



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN.**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

**“ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE
TABLESTACAS”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL.**

Autor: DIEGO SEBASTIÁN MOLINA ANDRADE

Director: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE SÁNCHEZ

2017

DECLARACIÓN

Yo, Diego Sebastián Molina Andrade, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Diego Sebastián Molina Andrade

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Sebastián Molina Andrade, bajo mi supervisión.

Ing. Msc. Luis Mario Almache Sánchez

DIRECTOR

DEDICATORIA

A lo largo de nuestra vida vamos coleccionando triunfos y fracasos para conseguir superar cada etapa que se nos presenta, pasamos por una serie de obstáculos que nos van formando el carácter y definiéndonos como personas, sin embargo durante este recorrido vamos compartiendo con personas que de alguna manera van convirtiéndose en parte fundamental de nuestra vida, es por eso que dedico este pequeño triunfo que no es más que el inicio del sacrificio y la dedicación que da el comienzo a un nuevo camino por descubrir.

Anita y Leonardo, con su esfuerzo, sacrificio y confianza depositada en mí, me dieron la fuerza para levantarme con la convicción de ser una mejor persona, hacen que todos los momentos compartidos sirvan para alcanzar los objetivos propuestos, por todo lo que representan en mi vida les dedico el resultado de todos de mis logros, gracias Mamá y Papá.

Alfonso, por su comprensión y cariño a lo largo de los años ha ido dejando durante el trayecto la clara idea de que, en la vida, el trabajo, el compromiso, la dedicación y el amor son fundamentales para emprender los proyectos de la vida, gracias Abuelito.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quisiera agradecer a mis padres quienes siempre me apoyaron a lo largo de mi vida incondicionalmente, con la firme convicción de buscar mi beneficio, no existen palabras para expresar el agradecimiento hacia mi mamá por enseñarme el ejemplo de rectitud, carácter, valentía y compromiso, que puede dar una madre por el amor a sus hijos; y de igual manera a mi papá que con su vivo ejemplo de dedicación, sacrificio y trabajo duro ha demostrado lo que un padre podría dejar por el bienestar de sus hijos. Muchas gracias mami y papi los quiero mucho.

A mis hermanos por el apoyo brindado en cada circunstancia, las palabras de aliento y el cariño han sido fundamentales en el recorrido de mi vida.

A la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Cuenca, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de superarme académicamente, además a los distinguidos docentes quienes, con su ética, profesionalismo y el don para compartir su conocimiento formando día a día profesionales y sobre todo personas de éxito.

A mi director el Ing. Mario Almache, quien con su experiencia y comprensión ha sabido guiar el proceso para culminar el presente trabajo, agradezco el tiempo brindado, los consejos y la información que ha sabido compartir.

Al Ing. Kevin Fraiser, Especialista del Terminal Puertearía de Yurimaguas, por la colaboración y facilidades prestadas para culminar este trabajo de investigación.

Agradezco a la Universidad católica de Cuenca, a los maestros y compañeros por su compañía y apoyo, especialmente al Ing. Juan Sola por sus consejos y guía.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en el presente trabajo, Gracias.

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	1
ABSTRAC	2
INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	6
Objetivo General:	6
Objetivos Específicos:	6
METODOLOGÍA	7
CAPITULO I	8
SISTEMAS DE TABLESTACAS	8
1.1 TABLESTACAS	9
1.1.1 USO.....	9
1.1.2 TABLESTACAS EN VOLADIZO.....	9
1.1.3 TABLESTACAS ANCLADAS.....	10
1.1.4 TABLESTACAS APUNTALEDAS.....	12
1.1.5 MATERIALES.....	13
1.1.6 TABLESTACAS METALICAS CONDICIONES GENERALES.....	13
1.1.7 FORMAS Y DIMENSIONES.....	14
1.1.8 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	14
1.2 NORMATIVA ECUATORIANA PARA EL CÁLCULO DE TABLESTACAS	14
1.2.1 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION:	14
1.2.2 NORMAS NTE INEN	15
1.3.3 NORMAS ASTM.....	15
1.2.4 ESTADOS LIMITE DE SERVICIO.....	17
1.2.4.1 ASENTAMIENTOS INMEDIATOS.....	17
1.2.4.2 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION.....	17
1.2.4.3 ASENTAMIENTO POR SISMO	18
1.2.5 PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL.....	18
CAPITULO II	21

CÁLCULO DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PORTUARIOE YURIMAGIAS-PERÚ	21
2.1 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	22
2.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	22
2.1.1.1 CONCEPTO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	22
2.1.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.	24
2.1.2.1 CONCEPTO CONTENIDO DE HUMEDAD.....	24
2.1.3 LÍMITE DE ATTERBERG	26
2.1.3.1 CONCEPTO DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG.....	26
2.1.4 CALIFORNIA BRATING RATIO (CBR).	28
2.1.4.1 CONCEPTO DE CBR.....	28
2.1.5 COMPRESIÓN NO CONFINADA.....	31
2.1.5.5 CONCEPTO DE COMPRESIÓN CONFINADA.....	31
2.1.6 CORTE DIRECTO.	32
2.1.6.1 CONCEPTO DE CORTE DIRECTO	32
2.1.7 PESO ESPECÍFICO DE LOS SOLIDOS.....	34
2.1.7.1 CONCEPTO DE PESO ESPECÍFICO.....	34
(Geoconsult S.A, 2012)	35
.....	36
(Geoconsult S.A, 2012)	36
2.1.8 RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO	37
2.1.8.1 DESCRIPCIÓN	37
2.1.8.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	37
2.1.8.3 PEFIL ESTRATIGRAFICO.....	39
2.1.8.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES	39
2.1.8.5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN LA ZONA DE MUELLE	40
2.1.8.6 CARGA AXIAL ADMISIBLE EN TABLESTACAS METÁLICAS	42
2.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.	46
2.2.1 TABLESTACADO DEL ANTEMUELLE FASE I	46
DATOS PARA EL DISEÑO:.....	46
PRESIÓN DEL SUELO DE RELLENO:	46
PRESIÓN DEL MATERIAL DE LIMO ML:	47
PRESIÓN TOTAL:.....	47
PROFUNDIDAD DE ACCIÓN:	47
CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD TEÓRICA:	48
CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD REAL:	49
LONGITUD TOTAL DE LA TABLESTACA:	49
CÁLCULO DE SECCIÓN NECESARIA DE LA TABLESTACA:.....	50
ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE GOLPES DE HINCADO:.....	52
DISEÑO DE LOSA DE ANCLAJE DE HORMIGON ARMADO.	56
DISEÑO DE VIGA DE ANCLAJE.....	58
CAPITULO III	60
ANÁLISIS DE RESULTADOS	60
3.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL DISEÑO.	61

