "elektron". En el año 1600 el doctor William Gilbert, descubre que la atracción que ejercen el azufre, el vidrio y la resina sobre cuerpos metálicos es debida a una fuerza natural, a la que bautiza con el nombre de "electricidad", derivado del vocablo griego "elektron". Hacia mediados del siglo XVIII se estableció la distinción entre materiales aislantes y conductores. Los aislantes eran aquellos que Gilbert había considerado "eléctricos", en tanto que los conductores eran los "aneléctricos". Durante aquellos años, el científico francés Charles-Francois de Cisternay Du Fay fue el primero en distinguir claramente los dos tipos diferentes de carga eléctrica: positiva y negativa.

En 1800, Volta presentó la primera fuente electroquímica artificial de diferencia de potencial, cuyo principio básico consistió en que dos metales distintos, puestos en contacto por medio de un líquido acidulado, desarrollan electricidad. Sin saberlo, Volta inventaba lo que hoy conocemos como las pilas y baterías. A fines del año 1821, Michael Faraday descubre en Inglaterra el principio de toda la física del siglo XIX, el Campo electromagnético, basado en ese descubrimiento Faraday logró producir una máquina de circulación continua de corriente, lo que consistió en colocar un alambre en forma de espira, bajo el efecto de un campo electromagnético donde se induce corriente, a medida que la espira gira, el flujo magnético a través de ella cambia

con el tiempo, induciéndose una fuerza electromotriz, y si existe un circuito externo, circulará una corriente eléctrica a través de este.

Así, el investigador construyó el primer generador del mundo, abriéndose de par en par las puertas de la Era Eléctrica. De estos descubrimientos tomó nota el francés Andrés Ampere, quien trabajando la idea del magnetismo eléctrico logro inventar el electroimán y es precisamente en este momento que comienza la historia de la aplicación práctica de la electricidad. En 1881, Tomás Alva Edison presenta una lámpara eléctrica de cadencia verdaderamente práctica, que luego con algunas modificaciones va a llegar hasta nosotros como la actual ampollita eléctrica, con el invento de la lámpara eléctrica se genera la universalización de la electricidad. A fines del siglo XIX, otro científicos entregaron más antecedentes sobre la electricidad y mostraron al mundo sus inventos, que hoy en día usamos con mucha normalidad.

1.2 Inicios de la electricidad en México.

La generación de energía eléctrica inició en México a fines del siglo XIX. La primera planta generadora que se instaló en el país (1879) estuvo en León, Guanajuato, y era utilizada por la fábrica textil “La Americana”. Casi inmediatamente se extendió esta forma de generar electricidad dentro de la producción minera y, marginalmente, para la iluminación residencial y pública.

En 1889 operaba la primera planta hidroeléctrica en Batopilas (Chihuahua) y extendió sus redes de distribución hacia mercados urbanos y comerciales donde la población era de mayor capacidad

económica. No obstante, durante el régimen de Porfirio Díaz se otorgó al sector eléctrico el carácter de servicio público, colocándose las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, cien más en la Alameda Central y comenzó la iluminación de la entonces calle de Reforma y de algunas otras vías de la Ciudad de México.

Algunas compañías internacionales con gran capacidad vinieron a crear filiales, como The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense, en el centro del país; el consorcio The American and Foreign Power Company, con tres sistemas interconectados en el norte de México, y la Compañía Eléctrica de Chapala, en el occidente.

A inicios del siglo XX México contaba con una capacidad de 31 MW, propiedad de empresas privadas. Para 1910 eran 50 MW, de los cuales 80% los generaba The Mexican Light and Power Company, con el primer gran proyecto hidroeléctrico: la planta Necaxa, en Puebla. Las tres compañías eléctricas tenían las concesiones e instalaciones de la mayor parte de las pequeñas plantas que sólo funcionaban en sus regiones. En ese período se dio el primer esfuerzo para ordenar la industria eléctrica con la creación de la Comisión Nacional para el Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, conocida posteriormente como Comisión Nacional de Fuerza Motriz. Fue el 2 de diciembre de 1933 cuando se decretó que la generación y distribución de electricidad son actividades de utilidad pública.

En 1937 México tenía 18.3 millones de habitantes, de los cuales únicamente siete millones contaban con electricidad, proporcionada con serias dificultades por tres empresas privadas. En ese momento las interrupciones de luz eran constantes y las tarifas muy elevadas, debido a que esas empresas se enfocaban a los mercados urbanos más

redituables, sin contemplar a las poblaciones rurales, donde habitaba más de 62% de la población. La capacidad instalada de generación eléctrica en el país era de 629.0 MW.

Para dar respuesta a esa situación que no permitía el desarrollo del país, el gobierno federal creó, el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales. (Ley promulgada en la Ciudad de Mérida, Yucatán el 14 de agosto de 1937 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1937).

La CFE comenzó a construir plantas generadoras y ampliar las redes de transmisión y distribución, beneficiando a más mexicanos al posibilitar el bombeo de agua de riego y la molienda, así como mayor alumbrado público y electrificación de comunidades. Los primeros proyectos de generación de energía eléctrica de CFE se realizaron en Teloloapan (Guerrero), Pátzcuaro (Michoacán), Suchiate y Xía (Oaxaca), y Ures y Altar (Sonora). El primer gran proyecto hidroeléctrico se inició en 1938 con la construcción de los canales, caminos y carreteras de lo que después se convirtió en el Sistema Hidroeléctrico Ixtapantongo, en el Estado de México, que posteriormente fue nombrado Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán.

En 1938 CFE tenía apenas una capacidad de 64 kW, misma que, en ocho años, aumentó hasta alcanzar 45,594 kW. Entonces, las compañías privadas dejaron de invertir y CFE se vio obligada a generar

energía para que éstas la distribuyeran en sus redes, mediante la reventa. Hacia 1960 la CFE aportaba ya el 54% de los 2,308 MW de capacidad instalada, la empresa Mexican Light el 25%, la American and Foreign el 12%, y el resto de las compañías 9%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de generación y electrificación, para esas fechas apenas 44% de la población contaba con electricidad. Por eso el presidente Adolfo López Mateos decidió nacionalizar la industria eléctrica, el 27 de septiembre de 1960.

A partir de entonces se comenzó a integrar el Sistema Eléctrico Nacional, extendiendo la cobertura del suministro y acelerando la industrialización. El Estado mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías privadas, las cuales operaban con serias deficiencias por la falta de inversión y los problemas laborales. Para 1961 la capacidad total instalada en el país ascendía a 3,250 MW. CFE vendía 25% de la energía que producía y su participación en la propiedad de centrales generadoras de electricidad pasó de cero a 54%. En esa década la inversión pública se destinó en más de 50% a obras de infraestructura. Se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los de Infiernillo y Temascal, y se instalaron otras plantas generadoras alcanzando, en 1971, una capacidad instalada de 7,874 MW. Al finalizar esa década se superó el reto de sostener el ritmo de crecimiento al instalarse, entre 1970 y 1980, centrales generadoras que dieron una capacidad instalada de 17,360 MW.

Cabe mencionar que en los inicios de la industria eléctrica mexicana operaban varios sistemas aislados, con características técnicas diferentes, llegando a coexistir casi 30 voltajes de distribución, siete

de alta tensión para líneas de transmisión y dos frecuencias eléctricas de 50 y 60 Hertz. Esta situación dificultaba el suministro de electricidad, por lo que CFE definió y unificó los criterios técnicos y económicos del Sistema Eléctrico Nacional, normalizando los voltajes de operación, con la finalidad de estandarizar los equipos, reducir sus costos y los tiempos de fabricación, almacenaje e inventariado. Posteriormente se unificaron las frecuencias a 60 Hertz y CFE integró los sistemas de transmisión en el Sistema Interconectado Nacional.

En los años 80 el crecimiento de la infraestructura eléctrica fue menor que en la década anterior, principalmente por la disminución en la asignación de recursos a la CFE. No obstante, en 1991 la capacidad instalada ascendió a 26,797 MW.

A inicios del año 2000 se tenía ya una capacidad instalada de generación de 35,385 MW, cobertura del servicio eléctrico del 94.70% a nivel nacional, una red de transmisión y distribución de 614,653 km, lo que equivale a más de 15 vueltas completas a la Tierra y más de 18.6 millones de usuarios, incorporando casi un millón cada año. A partir octubre de 2009, CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país. El servicio al cliente es prioridad para la empresa, por lo que se utiliza la tecnología para ser más eficiente, y se continúa la expansión del servicio, aprovechando las mejores tecnologías para brindar el servicio aún en zonas remotas y comunidades dispersas. CFE es reconocida como una de las mayores empresas eléctricas

del mundo, y aún mantiene integrados todos los procesos del servicio eléctrico.

1.3 Etapas de transformación

Para familiarizar al lector con el tema es necesario explicar en forma breve las transformaciones que sufre la energía eléctrica, desde su generación hasta el momento en que ésta es consumida en nuestros hogares y las industrias.

1.4 Generación de la energía eléctrica.

La electricidad que nosotros consumimos, y que se transporta a través de una red de cables conocidos también como conductores, se produce básicamente, al exponer paneles solares ó fotovoltaicos, a la radiación solar y al transformar la energía mecánica en energía eléctrica, para ello se utilizan turbinas y generadores que son enormes engranajes que rotan sobre sí mismos una y otra vez impulsados por una energía externa.

Actualmente en México, existen siete tipos de centrales generadoras de electricidad: Termoeléctricas, Hidroeléctricas, Carboeléctrica, Geotermoeléctrica, Eoloeléctrica, Nucleoeléctrica y Fotovoltaica.

1.5 Termoeléctrica

En el proceso termoeléctrico existe una clasificación de tipos de generación, según la tecnología utilizada para hacer girar los generadores eléctricos:

- Vapor

Con vapor de agua se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.

- Turbogas

Con los gases de combustión se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.

- Combustión Interna

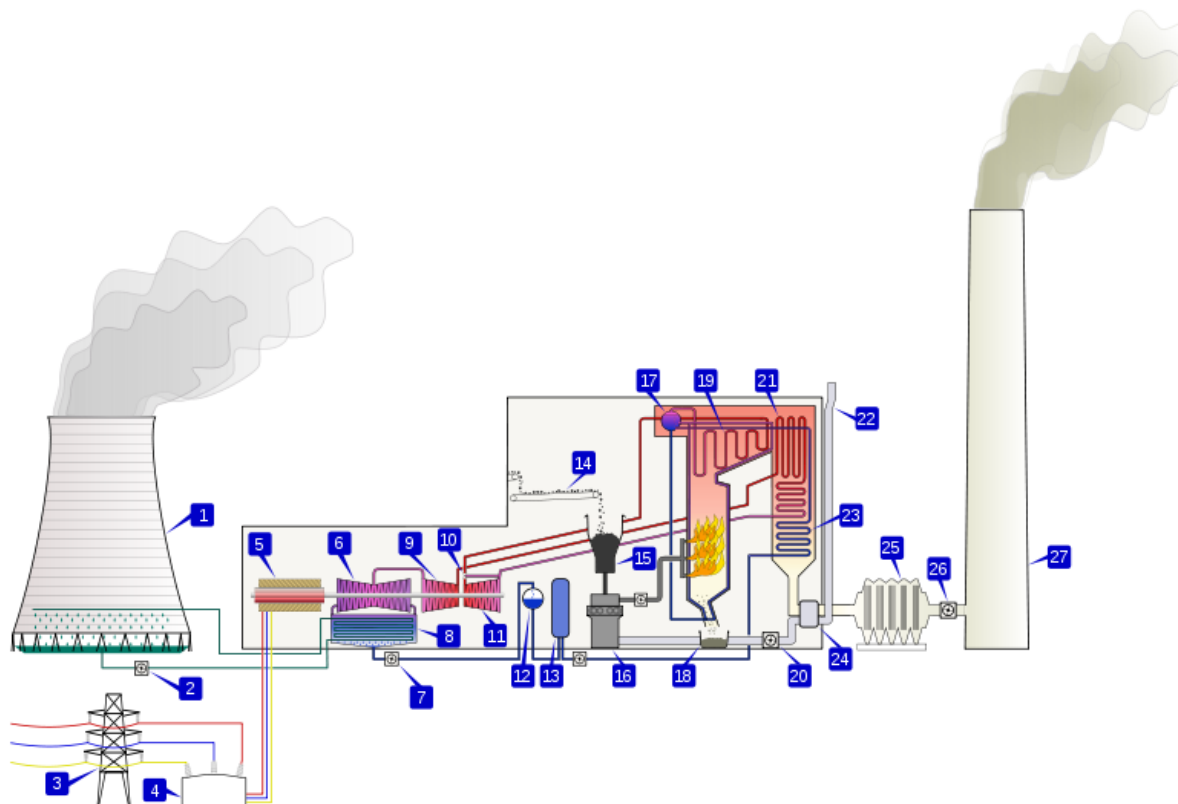
Con un motor de combustión interna se produce el movimiento del generador eléctrico.

- Ciclo Combinado

Combinación de las tecnologías de turbogas y vapor. Constan de una o más unidades turbogas y una de vapor, cada turbina acoplada a su respectivo generador eléctrico.

Otra clasificación de las centrales termoeléctricas corresponde al combustible primario para la producción de vapor:

- Vapor (combustóleo, gas natural y diesel)
- Carboeléctrica (carbón)
- Dual (combustóleo y carbón o combustóleo y gas)
- Geotermoeléctrica (vapor extraído del subsuelo)
- Nucleoeléctrica (uranio enriquecido)



1. Torre de refrigeración	10. Válvula de control de gases	19. Supercalentador
2. Bomba hidráulica	11. Turbina de vapor de alta presión	20. Ventilador de tiro forzado
3. Línea de transmisión (trifásica)	12. Desgasificador	21. Recalentador
4. Transformador (trifásico)	13. Calentador	22. Toma de aire de combustión
5. Generador eléctrico (trifásico)	14. Cinta transportadora de carbón	23. Economizador
6. Turbina de vapor de baja presión	15. Tolva de carbón	24. Precalentador de aire
7. Bomba de condensación	16. Pulverizador de carbón	25. Precipitador electrostático
8. Condensador de superficie	17. Tambor de vapor	26. Ventilador de tiro inducido
9. Turbina de media presión	18. Tolva de cenizas	27. Chimenea de emisiones

Fig. 1.1 Esquemática de una Central Termoeléctrica

1.6 Centrales termoeléctricas tipo vapor

Estas centrales utilizan el poder calorífico de combustibles derivados del petróleo (combustóleo, diesel y gas natural), para calentar agua y producir vapor con temperaturas del orden de los 520°C y presiones

entre 120 y 170 kg/cm², para impulsar las turbinas que giran a 3600 r.p.m. (revoluciones por minuto).

1.7 Hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas utilizan la energía potencial del agua como fuente primaria para generar electricidad. Estas plantas se localizan en sitios en donde existe una diferencia de altura entre la central eléctrica y el suministro de agua. De esta forma, la energía potencial del agua se convierte en energía cinética que es utilizada para impulsar el rodete de la turbina y hacerla girar para producir energía mecánica. Acoplado a la flecha de la turbina se encuentra el generador, que finalmente convierte la energía mecánica en eléctrica. Una característica importante es la imposibilidad de su estandarización, debido a la heterogeneidad de los lugares en donde se dispone de aprovechamiento hidráulico, dando lugar a una gran variedad de diseños, métodos constructivos, tamaños y costos de inversión.

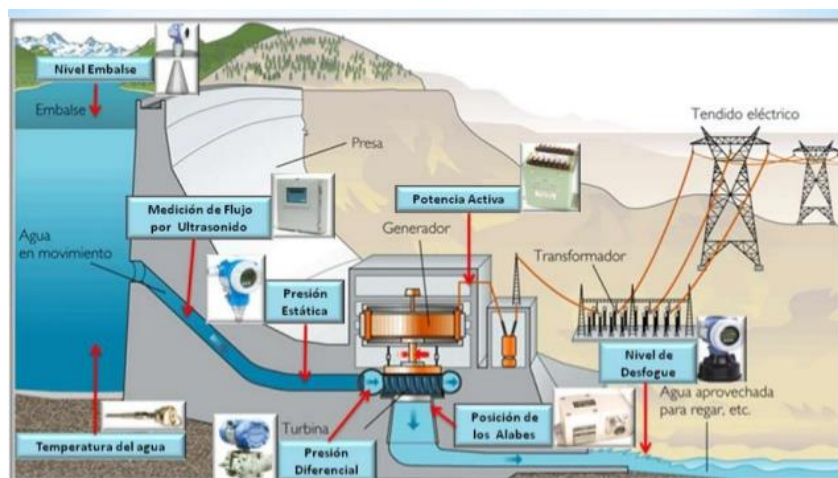


Fig. 1.2 Funcionamiento de una Central Hidroeléctrica

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar de acuerdo con dos diferentes criterios fundamentales:

1. Por su tipo de embalse.
2. Por la altura de la caída del agua.

1.8 Carboeléctrica

Descripción del proceso

En cuanto a su concepción básica, las Carboeléctrica son básicamente las mismas que las plantas termoeléctricas de vapor, el único cambio importante es que son alimentadas por carbón, y las cenizas residuales requieren maniobras especiales y amplios espacios para el manejo y confinamiento.