3.1.1 CONCEPTO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	61
3.1.2 PRESUPUESTO DEL DISEÑO TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PORTUARIO YURIMAGUAS- PERÚ.	61
3.2 DATOS DEL DISEÑO ORIGINAL DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PUERTEARÍA YURIMAGUAS-PERÚ.	62
3.3 BASES PARA LA COMPARACIÓN DE DISEÑOS.	64
3.4 ANÁLISIS COMPARATIVO.	65
3.4.1 PROFUNDIDAD DE HINCADO DE TABLESTACA.	65
3.4.2 TABLESTACA DE DISEÑO.....	67
3.4.3 MARTILLO Y NÚMERO DE GOLPES.	68
3.4.4 LOSA Y VIGA DE ANCLAJE.	70
3.4.4.1 LOSA DE ANCLAJE.....	70
3.4.4.1 VIGA DE ANCLAJE.	72
3.5 MATRIZ DE COMPARACION DE PARES PARA RECOMENDACIÓN DE DISEÑO.....	73
CAPITULO IV.....	76
RECOMENDACIONES PARA EL CÁLCULO DE TABLESTACADOS.....	76
4.1 RECOMENDACIONES GENERALES.....	77
4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONTRUCCION DE TABLESTACADOS.	79
4.2.1 DESCRIPCIÓN.....	79
4.2.2 MATERIALES.....	79
4.2.3 EQUIPO.....	79
4.2.4 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.....	80
4.2.4.1 PREPARACIÓN PARA EL HINCADO.....	80
4.2.4.2 HINCADO.....	81
4.3 USOS DE TABLESTACAS.	82
4.3.1 TABLESTACADOS EN EL MUNDO.....	82
CONCLUSIONES.....	I
RECOMENDACIONES.....	II
BIBLIOGRAFÍA.....	III
ANEXOS.....	V
PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	V
TABLESTACA DE DISEÑO NEC.....	VI
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	VII

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es obtener una metodología de cálculo para el diseño de tablestacas, tomando la “Fase I terminal Puertearía Yurimaguas-Perú” se realizó un análisis comparativo con un nuevo diseño realizado con la aplicación de la normativa ecuatoriana. Los resultados ayudan a comprender mejor el funcionamiento de un sistema de tablestacado y pueden ser considerados para la construcción de cimentaciones profundas en el Ecuador como una herramienta de notable utilidad.

La primera parte de esta investigación, engloba una introducción sobre el origen de las tablestacas y la evolución que han tenido en la construcción, obteniendo ya diversos tipos de tablestacados dependiendo de la finalidad y la importancia que tenga la obra, para finalmente concluir con un listado completo de todas las normativas consideradas dentro del diseño en nuestro país.

En la parte medular de este trabajo, entra en juego los diversos estudios de laboratorio que se requieren previo al emplazamiento de un proyecto de esta magnitud, donde se explica el concepto general de cada ensayo de laboratorio y su objetivo. Posterior a los resultados de laboratorio, se aplica el modelo de diseño a utilizar, acorde al tipo de estratificación del suelo de emplazamiento, en donde como antesala se tiene el perfil estratigráfico del sector y del cual se calculan las cargas admisibles del terreno, aquí se explican las bases de cálculo para la obtención de los resultados de mayor relevancia.

A partir de los resultados obtenemos el presupuesto referencial de este proyecto en el caso de ser emplazado en el Ecuador y una idea clara de la diversidad de la utilización del tablestacado.

PALABRAS CLAVE: SISTEMA TABLESTACADO, TABLESTACADO EN VOLADIZO, CIMENTACIÓN PROFUNDA, CARGA ADMISIBLE, ESTRATIFICACIÓN DEL SUELO

ABSTRAC

The aim of this research is to obtain a calculation methodology for the design of sheet piling, taking the "Phase I of the Puertearía Yurimaguas-Peru Terminal" a comparative analysis was carried out with a new design made applying Ecuadorian regulations. The results aid to understand a sheet piling system operation better and can be considered in the building of deep foundations in Ecuador as a tool of certain usefulness.

The first part of this research, includes an introduction on the basis of the sheet piles and the evolution they have had in construction, obtaining several types of sheet piling and depending on the purpose and importance of the building, to finally conclude with a complete list of all the regulations considered in our country within the design.

The core of this research, comes from several laboratory studies required prior to the building of a project, where the general model of each laboratory test and its purpose is explained. After the laboratory results, the design model to be used is applied according to the type of stratification of the site soil, whereas a prelude of the stratigraphic profile of the sector and from which the admissible land loads are calculated, here the bases of calculation are explained to obtain relevant results.

From the results, the referential budget of this project was obtained in case of being located in Ecuador and a clear idea of the diversity of the use of sheet piling.

KEY WORDS: SHEET PILING SYSTEM, OVERHANG SHEET PILING, DEEP FOUNDATION, ADMISSIBLE LOAD, STRATIFICATION OF THE SOIL

INTRODUCCIÓN.

En base a los problemas de antaño que presentaban las excavaciones para la construcción de diversas obras ingenieriles, ya sea estas cimentaciones, muros deflectores, protecciones fluviales, estabilización de terrenos, protección de riveras de ríos, lagos, mares, muros de contención, entre otros, que requieren una cimentación profunda para su desplante, surgió la necesidad de buscar nuevos métodos que ayuden a solucionar estos inconvenientes.

La necesidad de construir estructuras subterráneas en suelos blandos y granulares en ocasiones bajo el nivel freático, han obligado por un lado a buscar métodos que conjuguen la buena ejecución en obra y por otro lado mantengan inalterado la estructura del suelo en las estructuras vecinas.

Es así que el proceso de utilización de tablestacas se remonta a principios del siglo pasado. La historia está estrechamente vinculada con Tryggve Larssen, topógrafo que fundamentó los principios de construcción del edificio de gobierno en Bremen, que inventó las Pantallas de tablestacas hechas con perfiles laminados con una sección transversal en forma de canal. En 1902 el llamado tablestacas Larssen, conocido como tal a partir de esta fecha en adelante, utilizó como una estructura de línea de tablestacas de perfil hincadas en Hohentorshafen en Bremen, y todavía están haciendo su trabajo para el día de hoy.

Con los años, la evolución en curso en los grados de acero, de sección, formas y técnicas de construcción han dado lugar a una amplia gama de aplicaciones para tablestacas, las mismas que incluyen: asegurar excavaciones, estructuras viales, puertos, vertederos, recintos de tierra contaminados y sistemas de protección contra inundaciones.

Las tablestacas son un tipo de pantalla o estructura de contención flexible, formadas por elementos prefabricados que suelen ser de acero, aunque también existen otros materiales; sus elementos prefabricados se hincan en el terreno mediante vibración o golpeo.