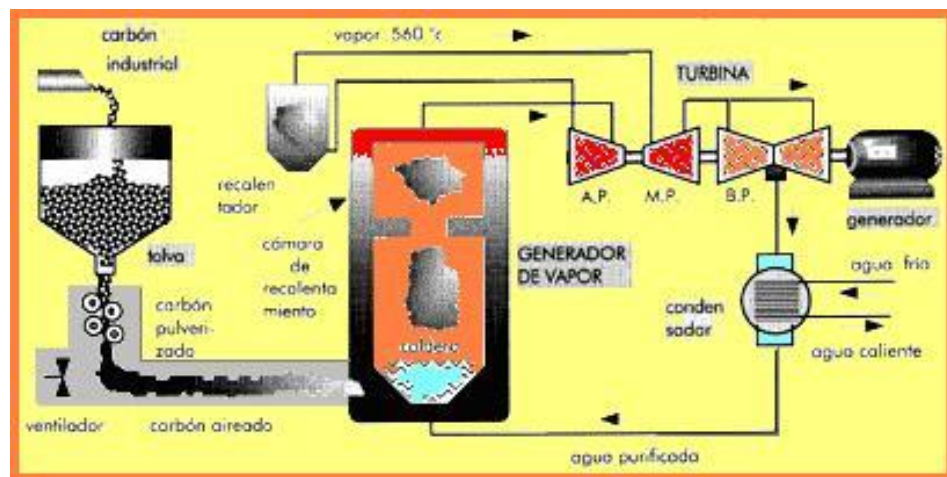


Fig. 1.3 Esquema de Central Carboeléctrica

1.9 Geo termoeléctrica

La energía geotérmica utiliza el agua y el calor interno de la tierra; por lo que se reunieron en ciertos lugares subterráneos conocidos como capas geotérmicas. La energía geotérmica, como su nombre lo dice, el calor interno procedente de la esencia misma del planeta, desplazando hacia arriba en el propio magma que fluye a través de las fisuras existentes en las rocas sólidas y semisólidas en el interior de la Tierra, alcanzando cerca de los niveles de la superficie, donde existen condiciones geológicas favorables para su recolección. Este tipo de capa es ligada al fenómeno volcánico, a causa de la profundidad y de movimientos pasando continuamente entre los límites de las placas litosféricas en las que la porción sólida más externa de la Tierra se divide. Una capa típica de la energía geotérmica se compone de una fuente de calor, un acuífero y la llamada capa sello. El calor interno que da origen a este tipo de energía, suele ser una fuente de cámara magmática en proceso de enfriamiento. El acuífero es cualquier formación litológica permeable suficiente para alojar agua meteórica asomando desde la superficie o desde otros acuíferos. La capa sello es otra formación, o parte de ella, con menor permeabilidad, su función es impedir que el total de los fluidos geotérmicos se dispersan en la superficie.

Por medio de pozos específicamente perforados, las aguas subterráneas, que poseen una gran cantidad de energía térmica almacenada, se extraen a la superficie transformándose en vapor, que se utiliza para generar energía eléctrica. Este tipo de planta opera con los mismos principios que los de una

termoeléctrica como vapor, con excepción de la producción de vapor, que en este caso se extrae del subsuelo. El vapor de agua obtenido de la mezcla se envía a un separador; el secado de vapor va a la turbina de energía cinética que se transforma en energía mecánica y esta a su vez, en electricidad en el generador.

Por mencionar algunas tenemos a la Geotérmica de Cerro Prieto, e el estado de Baja California, muy cerca de Mexicali y La Geotérmica Los Humeros, acá en el estado de Puebla, en los límites de Veracruz, cerca de Perote.

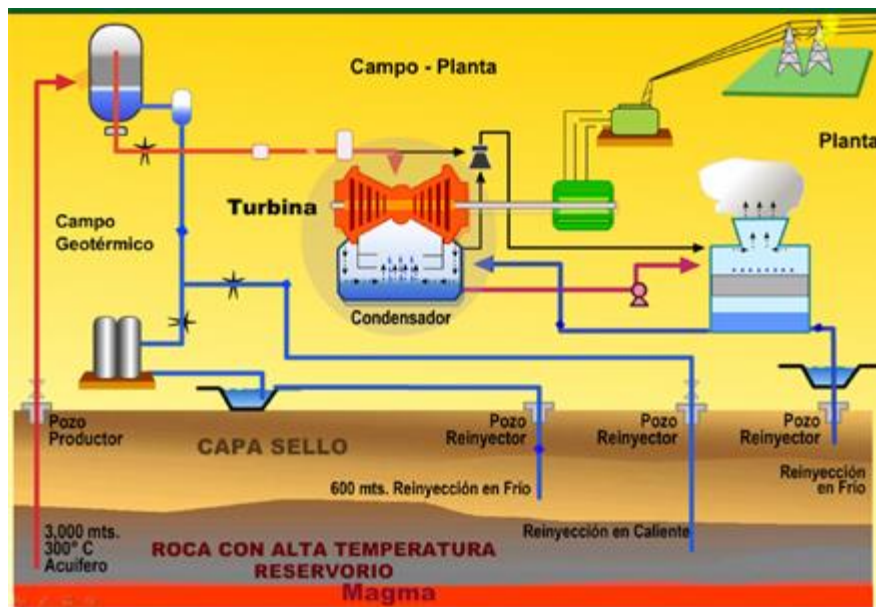


Fig. 1.4 Generación Eléctrica en Geotermia

1.10 Eoloeléctrica

Este tipo de central convierte la energía del viento en electricidad mediante una Aero turbina que hace girar un generador. Es decir, aprovecha un flujo dinámico de duración cambiante y con desplazamiento horizontal, de donde resulta que la cantidad de energía obtenida es proporcional al cubo de la velocidad del viento. Los aerogeneradores aprovechan la velocidad de los vientos comprendidos entre 5 y 20 metros por segundo. Con velocidades inferiores a 5 metros por segundo, el aerogenerador no funciona y por encima del límite superior debe pararse, para evitar daños a los equipos. Además de la geotermia y la energía obtenida por gracias a la radiación del sol, la única fuente de energía alterna susceptible de desarrollarse en zonas de corrientes de viento a precios competitivos en gran escala, es la energía eólica. La Central de La Venta se localiza en el sitio del mismo nombre, a unos 30 kilómetros al noreste de Juchitán, Oaxaca. Fue la primera planta eólica integrada a la red en América Latina. Con una capacidad instalada de 84.875 megavatios, consta de 105 aerogeneradores, ya que a partir de enero de 2007 entraron en operación comercial 98 nuevas unidades generadoras. Central eólica de Guerrero Negro, Baja California Sur Se ubica en las afueras de Guerrero Negro, Baja California Sur, dentro de la Zona de Reserva de la Biósfera de El Vizcaíno. Tiene una capacidad de 0.600 megavatios y se integra por un solo aerogenerador.

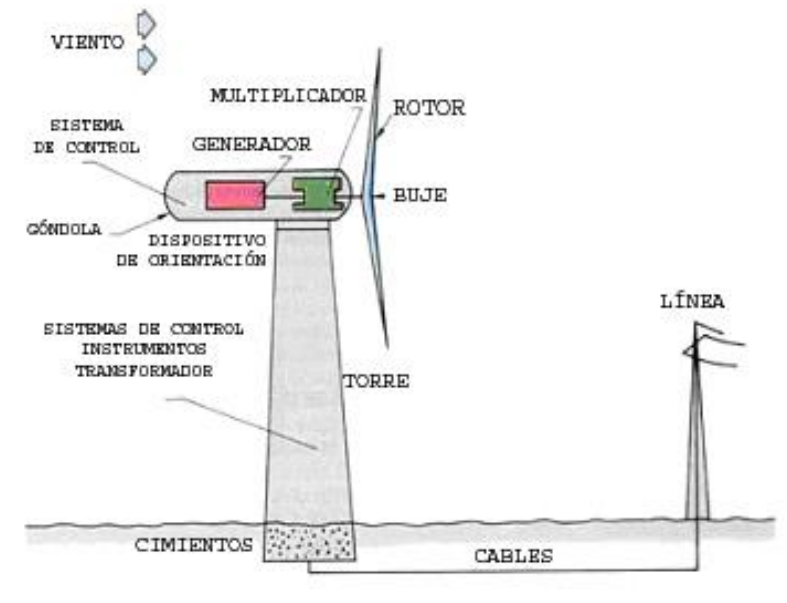


Fig. 1.5 Generación Eólica

1.11 Nucleoeléctrica

Toda la materia del universo está formada por moléculas que a su vez están constituidas por átomos, los cuales están formados por partículas aún más pequeñas. Un átomo contiene protones, neutrones y electrones, los átomos se pueden imaginar cómo sistemas solares en miniatura, en su centro se encuentran los protones y los neutrones firmemente unidos formando el núcleo atómico. Alrededor de este núcleo, como si fuesen pequeños planetas girando alrededor del sol, se encuentran los electrones.

El Átomo. El protón y el neutrón tienen prácticamente la misma masa, se diferencian porque el primero posee una carga eléctrica positiva (+)

mientras que el segundo carece de carga. La masa del núcleo del átomo es la suma de las masas de sus componentes, es decir, es la suma de las masas de sus protones y neutrones, la carga eléctrica total del núcleo es positiva. El electrón es 1 840 veces más ligero que el protón y posee una carga eléctrica negativa. El núcleo del átomo contiene un número atómico, es un número entero conformado por el número de protones y es igual al número de electrones, razón por la cual sus cargas eléctricas se encuentran balanceadas. Los átomos son diferentes, cuando se agrupan forman sustancias distintas conocidas como elementos. Cada elemento está formado por átomos con el mismo número atómico, sin embargo pueden tener diferente número de masa. Los átomos de un mismo elemento se llaman isótopos y se diferencian entre sí por el número de masa. El elemento uranio, cuyo número atómico es 92, tiene fundamentalmente dos isótopos con número de masa 235 y 238 respectivamente. El uranio puede ser manipulado, es posible bombardear el núcleo de un átomo con neutrones, lo cual altera su estructura y puede dividirlo en dos núcleos pequeños. La división del núcleo emite radiación, genera energía térmica y libera dos o tres neutrones, es el proceso llamado fisión. Los neutrones producidos por la fisión, impactan otros núcleos del mismo isótopo generando una reacción en cadena, lo cual libera grandes cantidades de energía. El control de la reacción en cadena se realiza utilizando otros elementos como boro y cadmio para capturar los neutrones libres. La energía nuclear utiliza la energía en forma de calor obtenida por la reacción en cadena de la fisión, para generar electricidad.

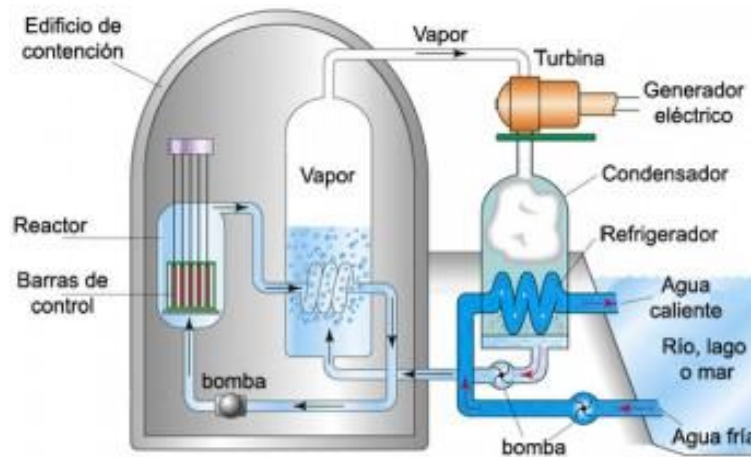


Fig. 1.6 Central Nucleoeléctrica

1.12 Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es un tipo de electricidad renovable¹ obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato llamado célula solar de película fina.

1.13 Transformación de la energía eléctrica.

Uno de los grandes problemas que presenta la energía eléctrica es que no se puede almacenar, sino que debe ser transmitida al mismo tiempo que se genera, cabe destacar que la transmisión debe hacerse en tensiones muy altas, esto debido a un problema de costos, eficiencia de transmisión y distancia desde los puntos de generación a los puntos de consumo, esto se debe a que se requiere cubrir necesidades de

potencia de consumo y si se transmitiera en tensiones menores se requeriría de múltiples líneas de transmisión que elevaría los costos de construcción y mantención de éstas, por otro lado, la tensión de generación por lo general alcanza unos 13.8 kV, que corresponde a una tensión considerada baja para ser transmitida, es por esto, que en la misma planta de generación se deberá instalar una estación transformadora para elevar la tensión a valores convenidos.

Estas subestaciones transformadoras cuentan con todo el equipamiento necesario, tanto de monitoreo como de protección de las instalaciones, y lo más importante un transformador de poder para elevar el voltaje y entregarlo a la línea de transmisión.

El acoplamiento de las líneas de transporte de energía desde el punto de generación a los sistemas interconectados o troncales se podrá hacer en forma directa, método conocido como Tap - Off, o en su defecto a través de una subestación eléctrica de maniobra, esta última alternativa es la más adecuada debido a que se asegura un acoplamiento sincronizado de frecuencia de fases, y por otro lado estas subestaciones de maniobra también sirven de enlace para aquellas empresas de distribución que demanden de energía en este modo o servir de arranque de una nueva línea de transmisión.

1.14 Características de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde.

La Central Nuclear de Laguna Verde es la única central nuclear de generación eléctrica existente en México. Se encuentra en el municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, ubicado en el Estado de Veracruz. Cuenta con una capacidad de 1634 MW instalada en dos unidades

generadoras de 817 MW eléctricos cada una. Está certificada por el organismo regulador nuclear de México, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. La Secretaría de Energía otorgó las licencias para operación comercial a la unidad 1 el 29 de julio de 1990 y a la unidad 2 el 10 de abril de 1995. La central es propiedad de la Comisión Federal de Electricidad.



Fig. 1.7 Esquema de Localización del Municipio Alto Lucero.

La central nuclear se encuentra ubicada sobre la costa del Golfo de México en el km 42.5 de la carretera federal Cardel-Nautla, en la localidad de Punta Limón municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, estado de Veracruz. Cuenta con un superficie de 370 hectáreas; geográficamente situada a 60.8 km al noreste de la ciudad de Xalapa, 72 km al noroeste de la Ciudad de Veracruz y a 272 km al noreste de la

Ciudad de México. El centro urbano más cercano a la Central, vía terrestre, es Palma Sola, Veracruz

La Central Nuclear Laguna Verde del gobierno federal de México es administrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), a través de la Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas. Además está sujeta a la supervisión de organismos tanto nacionales como internacionales, que tienen como objetivo asegurar que la central sea operada de forma segura, cumpliendo con las regulaciones nucleares nacionales e internacionales.

Resumen de Características generales

Datos de Ubicación

País México

Ciudad: Alto Lucero de Gutiérrez Barrios

Estado: Veracruz

Coordenadas Geográficas: 19°43'15"N; 96°24'23"O

Reactores

Fabricante: General Electric

Tipo: BWR-5

Reactores activos: 2 (próximamente 4)

Potencia

Capacidad: 1620 MW (2 x 810 MW)

Potencia anual generada: 4.782 TWh x2

Estado: Operativa



Fig. 1.8 Panorama Central Nucleoeléctrica Laguna Verde

La construcción de la unidad 1 comenzó en octubre de 1976, inició su operación comercial en 1990. En el caso de la unidad 2, su construcción empezó en 1977 y se integró a la red de potencia eléctrica en 1995. Desde que la planta entró en operación se han dado protestas por parte de varios grupos civiles, principalmente por aquel denominado Madres veracruzanas. Dichos grupos sostienen que Laguna Verde representa un impacto negativo en el medio ambiente y que opera con medidas inadecuadas de seguridad, por lo que constituiría un peligro potencial para los asentamientos humanos más cercanos a la central. Por su parte, la CFE ha negado sistemáticamente aquel tipo de declaraciones, y siempre ha afirmado que la nucleoeléctrica no representa ningún riesgo para el ambiente ni para la población ya que opera dentro de los lineamientos del Organismo Internacional de Energía Atómica, (OIEA) y la Asociación Mundial de Operadores Nucleares, (WANO). En febrero de 2007 la CFE anunció que planea el aumento de la capacidad instalada de la central en un 20 %. La licitación internacional para

efectuar dicho aumento de potencia fue ganada por la empresa española Iberdrola. El contrato de OIEA con dicha empresa asciende a 605.04 millones de dólares estadounidenses.

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, fue acreedora al Premio Nacional a la Calidad 2007 (México 2007) por ser la mejor empresa en el ramo de energía y cumplir con todos los requerimientos para operar con calidad de manera segura y confiable. En noviembre de 2009, la Fundación Iberoamericana para la Calidad le otorga el Premio Oro Iberoamericano a la Calidad en la ciudad de Estoril, Portugal, en la Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno. La Central Laguna Verde, ha sido reconocida nacional e internacionalmente por la excelencia en la gestión, en congruencia a la ejecución de su estrategia y de sus sistemas organizacionales de clase mundial, siendo referencia para otras centrales de generación en México y el mundo.

Otros reconocimientos importantes son Industria Limpia y Excelencia Ambiental, otorgado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y el Reconocimiento de Empresa Socialmente Responsable promovido por el Centro Mexicano para la Filantropía.