Constituyen una estructura de contención flexible, definitiva o temporal (recuperable), que permiten realizar excavaciones de cualquier tipología: talud, zanja, pozo,

sótano, etc., adaptándose a cualquier forma o dimensión en planta. También se puede utilizar el tablestacado como encofrado.

Se utilizan fundamentalmente para el sostenimiento lateral del terreno y sobre todo, en presencia de nivel freático, sirve para delimitar espacios y funciones en terrenos con desniveles. En ocasiones el uso de tablestacas ofrece ventajas frente a otros sistemas de contención tradicionales (por ejemplo los muros pantalla), tales como el aumento de los rendimientos en la ejecución de su obra y un mejor acabado de los elementos hormigonados.

Se entiende por pantalla de tablestacas combinada la compuesta por elementos primarios y secundarios. Los elementos primarios están formados normalmente por pilotes metálicos, situados en el terreno a intervalos equidistantes. Los elementos secundarios son generalmente perfiles metálicos de tablestaca que se disponen en el espacio intermedio entre los elementos primarios.

JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto se limita a la elaboración del cálculo y diseño de la Fase I del sistema de tablestacado del “Terminal Puertearía de Yurimaguas-Perú”, a partir del cual se realizará un análisis comparativo con los resultados obtenidos por los ingenieros que realizaron el cálculo de este proyecto en dicho sector.

Para el cálculo del tablestacado se utilizarán las normas vigentes en la actualidad con lo cual se seleccionarán los factores de seguridad y diseño a usar, para los distintos aspectos técnicos que se hizo en el estudio de acuerdo a los requerimientos.

Teniendo como base para la elaboración del cálculo los valores de estudios de suelo como: clase de suelo, densidad del suelo, corte directo, cbr, compresión no confinada, etc.

En el análisis comparativo se evaluarán diferentes valores obtenidos en el diseño, y los resultados que ya obtuvieron en el estudio, con la finalidad de comprobar y obtener una base para el cálculo de tablestacas a futuro. La realización del diseño con la normativa ecuatoriana, parte de la inclusión de conocimientos básicos y técnicos que serán abordados para la comprensión total de la metodología de cálculo.

Debido a que este estudio fue realizado con anterioridad, la principal finalidad es desarrollar los parámetros para poder comprender la metodología de cálculo y poder comprender los valores obtenidos por los técnicos.

Desde este contexto, se puede presentar una herramienta con la cual se podrían entender los procedimientos para la elaboración de diseños de tablestacas considerándolas una alternativa tanto económicamente rentable como viable para la solución de problemas de cimentación interna.

OBJETIVOS.

Objetivo General:

- ✓ Realizar un análisis comparativo para el diseño de tablestacas.

Objetivos Específicos:

- ✓ Elaborar un marco teórico básico para la comprensión de todos los términos relacionados con el cálculo de tablestacas.
- ✓ Diseñar un sistema de tablestacado.
- ✓ Obtener parámetros fundamentales de diseño que deberán ser interpretados con criterio técnicos de mecánica de suelos.
- ✓ Realizar un análisis comparativo entre nuestro diseño y el obtenido por los encargados de elaborar los cálculos de este sistema.

METODOLOGÍA.

El presente trabajo investigativo siguió diferentes etapas que contribuyeron a la conclusión satisfactoria de cada uno de sus capítulos, teniendo en cuenta que para su realización se tendrá que ir cumpliendo cada uno de sus objetivos secundarios, para estos propósitos tomaremos como referencia libros relacionados con el cálculo de tablestacas y mecánica de suelos, lo que será una revisión bibliográfica de los temas, tomando en cuenta las normas vigentes para cada calculo.

1. Obtención de datos calculados.
 - Revisión de los datos de laboratorio.

2. Comprensión del marco teórico sobre mecánica de suelos y tablestacas.
 - Tipos de suelos.
 - Clasificación de los suelos.
 - Criterios de diseño de tablestacas.
 - Normativa ecuatoriana.

3. Diseño del sistema de tablestacas.
 - Evaluación de la normativa vigente Cálculo de tablestacado.

4. Análisis comparativo de diseños de tablestacas.
 - Comparación de diseños.
 - Matriz de comparación.

5. Recomendaciones para el proceso de cálculo.
 - Evaluación del proceso constructivo.

CAPITULO I

SISTEMAS DE TABLESTACAS

CAPITULO 1

SISTEMAS DE TABLESTACAS

1.1 TABLESTACAS.

1.1.1 USO.

La construcción de tablestacas es una técnica que se utiliza desde hace ya varias décadas en el campo de las obras marítimas y es aplicable también a la construcción de entibados para excavación de sótanos con edificaciones y otras estructuras. Los avances tecnológicos han permitido que se empleen cada vez más en nuevos campos de aplicación como por ejemplo, muros de contención de tierra, estribos de puentes de carretera, túneles, vías subterráneas, etc. Esto se debe, entre otras cosas, al desarrollo de métodos de cálculo de esfuerzos y desplazamientos que permiten predecir el comportamiento estructural teniendo en cuenta el proceso constructivo y las interacciones entre los distintos elementos. Los sistemas de tablestacas se clasifican en 3 tipos básicos: voladizo, ancladas y con apuntalamientos. (Tituaña, 2015)

1.1.2 TABLESTACAS EN VOLADIZO.

Este tipo de tablestacas en voladizo son ideales hasta alturas de 5 metros ya que a una mayor altura medida desde la línea de dragado o fondo de excavación se necesitaría una mayor profundidad de empotramiento pudiendo encarecer el proyecto. Estas estructuras se comportan como una viga en voladizo perfectamente empotrada donde se supone que no existen desplazamientos en la base y el suelo es el que reacciona al cortante y momento producto del empuje activo del suelo. Para empotrar la tablestaca en el suelo se necesitaría al menos de 3 veces la altura de la excavación para que se comporte como un sistema de empotramiento perfecto, por lo que muchas veces se hace poco rentable su aplicación en excavaciones profundas. En la siguiente figura se muestra un esquema de su comportamiento mecánica y como es la distribución de presiones debido al empuje de tierras. (Tituaña, 2015)