La central Nucleoeléctrica de Laguna Verde cuenta con dos reactores de agua hirviente (o en ebullición) General Electric (BWR-5), que utilizan Uranio 235 enriquecido al 3 o 4 %. La fisión se crea a partir del uso de neutrones que chocan con los átomos de uranio o plutonio. Al llevarse a cabo la reacción, denominada reacción en cadena, se libera energía en forma de calor, esta energía calienta el agua dentro del reactor y provoca que se convierta en vapor. Este a su vez fluye a través de tuberías y conductos hasta llegar a las turbinas, las cuales se mueven

y transfieren el movimiento al generador que se encarga de producir electricidad, la cual se conecta a la red nacional de electricidad.

El vapor de salida de las turbinas se descarga en el condensador, condensándose por efecto de la refrigeración del mismo mediante agua de mar. Una vez en forma líquida en el condensador, el agua se recircula al reactor para volver a iniciar el proceso nuevamente.

El reactor cuenta con sistemas de seguridad redundantes. Para controlar la reacción dentro del reactor se utilizan barras de control tipo cruciformes. Estas barras de control se introducen y se sacan del reactor de acuerdo al uso y necesidad de energía. Las barras contienen carburo de boro que se encargan de absorber neutrones y detener la reacción en cadena. En caso de que las barras no se introdujeran de manera adecuada, el reactor cuenta con un sistema que se encarga de apagar el reactor de manera alternativa a las barras de control. Este sistema utiliza una solución de pentaborato de sodio, el cual es inyectado al reactor para detener las reacciones de fisión de manera controlada, permitiendo así el apagado del reactor de forma controlada.

Capítulo 2

Reconocimiento de campo y Trabajos Preliminares

Con objeto de conocer las características de la zona de estudio e identificar la naturaleza de la problemática, se realizaron visitas de campo, conjuntamente con el personal técnico y de supervisión de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) lo que permitió tanto definir las actividades, criterios y el alcance final de los trabajos a desarrollar, como el conocer algunos detalles de la infraestructura de drenaje existente, tales como confluencias con otros ríos o drenes, estructuras de control, etcétera.



Fig. 2.1 Reconocimiento de campo en desembocadura.

2.1 Posicionamiento Geodésico

El levantamiento topográfico y batimétrico, estuvo regido por los lineamientos y especificaciones que para control horizontal y vertical, establecen las Normas Técnicas para Levantamientos Topográficos-Geodésicos, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 1985, y sus reformas publicadas en el mismo Diario el 27 de abril de 1998, generadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Además también se consideró la normativa general de CFE, subgerencia de Construcción Región Golfo Centro.

Previo a la realización de los levantamientos planimétricos, se instrumentaron cuatro vértices geo referenciados mediante GPS (Sistema de Posicionamiento Global), ligados a la Red Geodésica Nacional Activa del INEGI, sistema ITRF92 (Sistema de Referencia Terrestre Internacional), donde se obtuvo información de coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura). A partir de esta información y mediante un cálculo diferencial con post-proceso, se realizó la transformación a coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) utilizando el elipsoide GRS80/WGS84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), y estas a su vez a un sistema ortogonal, de donde se obtuvieron coordenadas topográficas (X, Y, Z), las cuales sirvieron de origen para referir los levantamientos topo hidráulicos, las memorias de cálculo y planos topográficos, los cuales son solicitados por la supervisión y por la misma CFE.

Para comprender mejor estos términos, se repasaran algunos conceptos que son de suma importancia.

GPS Global Positioning System (GPS) es un sistema de posicionamiento desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos. Su versatilidad y disponibilidad lo hacen muy útil en todo levantamiento de control horizontal y vertical.

2.2 Segmento Espacial

El primer satélite NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Range) para el sistema GPS se lanzó en 1978, y satélites adicionales se agregaron en años sucesivos. Sin embargo, la explosión durante el despegue del transbordador espacial Challenger en enero de 1968 demoró en formar considerable la plena implementación del sistema hasta diciembre de 1993. Este sistema completo tiene un total de 28 satélites GPS en órbita alrededor de la Tierra, aunque cuatro son prototipos que no se usan en la constelación principal. Los satélites se encuentran a una altitud de 20200 km y están colocados dentro de seis planos orbitales casi circulares inclinados a 55° respecto al ecuador, cada uno orbitando la Tierra cada 12 horas. Este arreglo permite por lo menos observar cuatro satélites desde cualquier horizonte sobre la Tierra y de hecho seis son visibles a menudo. El sistema GLONASS también consta de 24 satélites operacionales, arreglados en tres orbitas casi circulares separadas 120° de arco a una altitud de 19100 km inclinadas 64.8° de arco respecto al ecuador. Cada satélite orbita la Tierra cada 11 horas 15 minutos. Los científicos rusos han tenido cuidado especial en arreglar sus satélites con espaciamientos regulares de 45° alrededor de la órbita. El primer satélite se lanzó el 12 de octubre de 1982 mediante un vehículo lanzador Protón, y desde entonces ha

habido lanzamientos regulares, pues la vida de los satélites era solo de tres años. Los rusos tienen varias unidades de reemplazo, algunas de las cuales ya están en órbita para sustituir a las unidades activas que fallen. Lanzamientos más recientes han posicionado una nueva generación de satélites GLONASS-M, para los que se prevé una vida de por lo menos 5 años. Por si misma, la constelación GLONASS garantiza que cinco satélites siempre serán visibles y el arreglo geométrico proporciona una cobertura mucho mejor que el GPS en regiones polares arriba y debajo de la latitud de $17\ 50^\circ$.

Sin embargo, cuando el GLONASS se usa en conjunto con el GPS se tiene una constelación total de 48 satélites, lo cual implica que normalmente son visibles nueve satélites con la posibilidad regular de ver más de 12. Los satélites GPS se impulsan solarmente con baterías de níquel-cadmio para proporcionarles energía durante eclipses. Esto impulsa dos relojes atómicos de rubidio y dos de cesio, cruciales para la exactitud del sistema. Un oscilador a bordo que trabaja a una frecuencia fundamental de 10.23 MHz transmite de manera continua dos señales portadoras: L1, a una frecuencia de 154 veces la fundamental (1575.42 MHz) y la L2 a 120 veces la fundamental (1227.6 MHz). Estas ondas portadoras están moduladas en fase por señales de código binario: el código burdo de adquisición (C/A) a un décimo de la frecuencia (1.023 MHz). Esto da al espaciamiento de código binario una resolución efectiva de 29.3 m y 293 m, respectivamente. La onda portadora L1 se modula con los códigos C/A y P, junto con un mensaje de datos que proporciona información sobre la posición del satélite dentro de la constelación, correcciones del reloj y estado del sistema. La onda portadora L2 se modula solo con el código P y mensaje de

datos. Cada satélite tiene un único código C/A y P para su identificación; esto se repite a intervalos de 1 mes y 38 semanas.

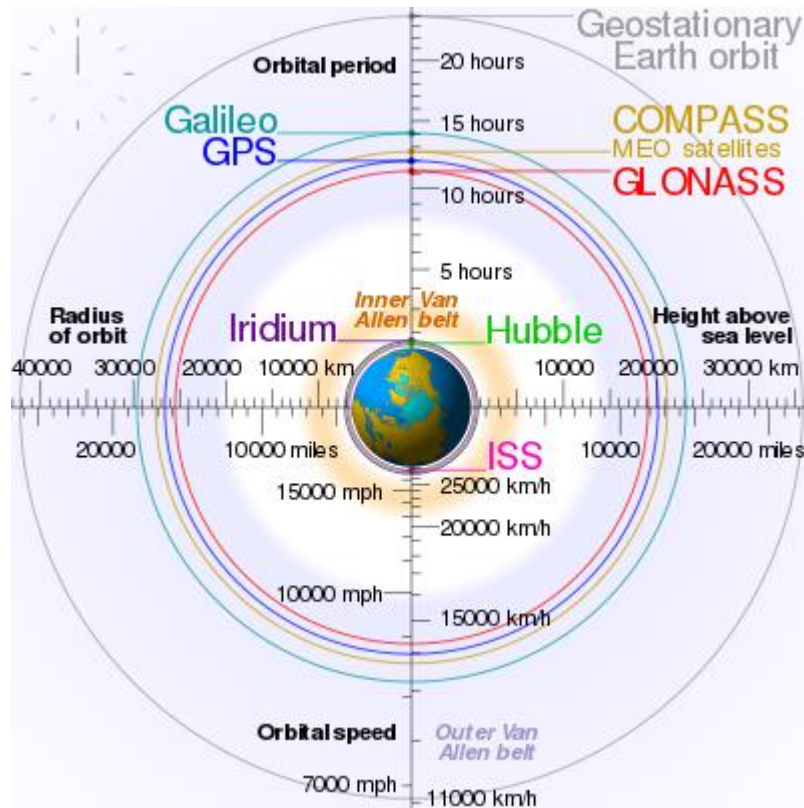


Fig. 2.2 Constelaciones Satelitales de Posicionamiento

Los satélites GLONASS también se controlan por relojes atómicos de cesio que llevan a bordo. Igual que los GPS, tienen dos ondas portadoras, L1 y L2, que ofrecen dos niveles de servicio: el canal de precisión estándar (CSA, channel of estándar accuracy) y el canal de alta precisión (CHA, channel of high accuracy). El CSA está disponible para uso público general, pero el CHA solo para usuarios autorizados. A diferencia del GPS, los 24 satélites GLONASS transmiten a diferente frecuencia, pero están modulados por el mismo patrón de código binario. Las frecuencias ordinarias de la L1 se hallan

en el intervalo de 1602 a 1615.5 MHz, incrementándose en pasos de 0.5625 MHz; así, el canal 0 es de 1602 MHz, el canal 1 de 1602.5625 MHz y así de manera sucesiva. Sin embargo existe un problema en las regiones de canales 15 a 20 debido a la interferencia de la radioastronomía, y a los canales 21 al 24 los usan un par de satélites en posiciones antípodos. Para superar esta dificultad se propone cambiar el intervalo en tres etapas, comenzando en 1998 para concluir en el año 2005. Para entonces, los satélites transmitirán en una banda de 1598.1 a 1605.4 MHz. Las ondas portadoras L2 no se afectan y transmiten en la banda de 1246 a 1256.5 MHz, creciendo en pasos de 0.4375 MHz.

2.3 Segmento de control

El control del GPS se realiza desde cinco estaciones de monitoreo: una estación maestra en Colorado Springs, Estados Unidos, y otras cuatro alrededor del globo en la isla Ascensión (Atlántico del Sur), Diego García (Océano Indico), Kwajalein (Pacífico Occidental) y Hawái (Pacífico Central). Cada estación rastrea los satélites y transmite sus posiciones a la estación maestra, donde permiten determinar la localización precisa de la constelación de satélites. La precisión de los relojes atómicos montados en los satélites también se monitorean y comparan con el reloj maestro en Colorado Springs. Mientras que cada satélite es capaz de almacenar datos que los siguientes 14 días transmiten con precisión su posición mediante las ondas portadoras, su banco de datos se actualiza cada hora por la estación de control, garantizando así la mayor precisión posible sobre la posición. Se ha

encontrado que aún con el código C/A es posible fijar una posición absoluta sobre la superficie de la Tierra con precisión de 10 m. En esto reside un problema para las fuerzas militares de Estados Unidos, pues la alta precisión del GPS está disponible a fuerzas hostiles. Esto ha conducido a dos modificaciones del sistema conocidas como disponibilidad selectiva.

2.4 Consistencia geométrica de los satélites

Antes de realizar un levantamiento es normal planear el trabajo respecto al software especializado de computadora. Al introducir la latitud y la longitud del área por levantar es posible estimar la disponibilidad de satélites graficada. A veces los datos pueden representarse como una gráfica polar o gráfica celeste, queda la trayectoria y azimuth de los satélites para garantizar un buen agrupamiento.

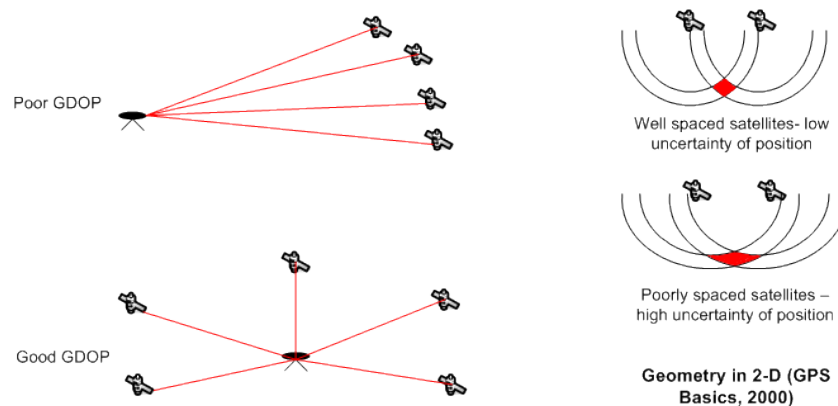


Fig. 2.3 Consistencia Geométrica de los SAT.

La consistencia geométrica de un arreglo de satélites se puede expresar en forma cuantitativa mediante un parámetro llamado dilución de precisión (DOP, dilution of precision). Pueden compararse varios parámetros diferentes, como el PDOP, dilución de precisión de posición para posicionamiento en tres dimensiones; el HDOP, dilución de precisión de posición horizontal; el VDOP, dilución de precisión de posición vertical, y el TDOP, o dilución de precisión del tiempo. DOP es la razón de la desviación estándar de la posición relativa (O') a la desviación estándar de la posición observada por pseudo distancia ($O'O$).

Los valores promedio del HDOP y del VDOP son casi 2 para la mejor posible constelación de cuatro satélites; en condiciones normales un levantamiento no se realizaría si los valores excedieran de 5.

El efecto combinado para la posición y el tiempo se conoce como la disolución de precisión general o geométrica, o GDOP.

2.5 Posicionamiento diferencial

Si dos receptores están implicados, uno (la base) se establece en un punto conocido mientras que el otro (móvil), en un punto por determinarse, y ambos receptores rastrean los mismos satélites, se trata entonces del procedimiento de posicionamiento por punto relativo. Esto incrementa bastante la precisión, porque cualquier discrepancia entre la posición calculada y la real de la base puede atribuirse a errores del sistema, efectos atmosféricos e ionosféricos o un CSA deliberado.

Las correcciones necesarias pueden calcularse para la base y luego aplicarse al móvil para tener más confianza en las coordenadas obtenidas. La figura siguiente muestra algunas de las fuentes del error en una medición GPS por pseudodistancias y las que se eliminan por medio de la medición diferencial.

La base y el móvil no tienen que estar conectados en tiempo real y la unidad base puede dar un servicio a varias unidades móviles. Si las dos unidades están conectadas, los errores en el tiempo calculado en la base se transmitirán en el móvil por radio, lo que permite al software del móvil aplicar correcciones en tiempo real y calcular coordenadas reales. Este es un método ideal de trabajo para replanteos, en especial para tareas que no requieren precisión extrema. La mayoría de los trabajos de levantamientos se realizan por procesamiento, donde los datos que se recopilan, la base y el móvil se registran en tiempo real y luego se comparan y seleccionan por computadora al terminar el trabajo. Esto en ocasiones puede generar problemas si el móvil ha rastreado un satélite que no era visible a la base. Para un trabajo de levantamiento preciso con mediciones de pseudodistancias se dispone de varias variaciones de la metodología detallada para el posicionamiento diferencial, dependiendo del grado de precisión del levantamiento requerido como se muestra en la figura 2.3. Dos receptores observan el mismo satélite en las mismas épocas. Para diferencia doble, dos receptores observan dos satélites en el mismo tiempo, mientras que para triple diferencia, dos receptores observan dos satélites en dos tiempos diferentes, la localización del móvil puede calcularse relativamente a la base por medio del software que usen un enfoque de aplicación por mínimos cuadrados sobre los datos redundantes.

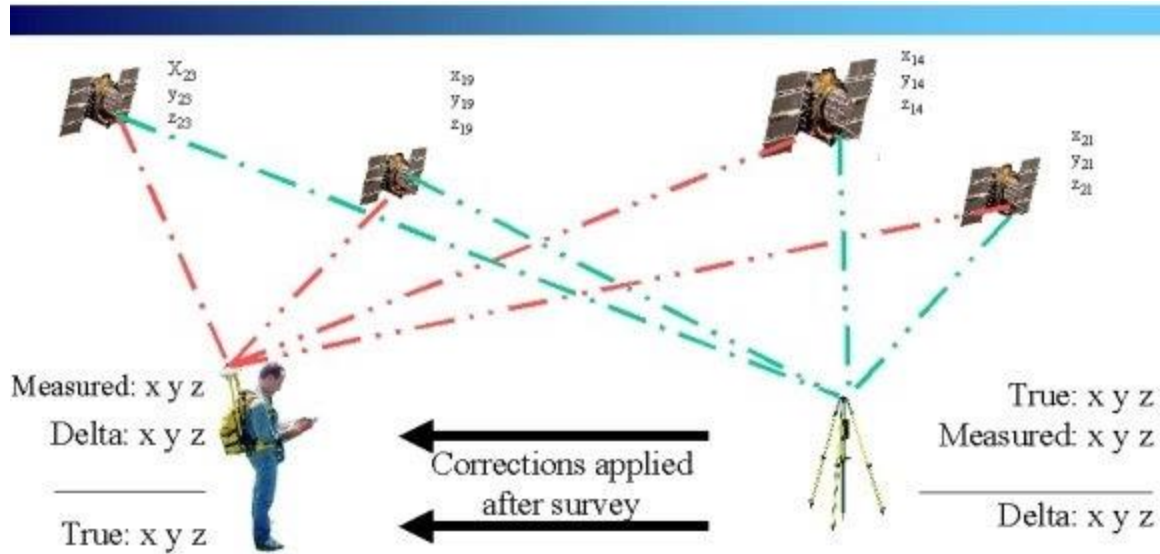


Fig. 2.4. Enlace diferencial del GPS

2.6 Procedimiento estático

Este proporciona la mayor precisión posible y requiere que las estaciones bases y móvil estén ocupadas constantemente por un periodo de digamos 5 minutos a unas pocas horas; las líneas base requieren más tiempo. La demora en el tiempo es para permitir que la constelación del satélite se mueva lo suficiente y así resolver los errores del sistema sobre un intervalo significativo de observaciones. Precisiones de distancias relativas del orden de $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm}$ son posibles con este procedimiento y es, por lo tanto, un procedimiento ideal para líneas-base largas o el establecimiento de puntos primarios de control. Si deben obtenerse varios puntos, casi siempre se emplean

un procedimiento operativo de “salto de rana”, en el cual el móvil permanece el primer punto mientras la base se mueve al segundo punto y luego el móvil se mueve al tercer punto, y así en forma sucesiva. Un procedimiento operativo alternativo, conocido como estático rápido, se puede usar para levantamientos de control sobre áreas pequeñas; en éste, la base permanece en su punto de control primario mientras el móvil se mueve a cada punto subsidiario sucesivamente. Esto dará una menor precisión por lo común de $10 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$, pero será más rápido, por lo que es apropiado para proyectos de ingeniería de orden menor, mapeos locales o levantamientos limítrofes.

2.7 Procedimiento cinemático

Los procedimientos cinemáticos, a veces llamados levantamientos de alto y bajo implican que el móvil y la base se coloquen en lugares de coordenadas conocidas durante unos 4 minutos para iniciar el levantamiento. En ocasiones el levantamiento puede empezar sobre un punto conocido en el que será conocida una demora mientras se realizan los procedimientos de un levantamiento estático para iniciar la localización del móvil, o deberá adoptarse un proceso de cambio de antena en el cual la unidad móvil y la base se intercambian. Una vez concluido lo anterior el móvil puede moverse y tomarse las lecturas. El tiempo que el móvil se detiene para obtener datos depende de la tarea en proceso; por ejemplo, en levantamientos de detalle puede obtenerse una precisión de 10 a 30 mm con una pausa en cada punto de unos cuantos segundos al final del levantamiento el móvil se regresa a su

estación inicial para una revisión del trabajo ejecutado. Durante este tiempo es imperativo mantener una conexión por lo menos 4 satélites, pues de otra manera sería necesaria una reinicialización. Por lo tanto será necesario asegurarse que el trabajo no es efectuado cerca de edificios, arboles, puentes u otras obstrucciones que interrumpan la línea visual del satélite al receptor. Esta aplicación del posicionamiento con satélites es ideal para levantamientos de detalle en áreas abiertas, control de trabajos de carreteras, levantamientos hidrográficos, fotogrametría aérea (para determinar la posición de la cámara en el tiempo de exposición) o en control de trabajos de ingeniería en áreas abiertas o en sitios de construcción de presas. La tarea de mantener contacto con 4 satélites durante el levantamiento puede ser onerosa, en especial en áreas construidas por lo que se han creado procedimientos pseudocinemáticos, estos aun implican el proceso del levantamiento cinemático y se adopta un procedimiento de campo. Sin embargo en el levantamiento se determina un periodo y luego todos los sitios son re levantados de inmediato el intervalo entre los primeros y segundos levantamientos es crítico para asegurar que la geometría satelital no cambie en forma considerable. Aunque la conexión no debe mantenerse mientras el móvil este en movimiento, deben estar visibles 4 satélites en cada punto que se haya levantado.

2.8 Procedimiento cinemático en tiempo real RTK

La última generación de receptores GPS es capaz de efectuar mediciones en tiempo real RTK (Real time kinematic) siempre que estén visibles 5 satélites lo cual permite la instalación dentro de vehículos o el rastreo de objetos móviles (Ashkenazi y Roberts, 1967) cuyas coordenadas en general se registran en intervalos prefijados, digamos cada dos segundos por ejemplo en el eje central de un camino se pueden determinar con una precisión de centímetros por un vehículo guiado a lo largo de ellas. El procedimiento requiere un enlace de radio entre la base y el móvil para transmitir correcciones como se describió antes, y normalmente ambas unidades no deben separarse más de 10 km. Esto puede ser una limitante en la aplicación dado que ciertos detalles topográficos pueden hacer imposibles el enlace por radio. El enlace por radio incluye errores adicionales debido a que las unidades toman tiempos finitos comunicarse entre sí (aunque las unidades trabajan a 4800 bauds o más), de manera que los datos que usa un móvil serán obsoletos quizá por unos cuatro segundos, al aplicarlos a la señal de la llegada. Igual que los levantamientos cinemático, se requiere un periodo de inicialización para obtener las ambigüedades en el número de longitudes de onda completas entre el satélite y el receptor. Si el móvil se coloca en un punto conocido, esto puede tomar solo unos cuatro segundos. La inicialización con el móvil en movimiento, llamado sobre la marcha, se puede utilizar si la conexión con los satélites se pierde por ejemplo al pasar bajo un puente. Magellan Navigation desarrolló el proceso Long Range Kinematic o LRK (Levantamiento cinemático de alto alcance), igual al levantamiento RTK, opera con un

centímetro de precisión. La ventaja de éste proceso es su alto alcance, pues opera a más de 40 km.



Fig. 2.5 Establecimiento de puntos de control

Previo a la realización de los levantamientos planimétricos, se instrumentaron cuatro vértices georeferenciados mediante GPS (Sistema de Posicionamiento Global), ligados a la Red Geodésica Nacional Activa del INEGI, sistema ITRF92 (Sistema de Referencia Terrestre Internacional), donde se obtuvo información de coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura).

A partir de esta información y mediante un cálculo diferencial con post-proceso, se realizó la transformación a coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) utilizando el elipsoide GRS80/WGS84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), y estas a su vez a un sistema ortogonal, de donde se obtuvieron coordenadas topográficas (X, Y, Z), las cuales sirvieron de origen para referir los levantamientos topo hidráulicos, las memorias de cálculo y planos topográficos.

A continuación se mencionan datos, características de los puntos GPS, que se implantaron y utilizaron para este levantamiento:

Datos del GPS.

Marca: Leica
Modelo: SR 530
Receptor: 24 canales en doble frecuencia
Precisión: En modo estático rápido 5mm + 1ppm
Precisión: En modo estático 3m + 1ppm

Datos de lecturas:

Fecha: 19-dic-08
Hora: 08:35 hrs. a 10:40 hrs. Para el vértice V-32
Hora: 11:20 hrs. a 13:30 hrs. Para el vértice V-33

Coordenadas geográficas del vértice V-32

Latitud = 19° 16' 27.67"
Longitud = 99° 31' 18.06"

Coordenadas geográficas del vértice V-33

Latitud = 19° 16' 39.42"
Longitud = 99° 31' 22.44"

El elipsoide que se utilizó, para la conversión de coordenadas geográficas a UTM, es el WGS84

Transformación de Coordenadas Geográficas a UTM, por medio del Programa de CARTOMAP

Obtención de coordenadas UTM del Vértice V-32

Coordenadas Geográficas a UTM [X]

Elipsoide: **GRS80 / WGS84**

Latitud: 19 ° 16 ' 27.673724 "
 Al Sur del Ecuador

Longitud: 99 ° 31 ' 18.061825 "
 Al Este de Greenwich

Huso N°: 14

Resultado: Ninguno Índice:

X: 445182.850 Y: 2131266.926 Z: 0.000

Calcular

Fig. 2.6 Captura de Transformación de Coordenadas

Coordenadas Geográficas a UTM [X]

Elipsoide: **GRS80 / WGS84**

Latitud: 19 ° 16 ' 39.428660 "
 Al Sur del Ecuador

Longitud: 99 ° 31 ' 22.447504 "
 Al Este de Greenwich

Huso N°: 14

Resultado: Ninguno Índice:

X: 445055.925 Y: 2131628.627 Z: 0.000

Calcular

Fig. 2.7 Captura de Transformación de Coordenadas

2.9 Trazo de poligonales de apoyo

Para apoyar el levantamiento topográfico y batimétrico, fue necesario trazar poligonales de apoyo abiertas o cerradas, con ubicación de vértices fijos como clavos, varillas, o marcados con pintura según lo permitió el tipo de terreno. El trazo de las poligonales de apoyo está referido en base a dos puntos planimétricos ubicados en la zona de estudio. En estos puntos, mediante el empleo del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), se obtuvo la información de coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura). A partir de esta información, mediante un cálculo, se realizó la transformación a coordenadas utm (Universal Transversal de Mercator). Las memorias de cálculo y planos topográficos están referidos a estas coordenadas X, Y.



Fig. 2.8 Trazo de Poligonales con Estacion Total



Fig. 2.9 Línea de Referencia para Estación Total

Capítulo 3

3.1 Levantamiento de perfiles batimétricos con ecosonda.

Con la finalidad de contar con información del azolve que presenta dicho lecho marino, se efectuó un perfil batimétrico y taquimétrico por el eje del cauce de entrada; para el caso de levantamiento batimétrico se utilizó un equipo de medición indirecta del tipo ecosonda, donde se obtuvieron los ecogramas del cuerpo marino (gráficas donde se muestran los diferentes niveles de las superficies por debajo del nivel de agua). Paralelamente a la generación del perfil batimétrico, en el trayecto se tomaron referencias planimétricas de la poligonal de apoyo, con la finalidad de referirlas al sistema de información geográfica llamado Google Earth. Para el control altimétrico se realizaron nivelaciones directas con base en un banco de nivel cercano previamente nivelado, de donde se corrió la nivelación para obtener la cota del espejo de agua en el cadenamamiento de las referencias planimétricas antes mencionadas.

Se levantaron 220 metros de perfiles batimétricos o taquimétricos, desde su inicio en la boca hasta el paso de entrada a los generadores.

Para obtener el nivel de azolve al eje, se efectuó un perfil batimétrico utilizando el equipo de Ecosonda, Marca EAGLE, Modelo ELITE 500C, equipado con un Transductor que funciona a 200 kHz y una potencia de 2400 Watts pico a pico y tiene un alcance de 200 metros de profundidad; el Ecosonda también cuenta con un equipo de localización del tipo GPS+WASS.

El ecosonda es el instrumento donde se interpreta y almacena toda la información que se obtiene a través del transductor.

El transductor es el instrumento que va recorriendo la superficie del espejo de agua, el cual emite pulsos sónicos y recibe los ecos que estos pulsos producen al rebotar con la superficie del fondo.

El GPS, es el instrumento por el cual se ubica planimétricamente la posición de los Ecogramas.

Para los trabajos de campo, se contó con personal de topografía con experiencia en levantamientos batimétricos, este levantamiento estuvo apoyado con personal calificado de topografía para los trabajos en tierra.

Para realizar el levantamiento batimétrico, se necesitó contar con personal que trabajara dentro de la zona como personal de tierra. Se utilizó una lancha de motor y cuando las condiciones del terreno lo requirieron, se hizo uso de un vehículo anfibia, para ambas opciones fue necesario contar con personal capacitado para operar dichos vehículos al igual que el manejo del ecosonda. Otra brigada para la localización de cadenamientos. Dos personas para detener la lancha en cada inicio de lecturas y para sacar la lancha y trasladarla a los siguientes tramos. Dos personas para dar alineamiento al eje del cauce y referir el inicio y final del tramo a levantar.

La generación del perfil estuvo apoyando en referencias físicas existentes en márgenes del cuerpo de agua.

Debido a la existencia de lirio en algunas zonas, se realizó un levantamiento de perfil al eje principal, con obtención de puntos de forma directa a cada 10 metros con nivel fijo y con esto obtener datos reales del nivel de azolve. El levantamiento de estos puntos por el método directo, se debió a que en las zonas del lirio tanto la lancha como el vehículo anfibio, como la utilización del ecosonda fue nula.

Del análisis del perfil batimétrico que se obtuvo en campo, pudieron determinarse sitios en donde se levantaron secciones transversales adicionales (obligadas), sobre todo donde se detectaron elevaciones altas del nivel de azolve al eje.



Fig. 3.1 Ecosonda marca Eagle



Fig. 3.2 Instalación de GPS en ecosonda



Fig. 3.3 Seccionamiento en desembocadura

3.2 Medición de los desplazamientos de los nodos en la embarcación

Todos los sensores ubicados en la embarcación tienen una ubicación específica y debe ser medida para saber su desplazamiento en los tres ejes X,Y,Z con respecto a un origen, esto es porque se debe dar de alta un modelo de la embarcación con estos desplazamientos.

3.3 Calibración

Como todo equipo se tiene que realizar una calibración para saber si el sensor esta en rango de operación, sobre todo se verificara que la prueba de laboratorio este vigente y se asegure que el Octans III está en condiciones de operación. Esto es porque el equipo multihaz trabaja con 254 haces a una frecuencia promedio de 27 Hz por lo que se necesitan correcciones en tiempo real de ladeo, cabeceo y rumbo.

La calibración del Octans III consiste en obtener el desnivel normal del sensor y que será también de la embarcación. Para la calibración se busca un lugar de aguas calmas, pues se medirá el desnivel natural del sensor que servirá como comparación cuando se realice batimetría multihaz en condiciones de oleaje leve a excesivo y también se pueda comparar el rumbo verdadero de la embarcación con el del giroscopio del Octans. Se utiliza el programa Octans IMO Repeater, se ejecuta el programa y se comienza a grabar los datos de ladeo, cabeceo y rumbo por un intervalo de 30 minutos. Posteriormente se promedian todos los valores y se obtiene un valor medio que será el de desnivel natural y rumbo verdadero del sensor.

Para determinar el rumbo verdadero de la embarcación y compararlo con el del giroscopio del sensor se utilizará un GPS RTK y se levantarán las coordenadas de la popa y proa de la embarcación.

Determinados los valores de ladeo, cabeceo y giro se convierten en negativos para equilibrar los valores naturales, de este modo los valores del sensor en aguas calmas en ladeo y cabeceo serán de cero, el giro quedará compensado con el de la embarcación obteniendo el mismo valor de rumbo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	CurrentTime	Heading(deg)	Roll(deg)	Pitch(deg)	Heave(m)	Surge(m)	Sway(m)	Latitude(deg)	Speed(knots)	Status	
991	35:57.6	161.43	-0.59	0.77	0.01	0	0	18.077	0	0x03000000	
992	35:58.6	161.43	-0.71	0.61	0	0	0	18.077	0	0x03000000	
993	35:59.6	161.39	-0.34	0.69	0	0	-0.01	18.077	0	0x03000000	
994	36:00.6	161.44	-0.52	0.79	0.01	0	0	18.077	0	0x03000000	
995	36:01.6	161.47	-0.64	0.65	0.01	0	0.01	18.077	0	0x03000000	
996	36:02.6	161.45	-0.32	0.64	0	0	0	18.077	0	0x03000000	
997		161.8228	-0.43676	0.712586							
998		Rumbo	Ladeo	Cabeceo							
999	Valores	-161.823	0.436761	-0.71259							
1000	promedio										
1001											
1002											

Fig. 3.4 Cuadro de Calibraciones

La instalación del transductor multihaz en la embarcación debe cumplir ciertas especificaciones como son:

- Un lugar fijo libre de vibraciones excesivas.

- Profundidad adecuada para eliminar turbulencia.
- El eje de alineamiento del transductor no debe exceder 5° de giro en comparación con el eje popa-proa de la embarcación.

Aun cumpliendo con las especificaciones en la instalación del transductor multihaz quedan desfases en los valores de cabeceo, ladeo y giro, los cuales deberían ser cero. La calibración consiste en obtener estos valores para así compensarlos en el programa de pos proceso de la batimetría y obtener un levantamiento al orden de 1cm de precisión en posición y elevación.

Para realizar la calibración se identificara un talud considerable y se realizará un plan de líneas de sondeo.

Ladeo: Un par de líneas recíprocas (misma línea, dirección opuesta) sobre un fondo marino plano (plantilla).

Cabeceo: Un par de líneas recíprocas (misma línea, dirección opuesta) a través de un objeto considerable o un talud bastante pronunciado.

Giro: Un par de líneas paralelas, misma dirección guardando un buen traslape entre ellas. Estas líneas se navegaran a través de un objeto considerable o un talud lo suficientemente pronunciado.

Retraso de posición: Un par de líneas misma dirección a diferentes velocidades (2 y 7 nudos), si es posible.

Para procesar la calibración se utiliza el módulo Validator de Qinsy. El programa trabaja buscando errores de traslape.

Se utiliza la herramienta de calibración para ajustar los parámetros de calibración hasta que las discrepancias sean compensadas y obtener datos confiables. En la calibración se usaran franjas de la información. En Validator se crea una user define line (línea de referencia) que a su vez genera un scroll box (cuadro de desplazamiento) usado para moverse a través de los datos de sondeo a lo largo de la línea de referencia.