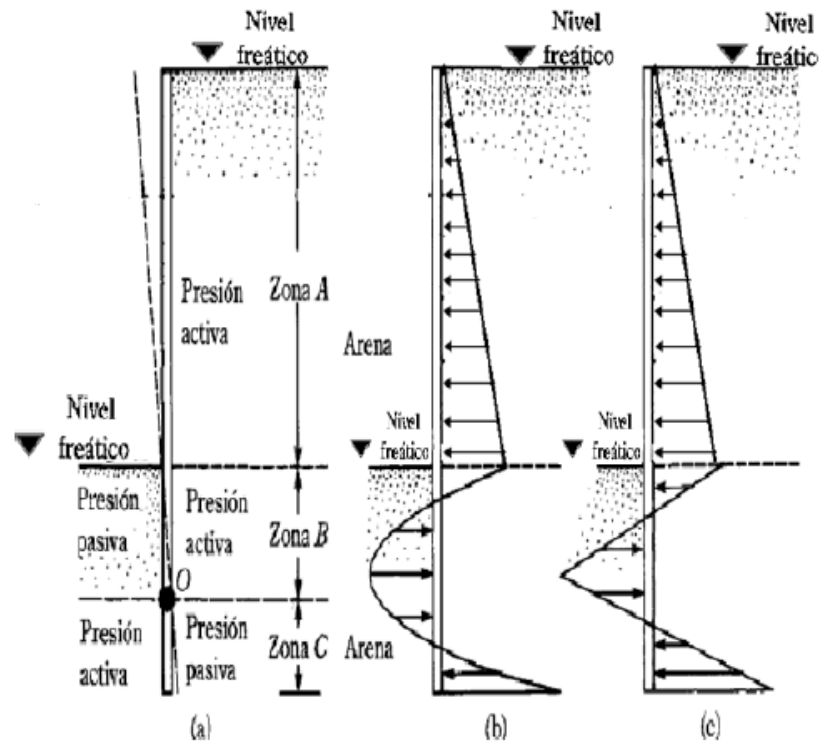


Ilustración 1. DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE PRESIONES EN ARENAS Y ARCILLAS (Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

En la Ilustración 1 se puede apreciar:

- La deformada de la tablestaca.
- La distribución real de presiones.
- La distribución simplificada de presiones.

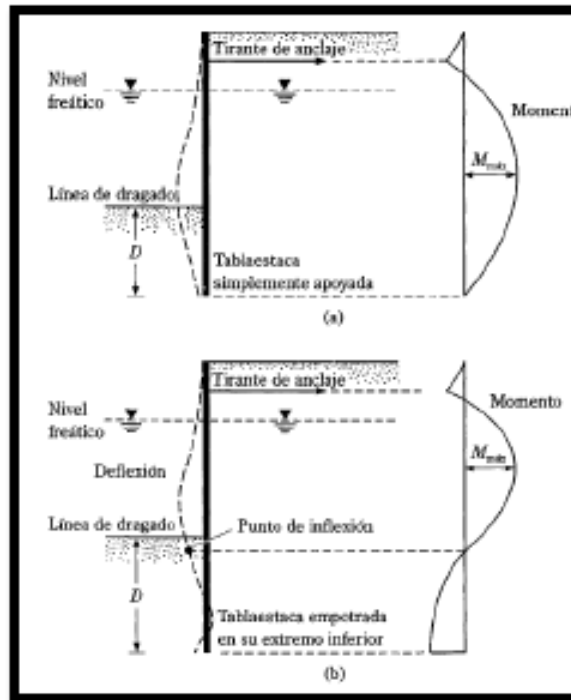
1.1.3 TABLESTACAS ANCLADAS.

Cuando la altura del material de relleno detrás de un muro de tablestaca en voladizo excede aproximadamente 5m, resulta más económico conectar la parte superior de la tablestaca a placas de anclaje, muros de anclajes o pilotes de anclaje, denominándose tablestaca anclada. (Tituaña, 2015)

Las anclas minimizan la profundidad de penetración requerida para la tablestaca y también reducen el momento de diseño y son más seguras que las tablestacas en voladizo por ser estructuras hiperestáticas. Además, reducen el área de sección transversal y pesos de las

tablestacas necesarias, resultando en diseños más económicos del tablestacado. (Tituaña, 2015)

Para este sistema existen dos formas de diseño de tablestacas ancladas que son: (a) método de apoyo libre y (b) apoyo empotrado como muestra la Ilustración 2:



La profundidad de enterramiento de la punta de la tablestaca de este sistema de contención es aproximadamente la altura de excavación.

1.1.4 TABLESTACAS APUNTALADAS

El uso de este tipo de sistema de contención generalmente se utiliza para la construcción de sótanos en lugares donde el espacio es reducido, la estabilidad estructural depende de los apuntalamientos. Para diseñar cortes verticales con sistemas de tablestacas con apuntalamiento es necesario estimar correctamente los empujes que serán sometidos. Para determinar el empuje activo se puede utilizar la teoría general de cuñas, sin embargo, dicho análisis no proporciona las relaciones para estimar la variación de la presión lateral con la profundidad, ya que es una función de algunos factores como el tipo de suelo, maquinaria, experiencia de especialistas en excavaciones, etc. Por este motivo en la práctica se utilizan envolventes de presión. (Tituaña, 2015)

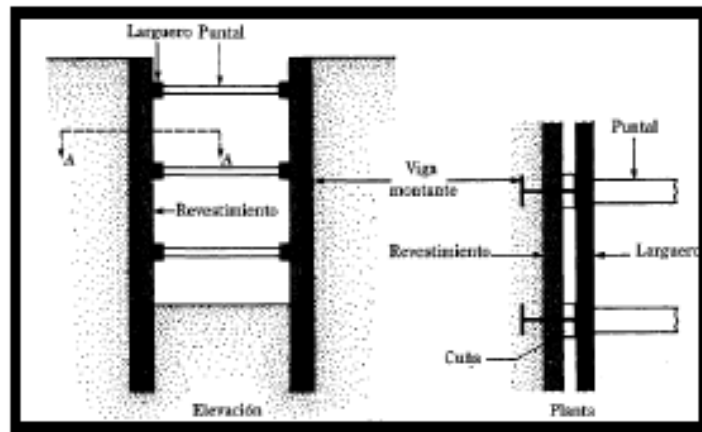


Ilustración 3. TABLESTACAS CON APUNTALAMIENTO (Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

En el desarrollo de esta investigación, para estos sistemas de contención la profundidad de enterramiento de la punta de la tablestaca dependerá del análisis de flujo hidrodinámico.

1.1.5 MATERIALES.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, seguridad y salud, almacenamiento y transporte de productos de construcción.

1.1.6 TABLESTACAS METALICAS CONDICIONES GENERALES.

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial, cuya resistencia característica a tracción será superior a trescientos cuarenta mega pascales (340 MPa) u otro superior que determine el Proyecto. El acero utilizado deberá permitir el empleo de soldadura eléctrica.

En el caso de reutilización de tablestacas deberá comprobarse que cumplen las especificaciones referentes al tipo, tamaño y calidad del acero definidas en el Proyecto.

Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezarán, de modo que su flecha máxima, respecto a la recta definida por sus dos (2) extremos no sea mayor que un doscientosavo ($1/200$) de su longitud.

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable; y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca

En caso de utilizarse materiales de sellado, para reducir la permeabilidad de las uniones entre tablestacas, éstos deberán cumplir las especificaciones definidas en Proyecto. Salvo que se disponga de experiencia previa contrastada, o de ensayos representativos sobre modelo del método a utilizar para el sellado de las uniones entre tablestacas, deberá comprobarse, mediante ensayos adecuados sobre tramos de unión sellados, que el método propuesto cumple los requisitos de impermeabilización de la pantalla de tablestacas especificados en Proyecto.

1.1.7 FORMAS Y DIMENSIONES.

Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en el Proyecto, admitiéndose, para su longitud, unas tolerancias de veinte centímetros (20 cm) en más y de cinco centímetros (5 cm) en menos.

El corte de su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

1.1.8 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La hincas de las tablestacas podrá efectuarse por medio de mazas de golpeo (lentas o rápidas, de simple o doble efecto), a presión o mediante aparatos vibradores adecuados.

En el caso de mazas de simple efecto, el peso de la maza propiamente dicha no será inferior a la cuarta parte (1/4) del peso de la tablestaca, si se hincas la tablestaca de una en una, o a la mitad del peso de la misma si se hincas por parejas. La energía cinética desarrollada en cada golpe, por las mazas de doble efecto, será superior a la producida, también en cada golpe, por la de simple efecto especificado, cayendo desde una altura de sesenta centímetros (60 cm). Las mazas deberán ser guiadas en todo su recorrido por un dispositivo de guía aprobado por el director de las Obras.

1.2 NORMATIVA ECUATORIANA PARA EL CÁLCULO DE TABLESTACAS.

1.2.1 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION:

- ✓ NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- ✓ NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente
- ✓ NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras
- ✓ NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones
- ✓ NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- ✓ NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- ✓ NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural
- ✓ NEC-SE-MD: Estructuras de Madera

1.2.2 NORMAS NTE INEN

- ✓ NTE INEN 692 Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad. (ASTM D 4318)
- ✓ NTE INEN 691 Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318)
- ✓ NTE INEN 690 Suelos. Ensayo para determinar el contenido de agua. (ASTM D 2216)
- ✓ NTE INEN 687 Suelos. Obtención de muestras para probetas de ensayo. Método para tubos de pared delgada. (ASTMD1587)

1.3.3 NORMAS ASTM

- ✓ ASTM D 2166-06 — Suelos. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión no confinada.
- ✓ ASTM D 6066 – 96 (2004) — Práctica estándar para determinar la resistencia de arenas a la penetración normalizada, para evaluación del potencial de licuación. 12
- ✓ ASTM D1143/D1143M-07 — Ensayo para pilotes bajo carga axial estática de compresión.
- ✓ ASTM D 3689-07 — Ensayo para pilotes individuales bajo carga axial estática de tracción.
- ✓ ASTM D 3966-07 — Ensayo para pilotes bajo carga lateral.
- ✓ ASTM D4945-08 — Ensayo para pilotes bajo altas deformaciones en cargas dinámicas.
- ✓ ASTM D 5882-07 — Ensayo a bajas deformaciones para la integridad de pilotes.
- ✓ ASTM D 427 Ensayo para determinar los factores de contracción.
- ✓ ASTM D 2487 Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería
- ✓ ASTM D 422 Ensayo para determinar la granulometría por tamizado.
- ✓ ASTM D 2167 Ensayo para determinar la masa unitaria en el terreno. Método del balón de caucho.
- ✓ ASTM D 1556 Determinación de la masa unitaria en el terreno por el método del cono de arena.
- ✓ ASTM D2974 Determinación de la humedad, ceniza y materia orgánica.

- ✓ ASTM D 3080 Determinación de la resistencia al corte. Método de corte directo (CD).
- ✓ ASTM D2664 Determinación de la resistencia en rocas. Método de la compresión triaxial.
- ✓ ASTM D 2435 Determinación de las propiedades de consolidación unidimensional.
- ✓ ASTM D854 Determinación de la densidad relativa de los sólidos.
- ✓ ASTM D 2850 Suelos cohesivos. Determinación de la resistencia. Método de compresión triaxial.
- ✓ ASTM D1833 Ensayo de la relación de soporte. Suelos compactados.
- ✓ ASTM D 1143 Ensayo normalizado para determinar la carga axial a la compresión estática en cimentaciones profundas.
- ✓ ASTM D3080-04 Ensayo de Corte Directo de Suelos en condiciones Consolidada drenada.
- ✓ ASTM D2166 Ensayo de Compresión no-confinada de suelos cohesivos.
- ✓ ASTM D2850 Ensayo de Compresión Triaxial no consolidado no drenado en suelos cohesivos.
- ✓ ASTM D4767 Ensayo de Compresión Triaxial consolidado no drenado en suelos cohesivos.
- ✓ ASTM D3999 Ensayo para la determinación del módulo y propiedades de amortiguamiento de suelo usando el aparato triaxial cíclico.
- ✓ ASTM D4015 Ensayo para la determinación del módulo y propiedades de amortiguamiento 13 de suelo usando el método de la columna resonante.
- ✓ ASTM D5777 Guía normalizada para el uso del método de sísmica de refracción para investigación del subsuelo.

1.2.4 ESTADOS LIMITE DE SERVICIO.

En cimentaciones la seguridad para el estado límite de servicio resulta del cálculo de asentamientos inmediatos, por consolidación, los asentamientos secundarios y los asentamientos por sismo. (NEC-SE-CM, 2014)

1.2.4.1 ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Para el cálculo de este tipo de asentamiento se podrá utilizar teoría elástica. Los parámetros geo-mecánicos necesarios en este tipo de teoría deberán ser obtenidos en ensayos de laboratorio sobre muestras del tipo inalterada y/o ensayos de campo (dilatómetro de Marchetti). (NEC-SE-CM, 2014)

Como alternativa, también podrá utilizarse parámetros de deformación a partir de correlaciones de los ensayos de penetración estándar (SPT), y de penetración estática con cono (CPT). (NEC-SE-CM, 2014)

Para arcillas se puede estimar el Módulo de deformación no drenado en función de correlaciones con la resistencia al esfuerzo cortante no drenado, obtenido con ensayos de veleta de campo o laboratorio y ensayos de compresión simple o triaxiales UU (no consolidado no drenado) en muestras inalteradas obtenidas con muestreadores de tubo shelby, pistón, entre otros. (NEC-SE-CM, 2014)

1.2.4.2 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION

Para el cálculo de este tipo de asentamiento se utilizará la teoría de consolidación. Según esta teoría al aplicar una carga sobre un suelo saturado cohesivo, la deformación que experimenta, se produce por el cambio de volumen en el material debido a la expulsión del agua que se encuentra en la zona de vacíos del suelo (deformación primaria). (NEC-SE-CM, 2014)