Los sondeos dentro del cuadro de desplazamiento se muestran como una sección transversal. El tamaño del cuadro de desplazamiento se podrá ajustar de acuerdo al usuario.

Es fundamental seguir un orden al calibrar el transductor. La secuencia generalmente aceptada es: ladeo, cabeceo, giro. El par de líneas en la misma dirección pero a diferentes velocidades se debe comprobar con los parámetros de calibración aplicada, para ver si hay alguna evidencia de retraso en la posición.

Capítulo 4

4.1 Procesamiento de la Información

Los datos obtenidos en campo se clasificaron y ordenaron conforme al avance de los levantamientos de trazo, planimetría, taquimetría, levantamiento de secciones transversales, resultados del ecosonda, así como de perfiles directos y/o taquimétricos; separando la información que corresponde a los trabajos de planimetría, altimetría y batimetría.

Una vez que se ordenaron las libretas de campo, en las cuales se encuentran las anotaciones importantes del levantamiento, se procedió a realizar el cálculo de la información.

Para obtener el cálculo de las coordenadas del trazo y el levantamiento planimétrico, se utilizó el programa de CARTOMAP de ANEBA. Este programa tiene la capacidad de recibir la información directa de la estación total y convertirla en una nube de puntos, para después generar un modelo digital del sitio levantado y como resultado se obtienen las coordenadas UTM del mismo.

Para la representación y cálculo del perfil longitudinal y de las secciones transversales, ya se directas o taquimetrías, se utilizó el programa RDEV de WILDSoft. Este programa está diseñado para dibujar automáticamente las diferentes superficies que puede presentar una sección (terreno natural, espejo de agua, azolve, plantilla de puentes, columnas, niveles de rodamiento, trabes entre otras), también se le pueden agregar superficies para proyecto de cálculo de volúmenes.

Con este mismo programa se dibujó y representó el perfil longitudinal, el nivel de azolve se representó tomando en cuenta los datos obtenidos de las secciones transversales como de los datos obtenidos con el ecosonda. En el perfil longitudinal se muestran los niveles de los bordos derecho e izquierdo, espejo de agua, nivel de azolve y de terreno firme.

4.2 Obtención del Volumen de Azolve

A partir de la información obtenida del levantamiento de campo, y posteriormente al procesamiento de donde se obtuvieron los resultados de la información planimétrica y altimétrica y de estos se representaron los planos de planta, perfil y secciones transversales; se propuso un diseño de rasante hidráulica para obtener la cuantificación del volumen de azolve por extraer.

En base a los datos, cálculos y representación del perfil longitudinal, en este se pudo observar la problemática de la acumulación de azolve en los tramos críticos. La rasante diseñada en el perfil longitudinal, se plasmó en cada una de las secciones transversales y se obtuvieron las áreas de dragado respectivas.

Al momento de capturar la sección en el programa de RDEV de WILDSOFT, también se ingresaron los datos del diseño de la rasante hidráulica, este programa nos dio automáticamente el área de dragado y el volumen total de azolve por extraer.

Se propusieron varias alternativas con cotas de rasante diferentes con las cuales se obtuvieron diferentes volúmenes de azolve por extraer. Se manejaron pendientes diferentes en tramos diferentes, para obtener el diseño óptimo, con el cual se obtuviera la mejor opción de dragado.

De acuerdo a las características que presento el cuerpo de agua y con la finalidad de darle un mejor uso a los recursos económicos, y principalmente de darle una solución al problema de azolve para embarcaciones de calado medio, se propuso un diseño definitivo de rasante hidráulica con los datos técnicos siguientes:

Cota de la Rasante	
Sección 0+000.150	=0065.500
Cota de la Rasante	
Sección 0+020	=0065.500
Cota de la Rasante	
Sección 0+040	=0065.500
Desarrollo en m	=40.239
Pendiente de la Sección	
0+000.150 a la 0+040	=0.0000
Volumen por Dragar	=89.288 m3
Cota de la Rasante	
Sección 0+040.805	=0064.273
Cota de la Rasante	
Sección 0+060.720	=0064.271
Desarrollo en m	=20.1400
Volumen por Dragar	=128.000 m3
Cota de la Rasante	
Sección 0+060.720	=0064.002
Cota de la Rasante	
Sección 0+080.000	=0063.311
Cota de la Rasante	
Sección 0+120.000	=0064.743
Desarrollo en m	=40.2800
Volumen por Dragar	=190.069 m3
Cota de la Rasante	
Sección 0+120.000	=0064.152
Cota de la Rasante	
Sección 0+220.003	=0063.785
Desarrollo en m	=100.000

Volumen por Dragar	=161.934 m3
Del km 0+000.150 al km 0+040	89.288 m3
Del km 0+040.150 al km 0+060.720	128.000 m3
Del km 0+060.720 al km 0+120.000	190.069 m3
Del km 0+120.000 al km 0+220.003	161.934 m3
Volumen Total de Azolve por Extraer	=441.419 m3

4.3 Elaboración de planos

Con los resultados de los cálculos de la información topográfica, se procedió a la elaboración de los planos topográficos definitivos de planta, perfil y secciones transversales. Para la correcta interpretación de los datos topográficos obtenidos en campo, la información que contienen los planos debe ser clara, autosuficiente y representativa de las condiciones reales del terreno, tanto planimétrica como altimétricamente.

En los planos de planta están representados los datos importantes como el cauce principal de paso, los vértices de la poligonal de apoyo, bancos de nivel, ubicación de secciones transversales entre otros.

Los planos de perfil, cuentan con la información altimétrica de los bordos, nivel de espejo de agua, así como los niveles de azolve y terreno firme, también se muestra el nivel de la rasante hidráulica para efectos de mostrar las zonas de dragado.

Los planos de secciones muestran la misma información altimétrica que los perfiles, además de presentar la rasante hidráulica con la cual se obtiene el área de corte en cada una de las secciones, y con estas áreas se obtiene el volumen de azolve por extraer.

Los planos se complementaron con equipo de cómputo a través del software AutoCAD, asentando la información de planta y datos altimétricos del cuerpo de agua, los planos se representaron a escalas que permiten una interpretación clara de los trabajos, complementando

la información con un cuadro de construcción de coordenadas de la poligonal de apoyo, norte, simbología, notas aclaratorias, croquis de localización y todos los detalles importantes que el sitio del levantamiento presento.

Conclusiones

Sin duda es tarea de otro estudio de investigación el complementar la información aquí presentada, ya que en este tipo de trabajo intervienen muchas ingenierías, pero como hemos visto, la Topografía está presente desde el inicio hasta el final, y es indispensable tanto en agua como en tierra. Así mismo podemos observar que la hipótesis se comprueba, ya que para un estudio de dragado se necesitan planos para la misma ejecución del trabajo y para la parte económica del proyecto.

Bibliografía

Topografía / Jack McCormac ; colaborador en la traducción Uriel Texcalpa Villarruel.

McCormac, Jack.

México: Limusa Wiley, 2013.

Topografía / Paul R. Wolf, Russell C. Brinker.

Wolf, Paul R.

México: Alfaomega, 2009.

Topografía y sus aplicaciones / Dante A. Alcántara García.

Alcántara García, Dante A.

México: Grupo Editorial Patria, 2007.

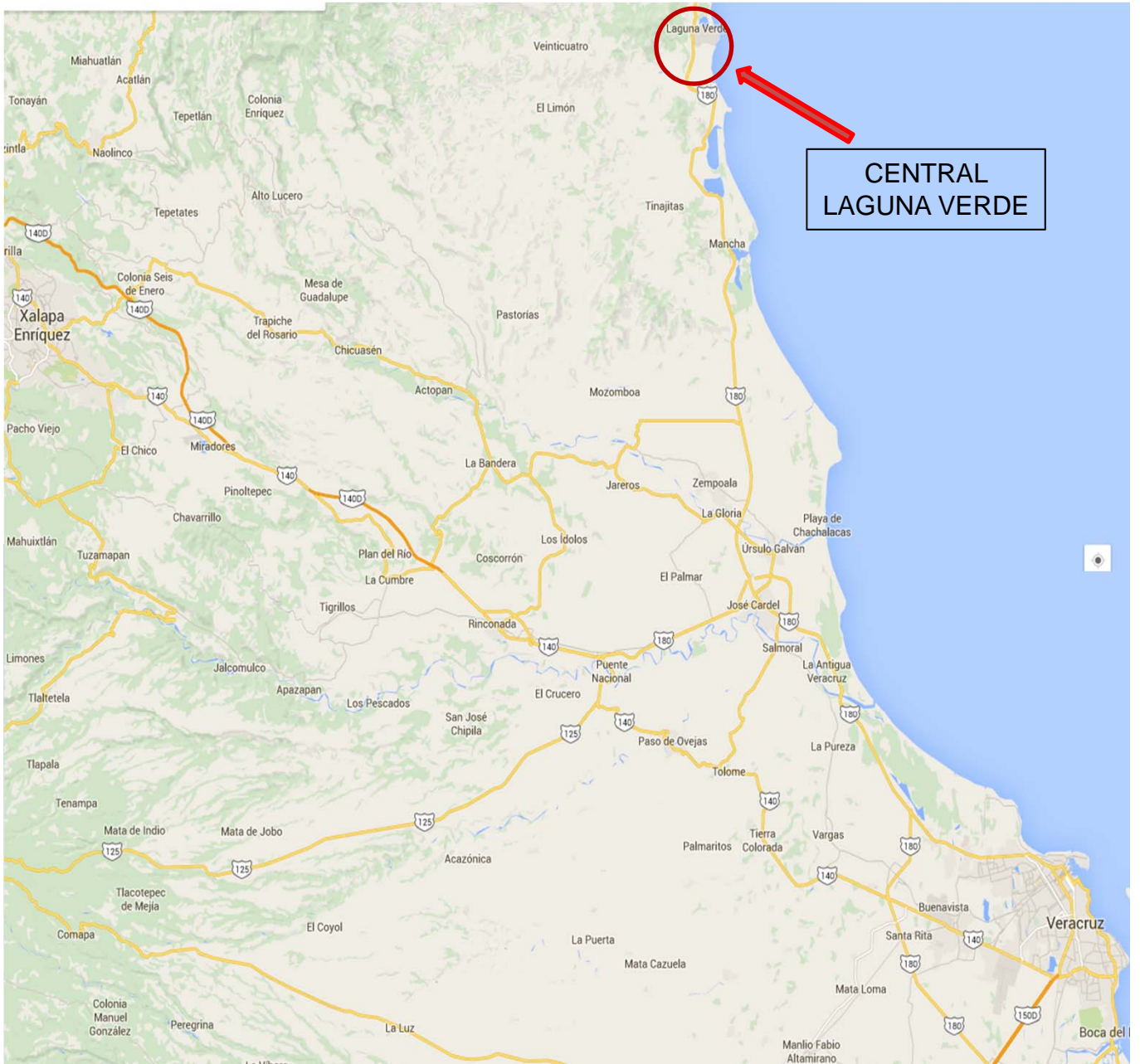
Diccionario de datos batimétricos: (vectorial) esc. 1:1 000 000 / Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática ; Sistema Nacional de Información Geográfica

Aguascalientes, Ags., México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1999.

UBICACIÓN DE LA CENTRAL NUCLEOELCTICA LAGUNA VERDE

- A 83 km del Puerto de Veracruz por la
carretera a Poza Rica
- A 110 km de Xalapa por la misma carretera a
Poza Rica.

CROQUIS DE LOCALIZACION





PLANTA NUCLEOELCTRICA LAGUNA VERDE



Imágenes ©2015 Cnes/Spot Image,DigitalGlobe,Datos del mapa ©2015 Google,INEGI 200 m

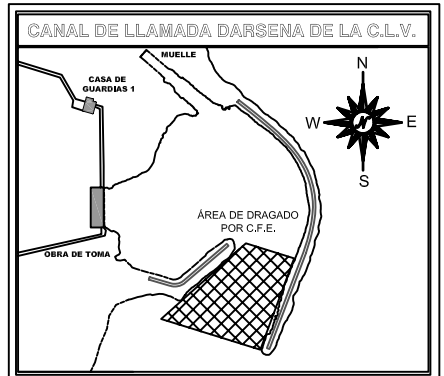
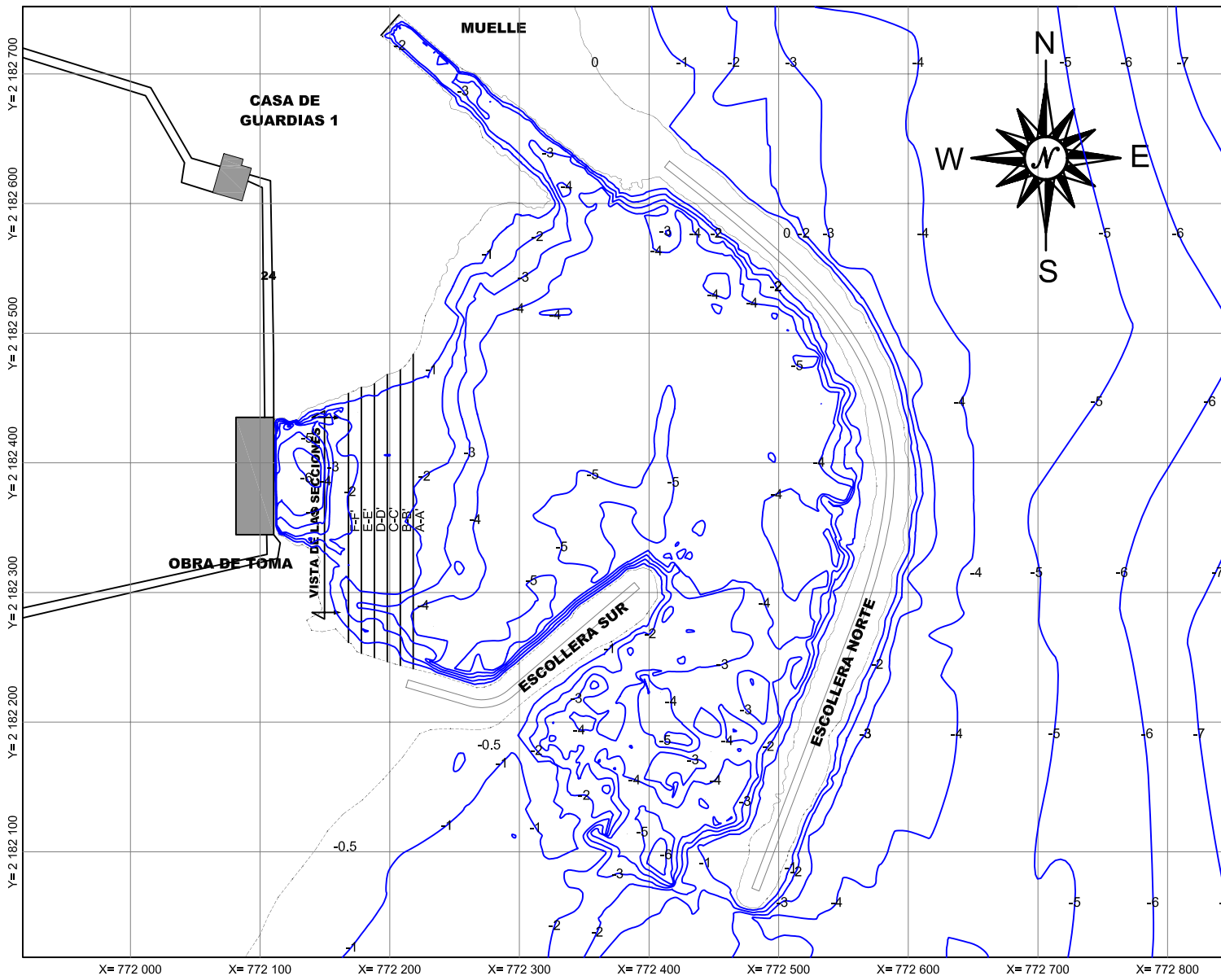


ESCOLLERA Y DARSEA, OBJETO DE ESTUDIO SUP. APROX. :17,2 has



Imágenes ©2015 DigitalGlobe,Datos del mapa ©2015 Google,INEGI 100 m

PRODUCTO FINAL



SIMBOLOGÍA	
	EJE DE COORDENADAS
	ISOBATA
-4.25	PROFUNDIDAD
	ESPEJO DE AGUA
	ÁREA DE DRAGADO DE LOS CANALES 23, 580.80 m ²
	ÁREA TOTAL DE DRAGADO POR LA DRAGA DE C.F.E. 28, 181.20 m ²

NOTAS

- SE EMPLEARON COORDENADAS UTM, WGS-84
- LA EQUIDISTANCIA DE LAS ISOBATAS @ 1m.
- LAS COTAS ESTAN REFERIDAD AL N.M.M.
- LA BATIMETRÍA SE REALIZÓ LOS DIAS, 15, 17 Y 18 DE SEPTIEMBRE DEL 2014.