Se deberá calcular así mismo el asentamiento por consolidación secundaria, el cual se presenta en suelos cohesivos saturados como resultado del acomodo plástico de la estructura del suelo. Los parámetros geomecánicos necesarios en la aplicación de la teoría de consolidación deberán ser obtenidos en ensayos de laboratorio (ensayo odométricos por carga incremental o deformación unitaria constante, triaxial CIU) sobre muestras del tipo inalterada. Para estimar la historia de esfuerzos en el subsuelo se podría aplicar la metodología de SHANSEP propuesta por C.C. Ladd (Práctica Recomendada para la Caracterización de Sitios en Terreno Blando: Conferencia Arthur Casagrande, 2003). (NEC-SE-CM, 2014)

1.2.4.3 ASENTAMIENTO POR SISMO

Los asentamientos por causa de carga sísmica podrán ser estimados mediante procedimientos semi - empíricos o empíricos, por medio de modelos numéricos, a través de la técnica de elementos finitos o diferencias finitas, mediante modelos constitutivos de suelos que consideren el desarrollo de la presión de poro y degradación cíclica de la rigidez. (NEC-SE-CM, 2014)

1.2.5 PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL

Los pilotes y sus conexiones se diseñarán para poder soportar los esfuerzos resultantes de las cargas verticales y horizontales consideradas en el diseño de la cimentación y las que se presenten durante el transporte, izado e hinca. (NEC-SE-CM, 2014).

Los pilotes deberán ser capaces de soportar estructuralmente la carga que corresponde a su estado límite de falla. Los pilotes de concreto, de acero y de madera, deberán cumplir con los requisitos propios del material relativos al diseño y construcción de estructuras en estos tipos de materiales. (NEC-SE-CM, 2014)

Los pilotes metálicos deberán protegerse contra corrosión al menos en el tramo comprendido entre la cabeza y la profundidad a la que se estime el máximo descenso del nivel freático. Siempre se deben analizar las interacciones que se presentan con las

excavaciones vecinas, limitando la capacidad portante total o utilizando pilotes de mejoramiento del suelo. (NEC-SE-CM, 2014)

El fenómeno de la interacción dinámica suelo-estructura se compone por la interacción inercial y la interacción cinemática. Los efectos inerciales afligen directamente al comportamiento de la estructura; aumentan el periodo fundamental de vibración, modifican el amortiguamiento y hasta donde se tiene conocimiento reducen la ductilidad. Estos fenómenos ocurren por el aumento de flexibilidad que sufre la estructura al encontrarse sin empotramiento fijo en su base. La interacción cinemática se refiere al comportamiento de la cimentación la que por su geometría y rigidez filtra las altas frecuencias de la excitación. (NEC-SE-CM, 2014)

La cimentación al incorporarse al sistema experimenta efectos de torsión y cabeceo lo que origina generalmente reducción en su movimiento. Las deformaciones permanentes o transitorias bajo la condición de carga que incluya el efecto del sismo se podrán estimar mediante modelos pseudos estáticos, vigas continuas con resortes no lineales horizontales que caractericen el comportamiento esfuerzo-deformación del suelo mediante curva p-y, siguiendo las recomendaciones de Reese, L.C. y Van Impe, W.F. (2001), considerando la interacción inercial del sistema pilote-suelo- cabezal y que incluya el comportamiento no lineal (curva estructural del pilote momento-curvatura) del grupo de pilotes.

En suelos blandos tipo E y F se debe realizar la interacción inercial, los análisis de interacción cinemática que considere las deformaciones en campo libre del subsuelo que generarán demandas de esfuerzos en los pilotes adicionales a la interacción inercial. Se recomienda evaluar la estabilidad sísmica del subsuelo, considerando los análisis de licuación y degradación cíclica. (NEC-SE-CM, 2014)

Los análisis de interacción cinemática se los podría realizar mediante modelos en dos dimensiones con la técnica de elementos finitos o diferencias finitas considerando los movimientos sísmicos seleccionados, según el procedimiento estipulado en la norma o con el procedimiento de SDM (Seismic Deformation Method) método de deformación sísmica propuesto por la norma de diseño sísmico japonés para facilidades ferroviarias (1996) en el cual se evalúa los momentos, las fuerzas cortantes y las deformaciones inducidos cinemáticamente en los pilotes. (NEC-SE-CM, 2014)

En el método de deformación sísmica las acciones inducidas por la interacción inercial se pueden idealizar mediante un modelo pseudo-estático de fuerzas inerciales de la estructura en el cabezal de los pilotes. Para las acciones inducidas por la interacción cinemática se puede idealizar mediante un perfil de deformación estático equivalente del suelo relativo a la punta o fondo del pilote. Este perfil de deformaciones puede especificarse basado en la distribución máxima de desplazamiento del suelo en campo libre. (NEC-SE-CM, 2014)

CAPITULO II
CÁLCULO DE TABLESTACAS
BLOQUE I TERMINAL
PORTUARIO DE YURIMAGIAS-PERÚ

CAPITULO 2

CÁLCULO DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PORTUARIO YURIMAGUAS-PERÚ.

2.1 ENSAYOS DE LABORATORIO.

2.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

2.1.1.1 CONCEPTO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Por granulometría o análisis granulométrico por tamizado de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. (Braja M. Das, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 1999)

Independientemente del origen del suelo los tamaños de las partículas en general que conforman un suelo, varían en un amplio rango. Los suelos en general son llamados grava, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas. (Braja M. Das, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 1999)

2.1.1.2 ENSAYO DE LABORATORIO “ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO
PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERU”

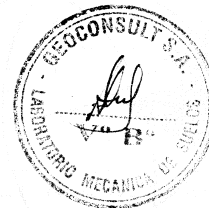
Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.			
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas		
REFERENCIA	: GP/006-12/C02 COPAM		
SOLICITANTE	: Concesionaria Puerto Amazonas S.A. Av. Del Parque Norte N° 1160 Oficina 702 - San Borja		
UBICACIÓN	: Distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Region Loreto		
FECHA DE RECEPCION	: 10 de Mayo del 2012		
FECHA DE ENSAYO	: 22 de Mayo del 2012		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E107-2000			
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			
PRESENTACION	: 01 Bolsa de Polietileno	CALICATA	: CA-01
CANTIDAD	: 505 gr.	MUESTRA	: M-1
		PROF. (m.)	: 0.00 - 0.30
Equipo empleado en el Ensayo:			
Balanza Electronica	: Electronic.	Otros	: * Taras
Capacidad	: 30 kg.		* Horno Electrico
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Resultados de Ensayos	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P. RE. (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	100.0
2"	50.800	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	100.0
1"	25.400	--	100.0
3/4"	19.050	--	100.0
1/2"	12.700	--	100.0
3/8"	9.525	--	100.0
1/4"	6.350	--	100.0
N° 4	4.760	--	100.0
N° 6	3.360	--	100.0
N° 8	2.380	--	100.0
N° 10	2.000	0.4	99.9
N° 16	1.190	1.0	99.7
N° 20	0.840	0.8	99.6
N° 30	0.590	1.0	99.4
N° 40	0.426	1.3	99.1
N° 50	0.297	1.5	98.9
N° 80	0.177	2.6	98.3
N° 100	0.149	0.9	98.1
N° 200	0.074	16.0	95.0
-200		479.9	95.0
			0.0
		Clasificación	
SUCS		ASTM D 2487-05	CL
AASHTO		ASTM D 3282-04	A-7-6(20)
Descripción de la muestra:			
ARCILLA			
Observaciones del Ensayo			
Referencia:			
ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils		
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water		
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes		
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils		
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass		
CURVA GRANULOMÉTRICA			

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Técnico : Nelson Garcia Camones
Responsable : Gustavo Arroyo Jeronimo
Fecha de Emisión de Certif. : Viernes, 01 de Junio de 2012

Ricardo Enrique Rios Berríos
RICARDO ENRIQUE RÍOS BERRÍOS
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 28252



(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.

2.1.2.1 CONCEPTO CONTENIDO DE HUMEDAD.

El contenido de humedad es la cantidad de agua que contiene cualquier material, en el suelo, este siempre contiene una determinada cantidad de agua cuando se encuentra en estado natural.

Todo volumen de suelo que existe en estado natural cuenta de 3 fases que son: sólida, líquida y aire; mismas que componen el volumen total de una muestra de suelo; siendo el peso del aire despreciable, mientras que el contenido de humedad se expresa en porcentaje mediante el cociente entre el peso del líquido y el peso total de la muestra de suelo.

2.1.2.2 ENSAYO DE LABORATORIO "CONTENIDO DE HUMEDAD PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERU"

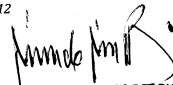
▼ **Geoconsult S.A.**
Consultores Generales

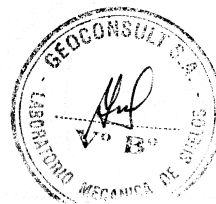
Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.																									
INFORME DE ENSAYO																									
PROYECTO	: Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas																								
REFERENCIA	: GP/006-12/C.02 COPAM																								
SOLICITANTE	: Concesionaria Puerto Amazonas S.A. Av. Del Parque Norte N° 1160 Oficina 702 - San Borja																								
UBICACIÓN	: Distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Region Loreto																								
FECHA DE RECEPCION	: 10 de Mayo del 2012																								
FECHA DE ENSAYO	: 22 de Mayo del 2012																								
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216 / MTC E108-2000																									
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA																									
PRESENTACION	: 01 Bolsa de Polietileno																								
CANTIDAD (gr.)	: 1353.2																								
CALICATA	: CA-01																								
MUESTRA	: M-1																								
PROF. (m.)	: 0.00 - 0.30																								
Equipo empleado en el ensayo:																									
Balanza Electronica	: Electronic.																								
Capacidad	: 30 kg.																								
Otros	: * Taras * Horno Electrico																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente N°</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de suelo humedo + tara</td> <td>grs. 952.7</td> <td>400.50</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco + tara</td> <td>grs. 769.6</td> <td>341.10</td> </tr> <tr> <td>peso de tara</td> <td>grs. 125.9</td> <td>130.60</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>grs. 183.1</td> <td>59.40</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco</td> <td>grs. 643.8</td> <td>210.50</td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua</td> <td>% 28.4</td> <td>28.2</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">28.3</td> </tr> </tbody> </table>		Recipiente N°	1	2	Peso de suelo humedo + tara	grs. 952.7	400.50	Peso de suelo seco + tara	grs. 769.6	341.10	peso de tara	grs. 125.9	130.60	Peso de agua	grs. 183.1	59.40	Peso de suelo seco	grs. 643.8	210.50	Contenido de agua	% 28.4	28.2	Contenido de Humedad (%)	28.3	
Recipiente N°	1	2																							
Peso de suelo humedo + tara	grs. 952.7	400.50																							
Peso de suelo seco + tara	grs. 769.6	341.10																							
peso de tara	grs. 125.9	130.60																							
Peso de agua	grs. 183.1	59.40																							
Peso de suelo seco	grs. 643.8	210.50																							
Contenido de agua	% 28.4	28.2																							
Contenido de Humedad (%)	28.3																								

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Tecnico : Nelson Garcia Camones
Responsable : Gustavo Arroyo Jeronimo
Fecha de Emision de Certificado : Viernes, 01 de Junio de 2012


RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 26252



(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.3 LÍMITE DE ATTERBERG

2.1.3 1 CONCEPTO DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG

Cuando existen minerales de arcilla en un suelo de grano fino éste puede ser remodelado en presencia de alguna humedad sin desmoronarse. Esta naturaleza cohesiva es debida al agua adsorbida que rodea a las partículas de arcilla. A principios de 1900 un científico sueco Albert Mauritz Atterberg, desarrolló un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino con contenidos de agua variables a muy bajo contenido de este líquido el suelo se comporta más como un sólido frágil cuando el contenido de agua es muy alto; el suelo y el agua fluyen como un líquido. (Braja M. Das, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 1999)

i. LÍMITE LÍQUIDO

Es la humedad a partir de la cual un suelo deja de tener un comportamiento plástico y pasa a tener un comportamiento viscoso, es decir, es la humedad límite entre el estado plástico y el estado viscoso. A partir de esta humedad, el suelo fluiría. (Asociacion Española de la Carretera, 2010)

ii. LIMITE PLASTICO

Es la humedad a partir de la cual un suelo deja de tener un comportamiento frágil para pasar a tenerlo plástico, es decir, la humedad límite entre el estado sólido y el plástico. A partir de esta humedad, el suelo puede sufrir cambios de forma irreversibles sin llegar a fracturar y por debajo de este suelo no presenta plasticidad. (Asociacion Española de la Carretera, 2010)

iii. INDICE DE PLASTICIDAD

El índice de plasticidad (IP) es el rango de humedades en el que el suelo tiene un comportamiento plástico. Por definición, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. (Asociacion Española de la Carretera, 2010)

2.1.3.2 ENSAYO DE LABORATORIO “LÍMITES DE ATTERBERG PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERU”

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
 CONTRATO : GP/006-12/C.02 COPAM
 SOLICITANTE : Concesionaria Puerto Amazonas S.A.
 Au. Del Parque Norte N° 1160 Oficina 702 - San Borja
 UBICACIÓN : Distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto
 FECHA DE RECEPCIÓN : 10 de Mayo del 2012
 FECHA DE ENSAYO : 22 de Mayo del 2012