ESCALA GRÁFICA

 ESCALA 1 : 5,000

FECHA — 03 — COTUBRE — 2014
 No. DE PLANO — IA — DB — SEC - 02 - 2013

INGENIERÍA AMBIENTAL

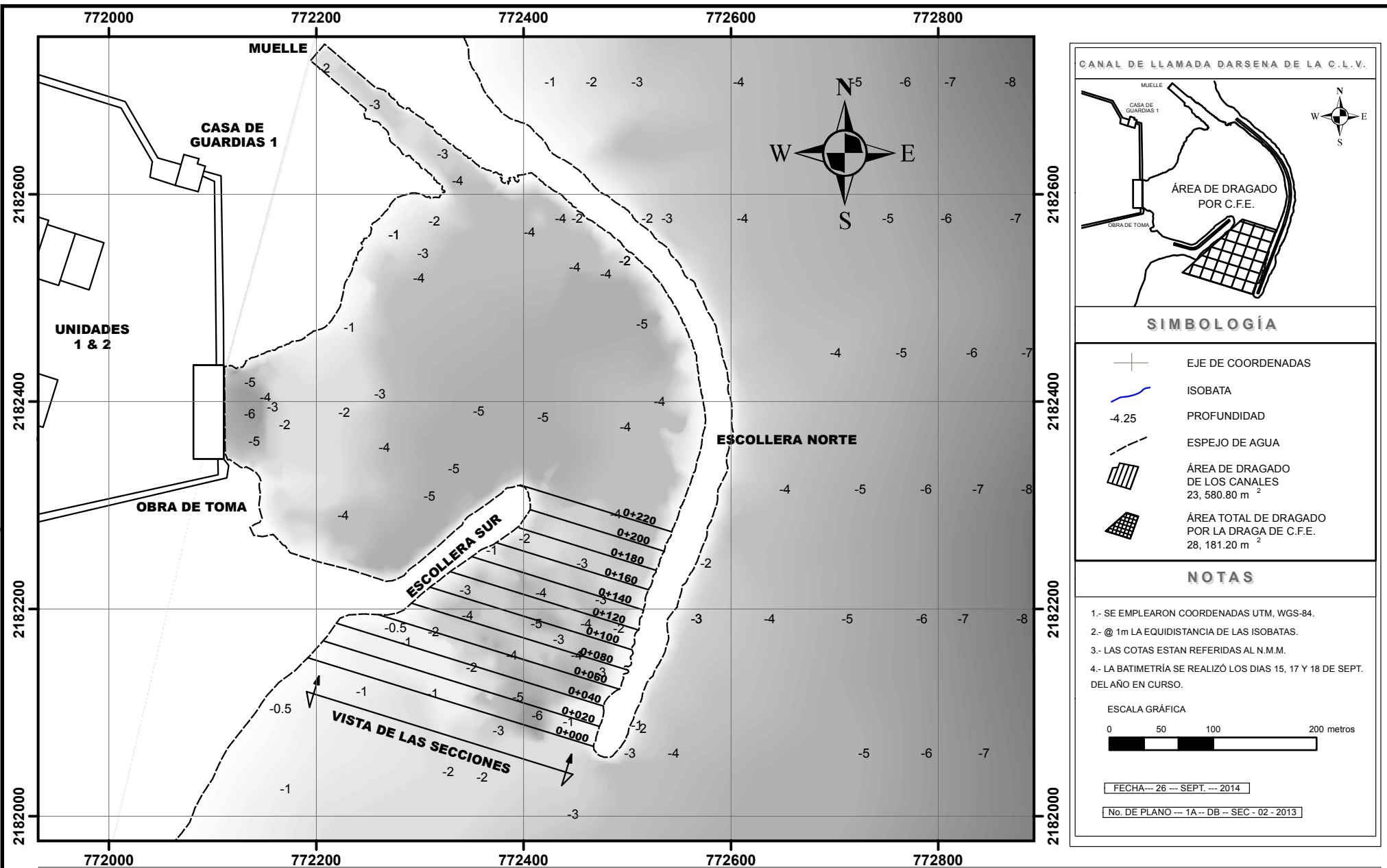
ESTUDIOS DE SITIO

SECCIONES FRENTE A OBRA DE TOMA DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2014

EJECUTÓ LCA Rodrigo Mancilla Osorio.

Vo. Bo. : Biol. Alicia Martínez Cortes.

HOJA 2 DE 29



SIMBOLOGÍA

	EJE DE COORDENADAS
	ISOBATA
-4.25	PROFUNDIDAD
	ESPEJO DE AGUA
	ÁREA DE DRAGADO DE LOS CANALES 23, 580.80 m ²
	ÁREA TOTAL DE DRAGADO POR LA DRAGA DE C.F.E. 28, 181.20 m ²

- NOTAS**
- SE EMPLEARON COORDENADAS UTM, WGS-84.
 - @ 1m LA EQUIDISTANCIA DE LAS ISOBATAS.
 - LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL N.M.M.
 - LA BATIMETRÍA SE REALIZÓ LOS DIAS 15, 17 Y 18 DE SEPT. DEL AÑO EN CURSO.
- ESCALA GRÁFICA
-
- FECHA --- 26 --- SEPT. --- 2014
- No. DE PLANO --- 1A --- DB --- SEC - 02 - 2013

INGENIERÍA AMBIENTAL

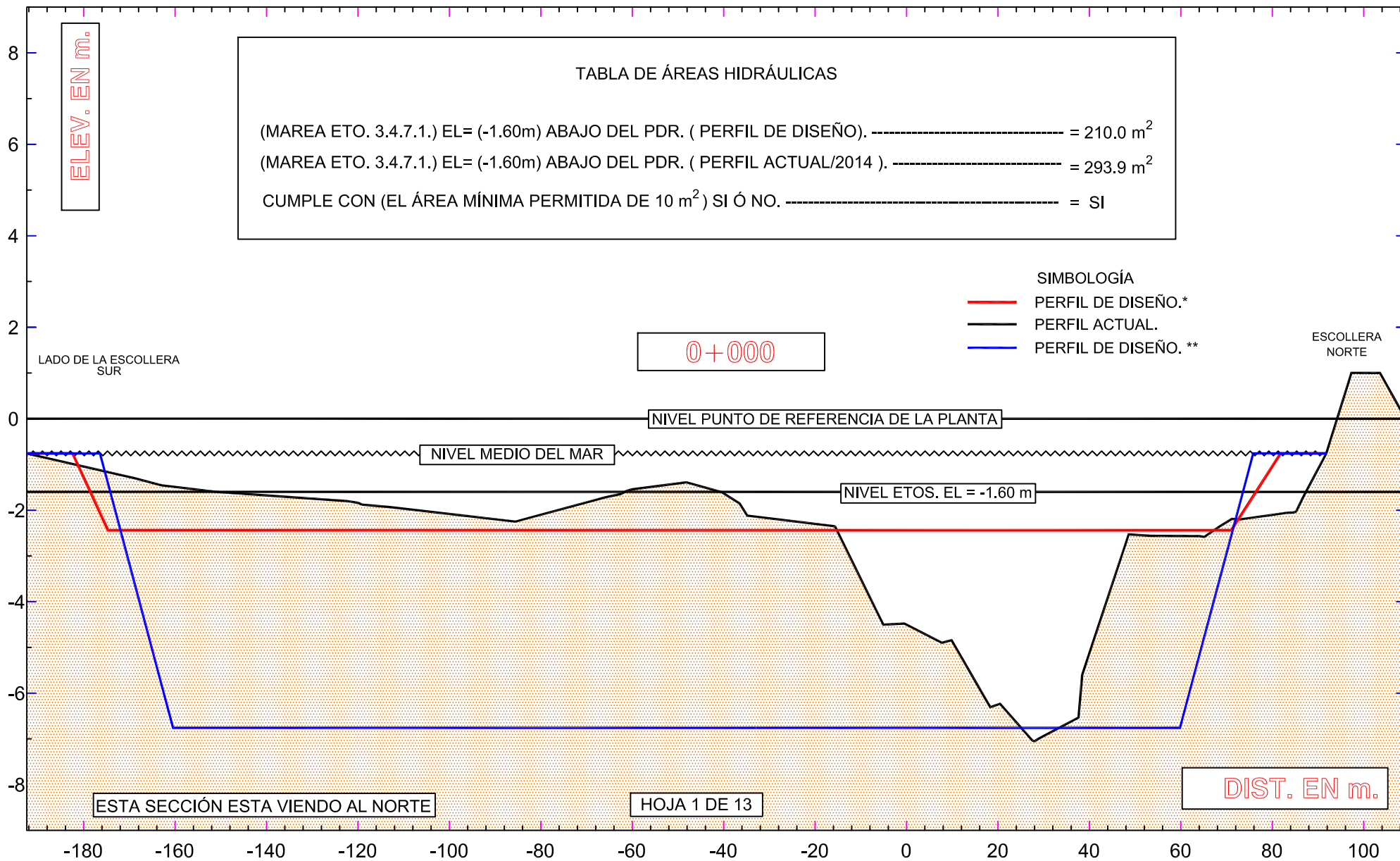
ESTUDIOS DE SITIO

BATIMETRÍA DE LA DARSENA Y BOCANA DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2014

EJECUTÓ LCA Rodrigo Mancilla Osorio

Vo. Bo. Biol. Alicia Martínez Cortes

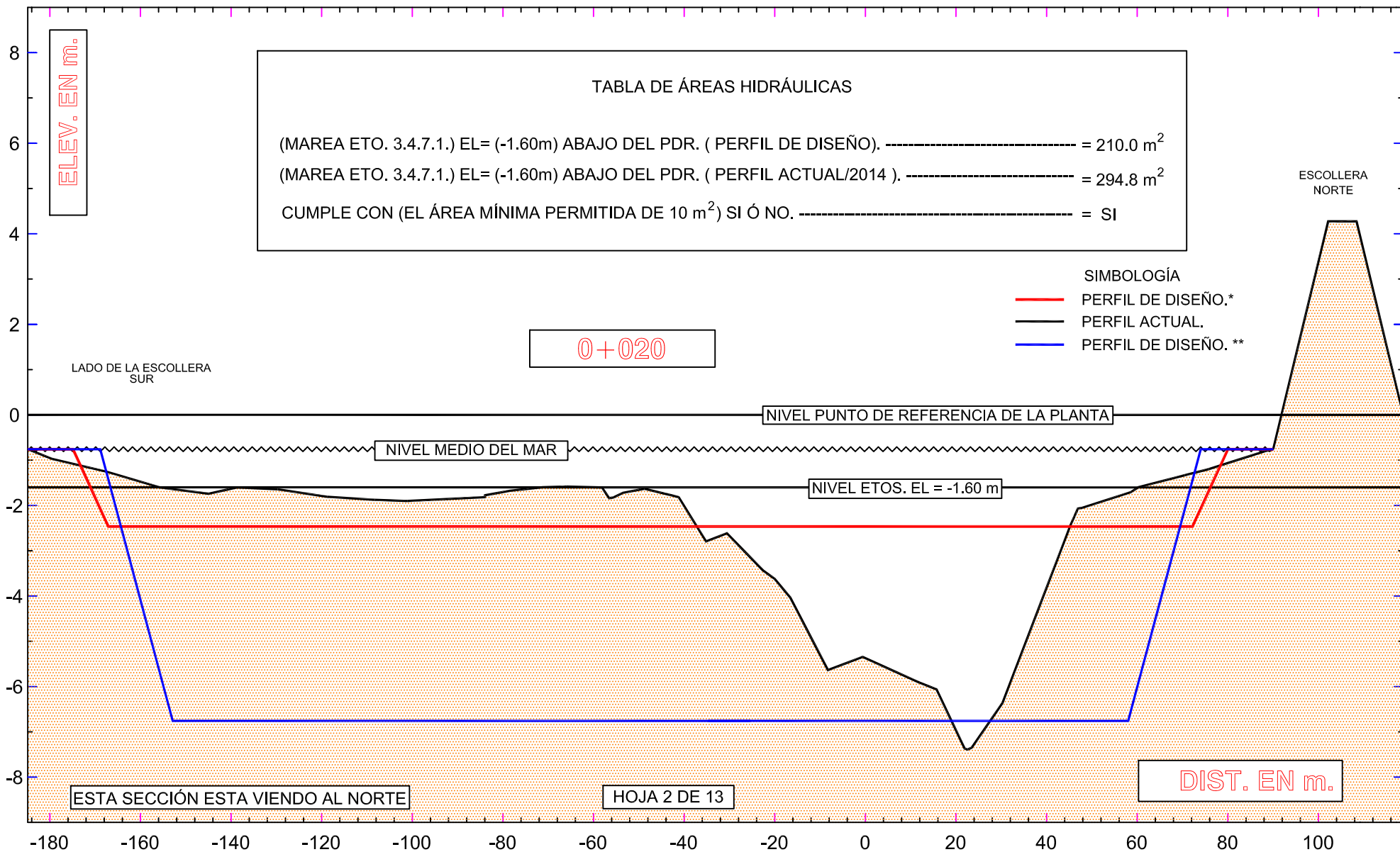
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

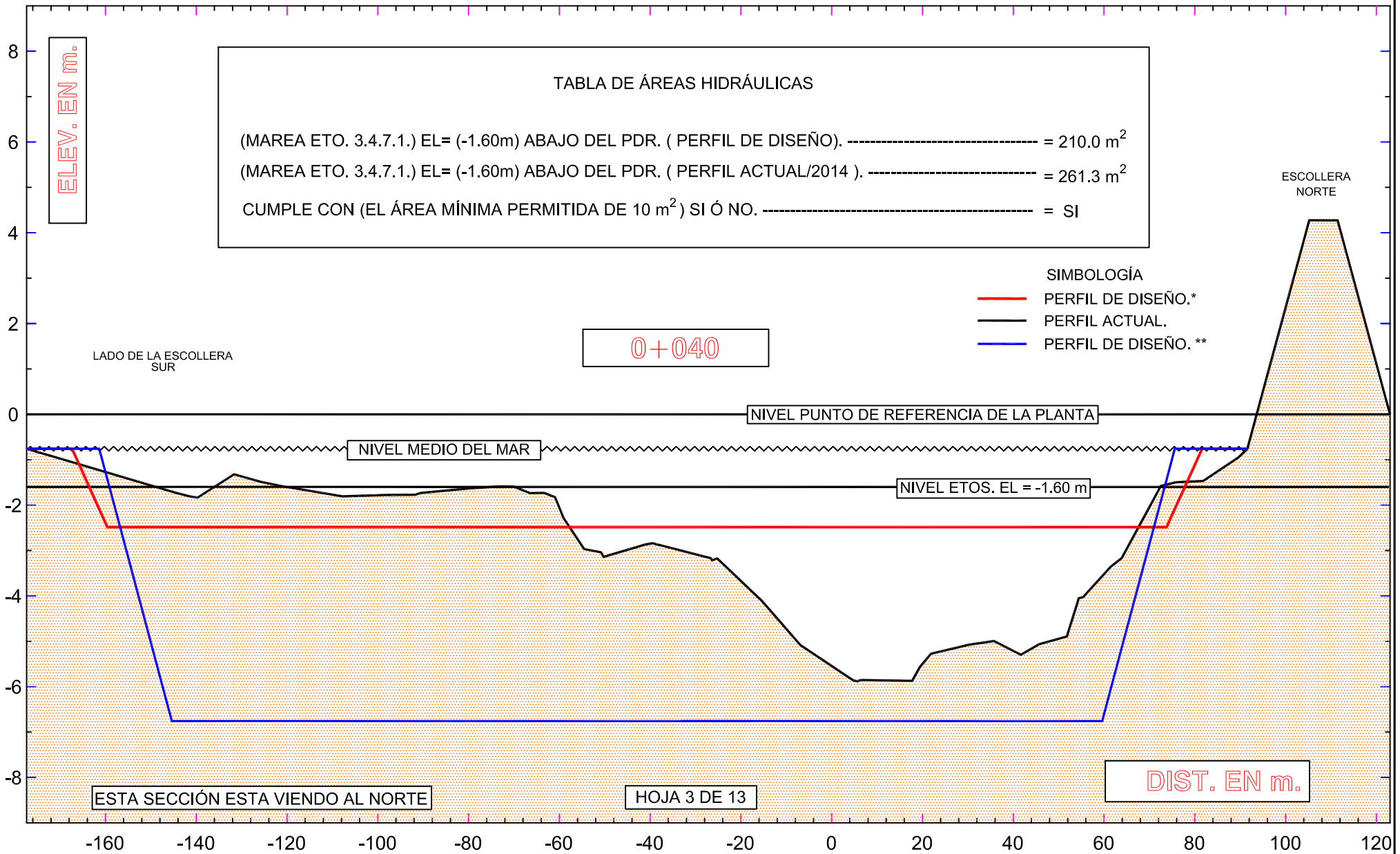
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

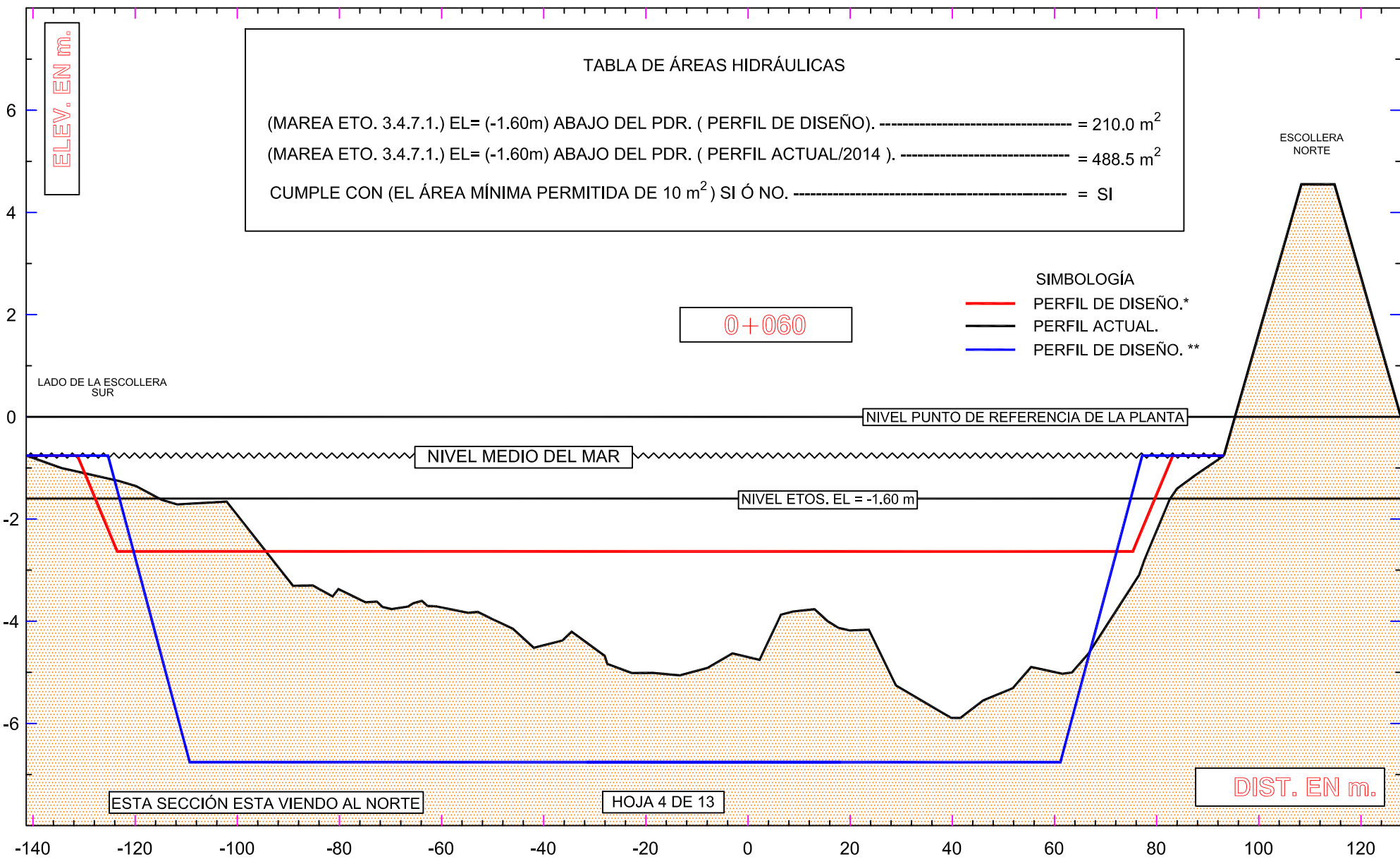
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014

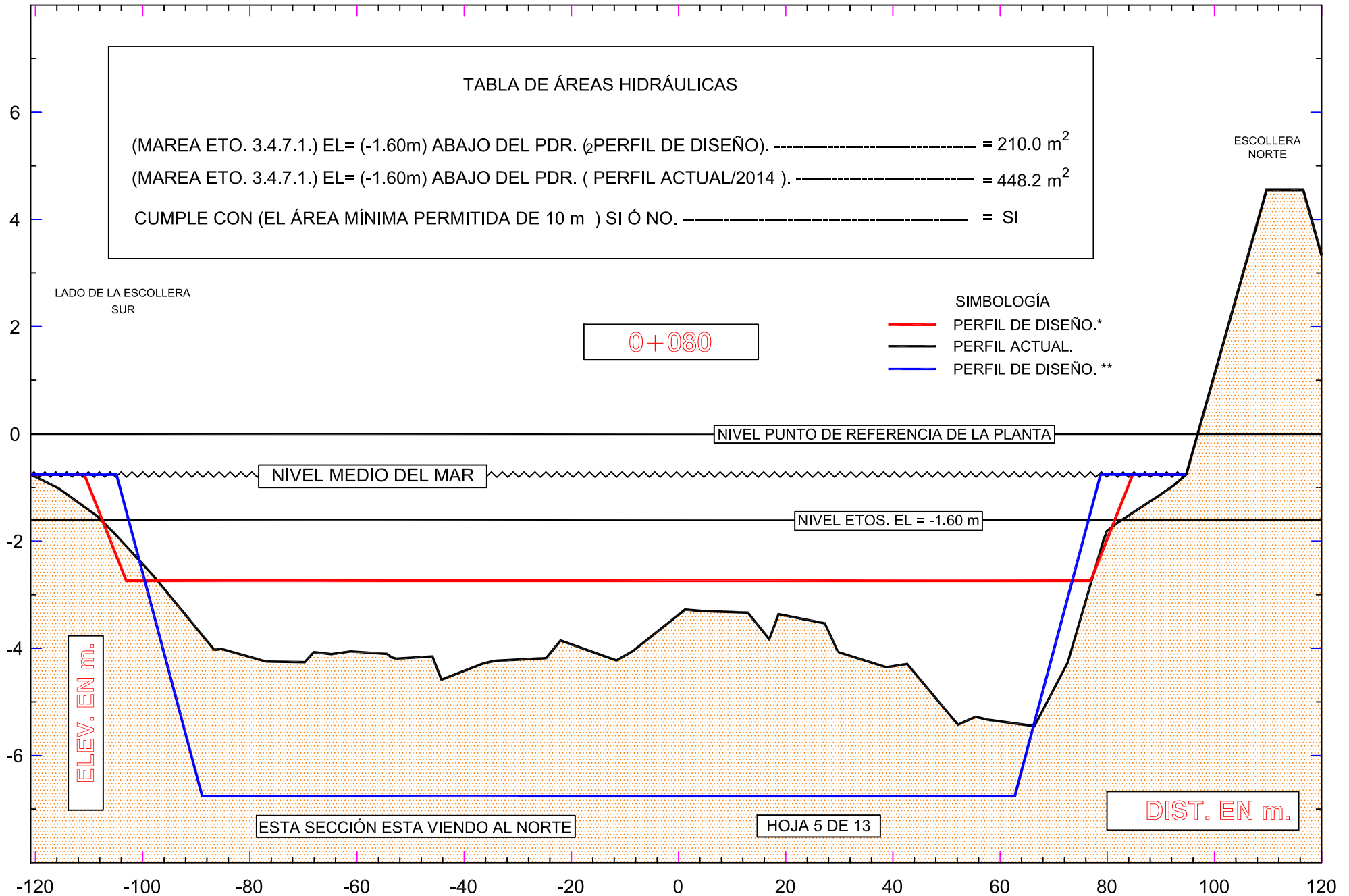


* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).
 ** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014

TABLA DE ÁREAS HIDRÁULICAS

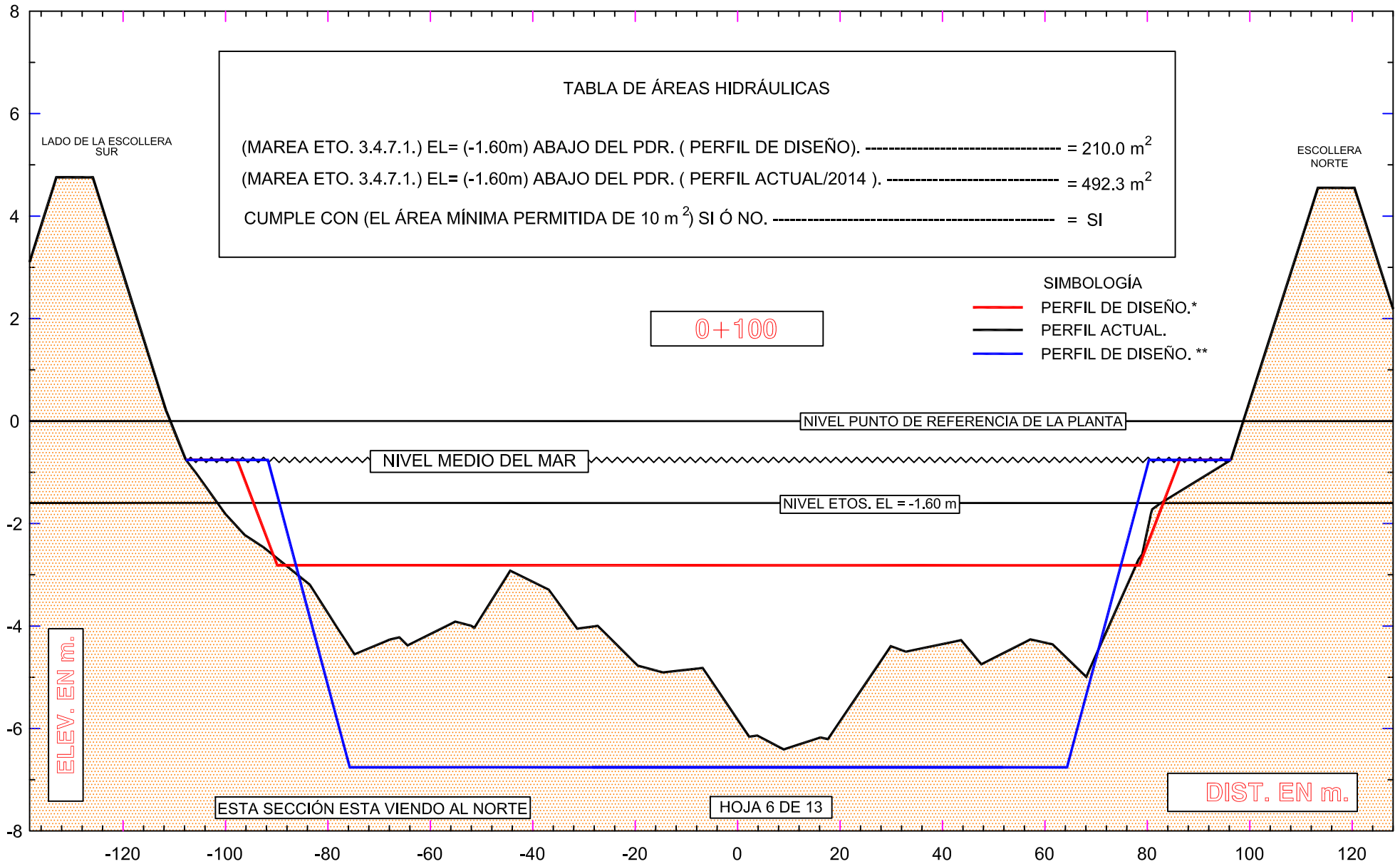
(MAREA ETO. 3.4.7.1.) EL= (-1.60m) ABAJO DEL PDR. (¿PERFIL DE DISEÑO).	-----	= 210.0 m ²
(MAREA ETO. 3.4.7.1.) EL= (-1.60m) ABAJO DEL PDR. (PERFIL ACTUAL/2014).	-----	= 448.2 m ²
CUMPLE CON (EL ÁREA MÍNIMA PERMITIDA DE 10 m) SI Ó NO.	-----	= SI



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

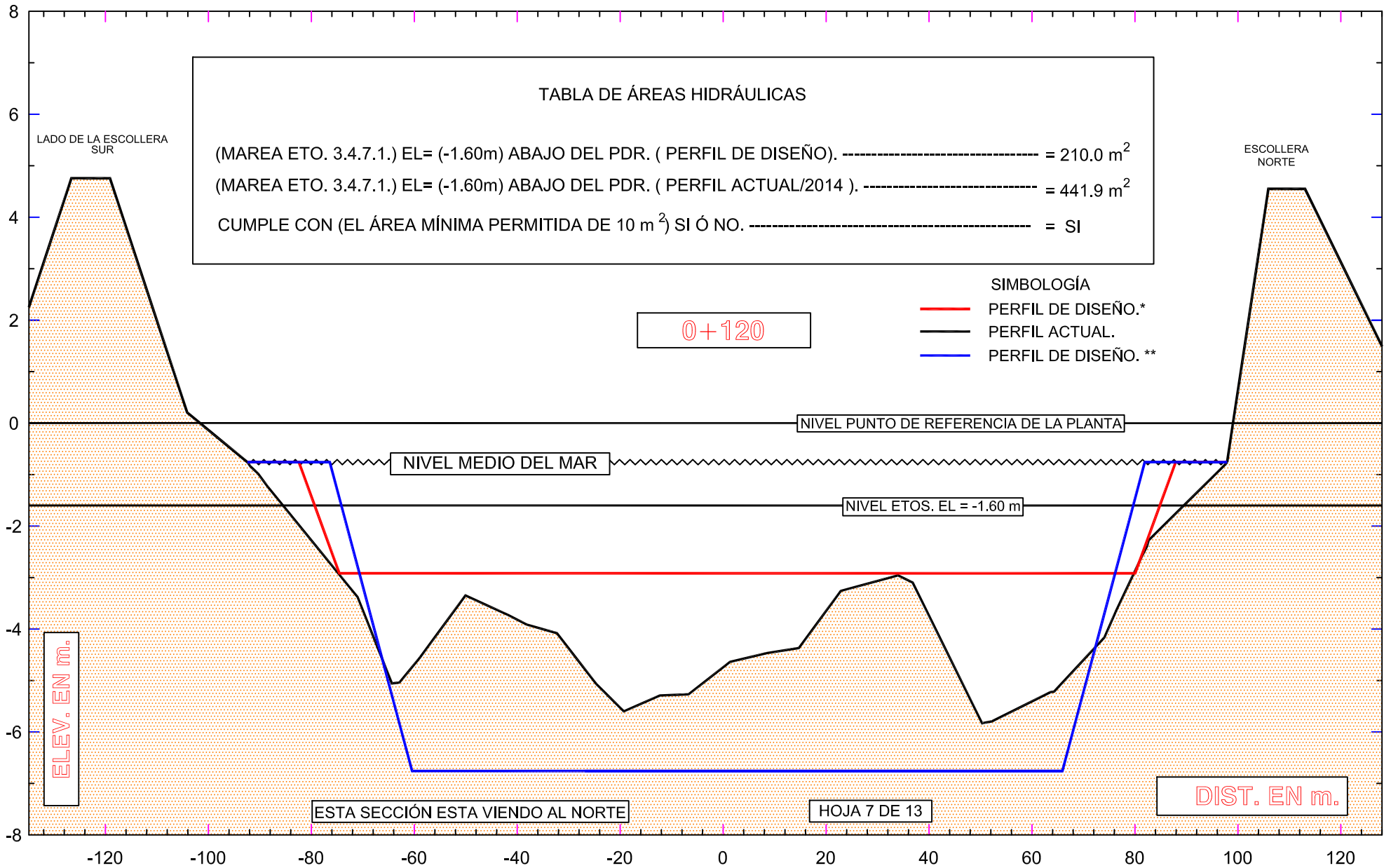
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

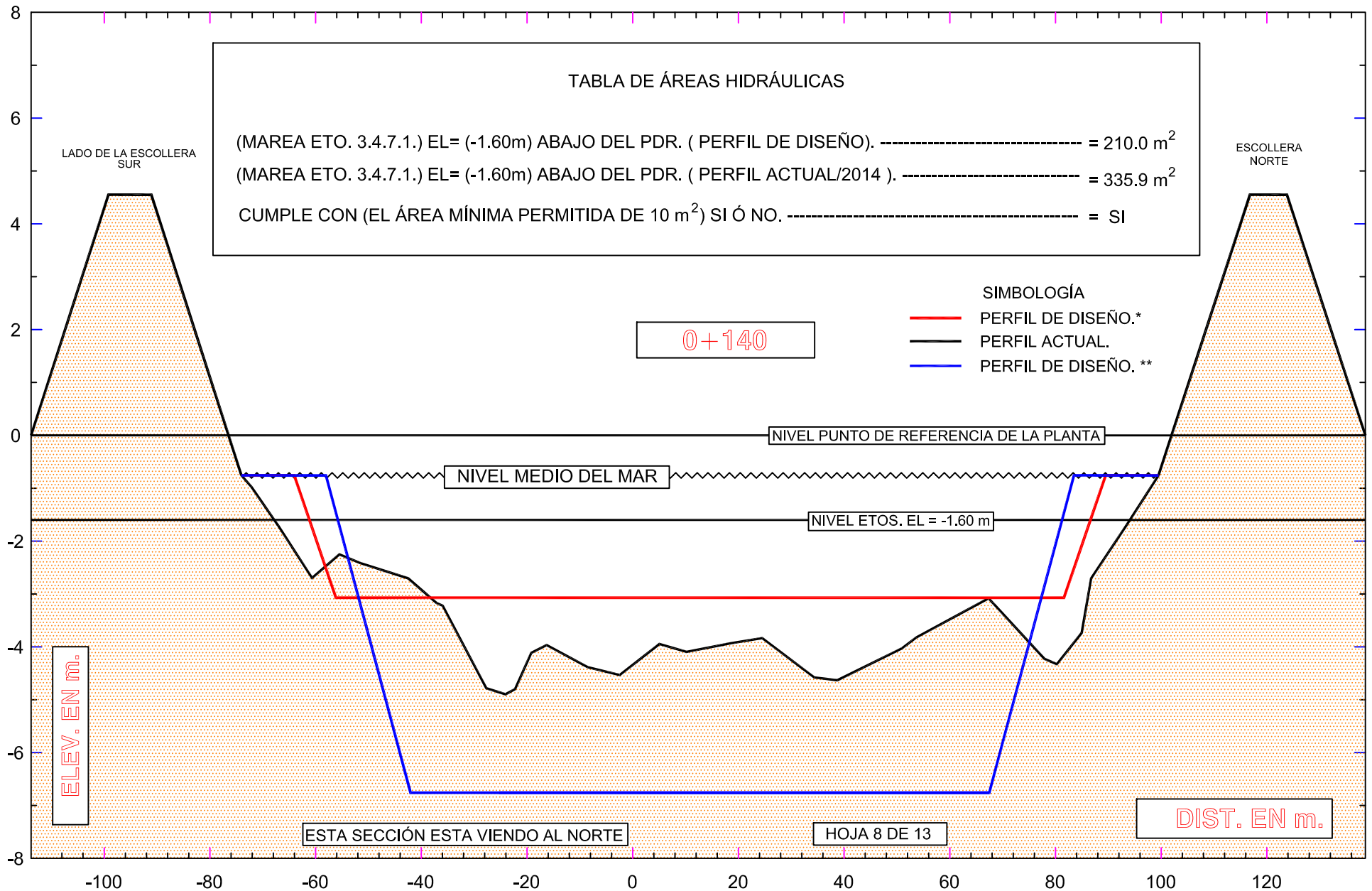
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

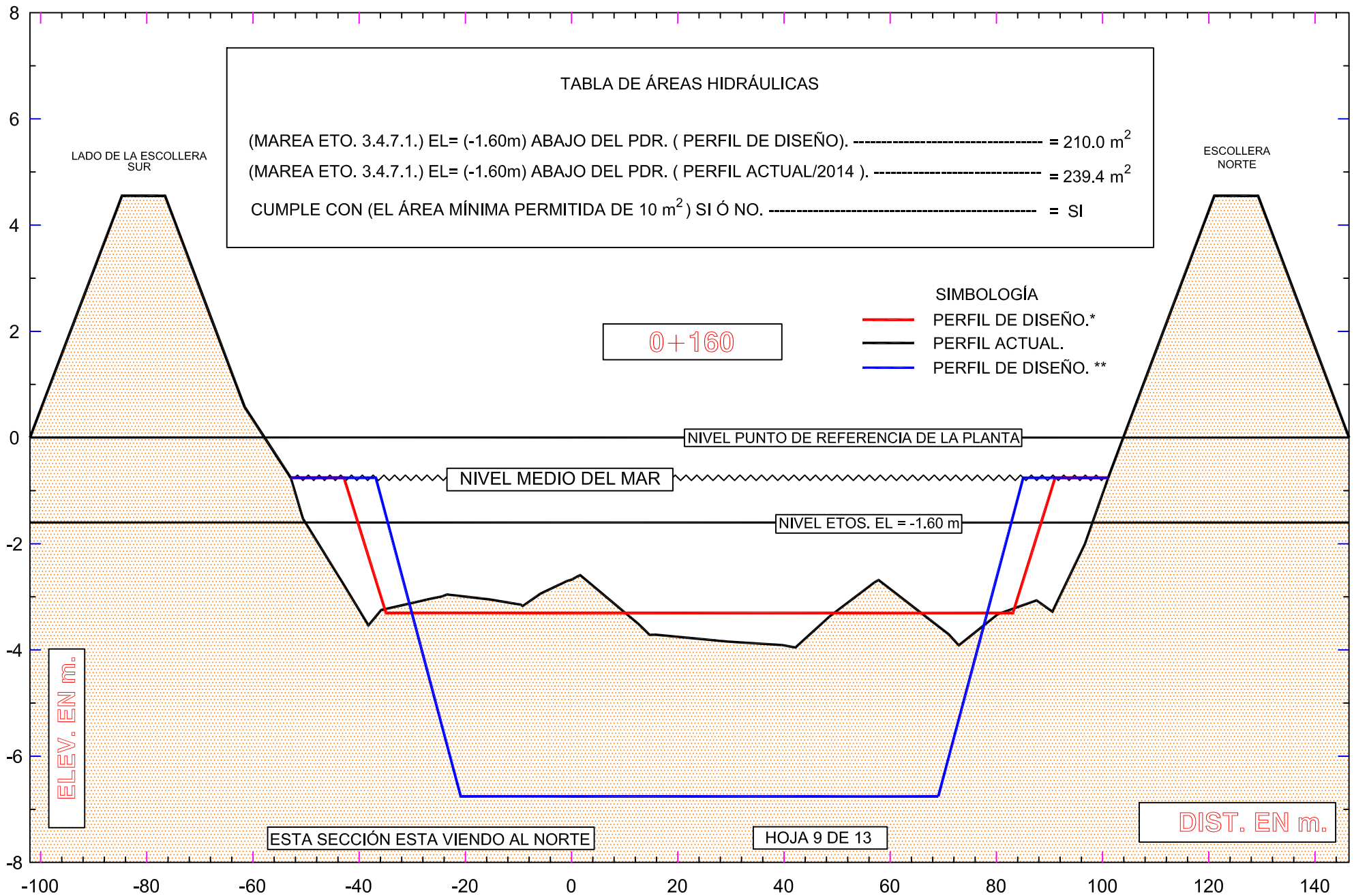
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

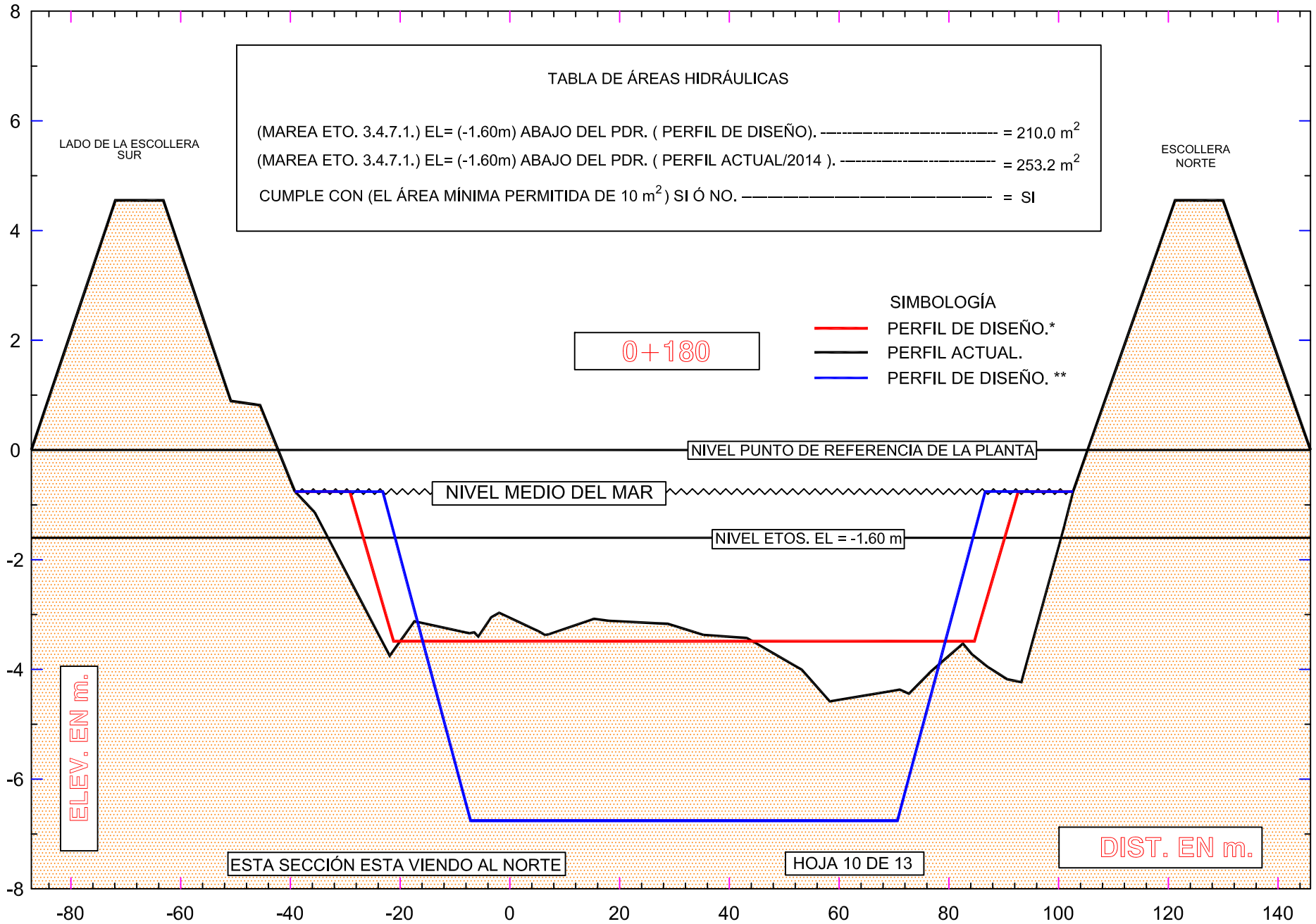
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

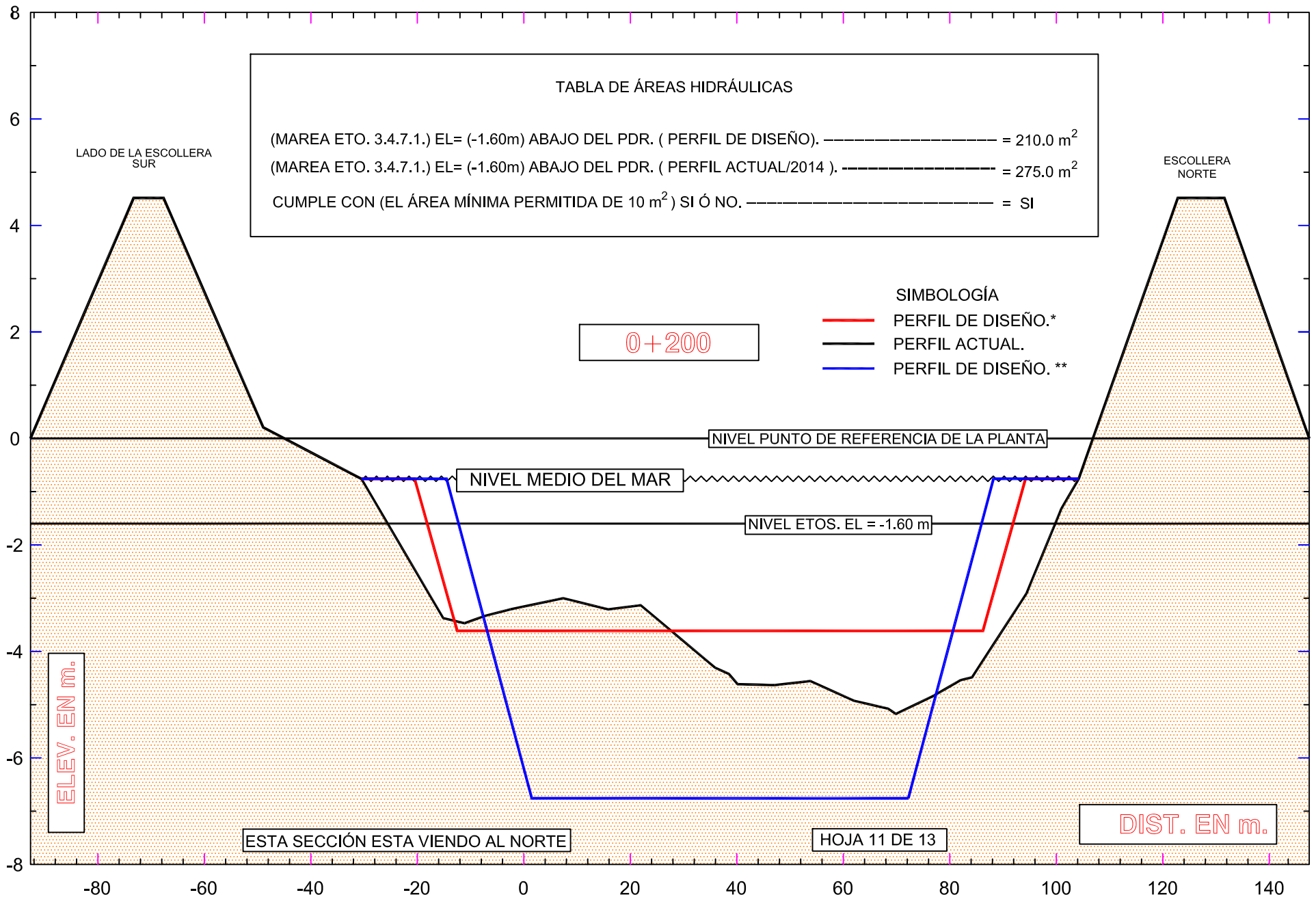
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

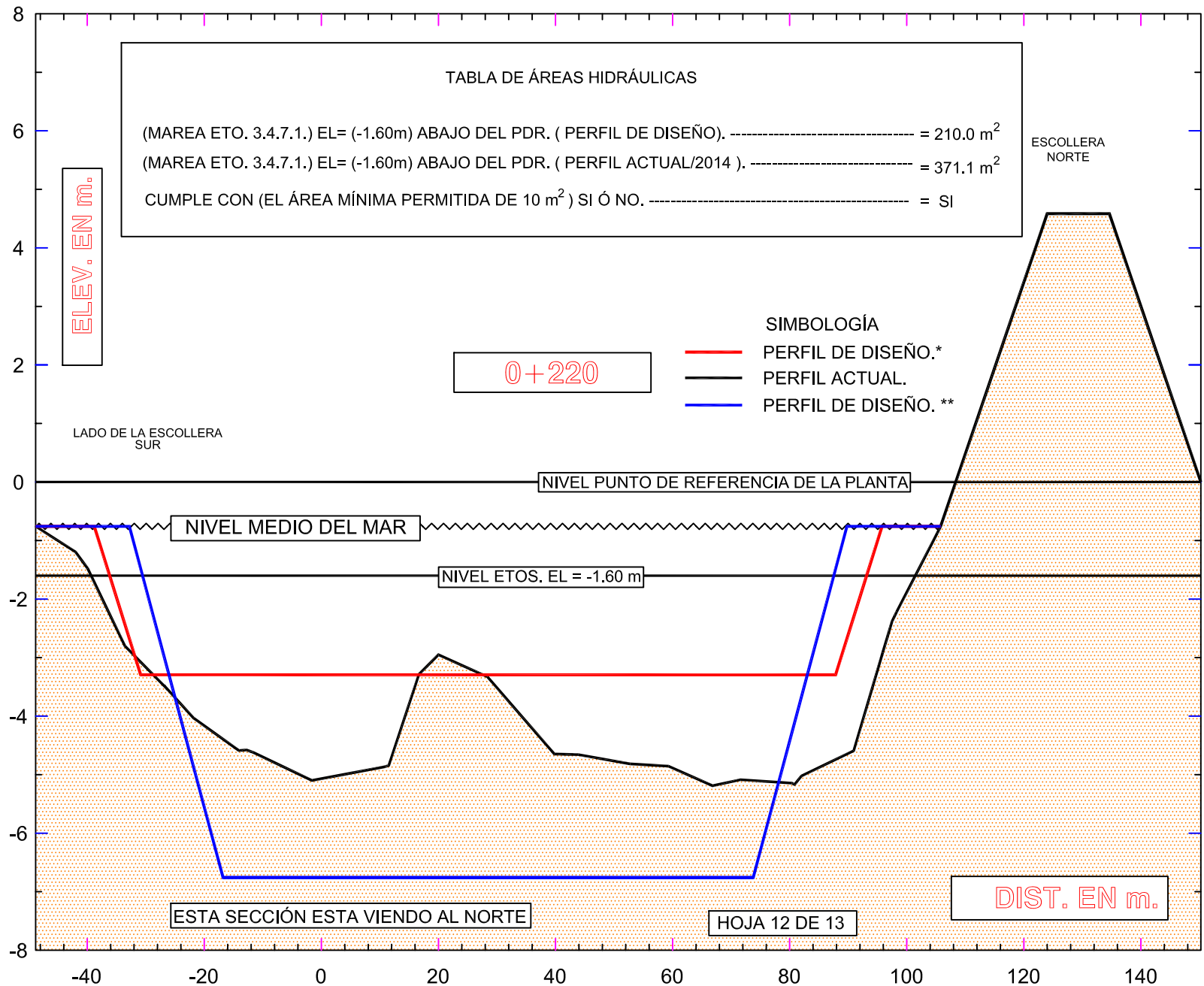
SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.

SECCIÓN DE LA BOCANA DE SEPTIEMBRE DEL 2014



* SEGÚN LA MEMORIA DE CÁLCULO (N-1, M-07 Y EL PROCEDIMIENTO IS-5780).

** PROPUESTO POR INGENIERÍA EN SISTEMAS SEGÚN OFICIO GCN / SI / INGSIS / 0220 / 2014.