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

PRESENTACION : 01 Bolsa de Polietileno
 CANTIDAD : 100 gr.
 CALICATA : CA-01
 MUESTRA : M-1
 PROF. (m.) : 0.00 - 0.30

Equipo empleado en el Ensayo:

Balanza Electronica : Dayton.
 Capacidad : 310 gr.
 Otros : * Equipo de Casagrande
 * Taras
 * Acondicionador

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	34.99	35.12	34.12	10.66	10.17
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	26.89	28.08	27.18	9.29	8.92
PESO AGUA (gr)	8.10	8.04	6.94	1.37	1.25
PESO DE TARA (gr)	10.89	10.90	11.05	4.28	4.29
PESO SUELO SECO (gr)	16.00	17.18	16.13	5.01	4.63
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	50.6	46.8	43.0	27.3	27.0
NÚMERO DE GOLPES	20	26	34		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	47
LÍMITE PLÁSTICO (%)	27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	20

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Técnico : Nelson García Cisneros
Responsable : Gustavo Arroyo Jaramila
Fecha de Emisión de Certificado : Viernes, 01 de Junio de 2012

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRÍOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 26252



(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.4 CALIFORNIA BRATING RATIO (CBR).

2.1.4.1 CONCEPTO DE CBR

El ensayo CBR (California Bering Ratio) se utiliza para evaluar la capacidad portante de suelos en terraplenes, explanadas y capas de base o sub base en firmes. Este índice indica el porcentaje de presión ejercida por el pistón sobre el suelo para una penetración determinada con relación a la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra tipo. (Luis I. Gonzalez Vallejo, 2002)

I. PROCTOR ESTANDAR

Este ensayo se utiliza para determinar la densidad seca máxima de un suelo y la humedad óptima para la cual se alcanza esta densidad. (Luis I. Gonzalez Vallejo, 2002)

II. PROCTOR MODIFICADO

Este ensayo es semejante al anterior pero se emplea una energía de compactación más alta y solo se ensaya el material de granulometría inferior a 20 mm. El resultado es similar al proctor normal aunque se obtiene mayor densidad seca y menor humedad. (Luis I. Gonzalez Vallejo, 2002)

La diferencia principal entre el ensayo con proctor estándar y modificado es la energía de compactación, en el proctor estándar la compactación es menor debido a que asemeja la compactación con vibro apisonador, en tanto que; en el proctor modificado la energía de compactación es mayor debido a que asemeja la compactación con rodillo.

2.1.4.2 ENSAYO DE LABORATORIO “CBR PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERÚ”

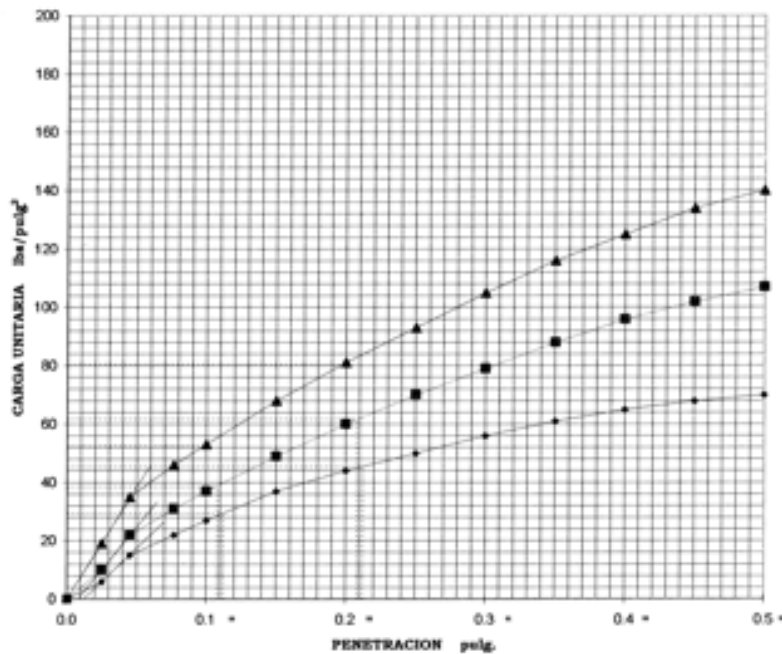


PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACIÓN : Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE : GEOCONSULT S.A.
MUESTRA : CA-08
FECHA : MAY.2012

**ENSAYO C.B.R.
ASTM-D-1883**

**CURVAS CARGAS-PENETRACION
CURVAS CORREGIDAS**

Numero Golpes	C.B.R. 0.1" Penetración	C.B.R. 0.2" Penetración	Expansión %
12	2.93	3.03	3.20
25	3.85	4.12	2.12
56	5.25	5.37	1.38



EyP de Ingeniería S.R.L.

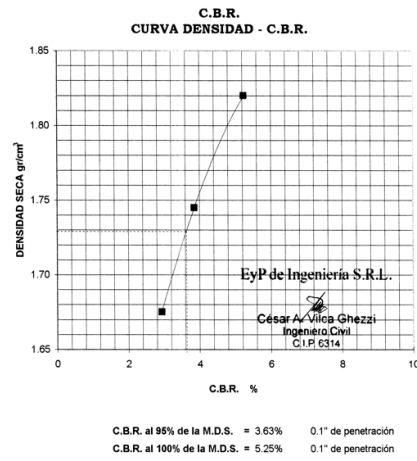
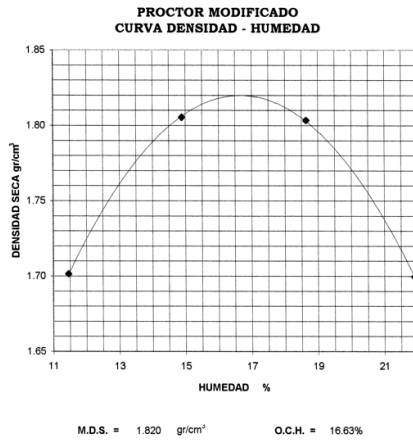
César A. Ylica Ghezzi
Ingeniero Civil
C.I.P. 6314

(Geoconsult S.A, 2012)



ENSAYO C.B.R.
ASTM-D-1883

PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACIÓN : Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE : GEOCONSULT S.A.
MUESTRA : CA-08
FECHA : MAY.2012



(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.5 COMPRESIÓN NO CONFINADA.

2.1.5.5 CONCEPTO DE COMPRESIÓN CONFINADA.

Es también denominado ensayo de compresión simple o ensayo uní-axial, es un tipo especial de prueba tri-axial no consolidada y no drenada en la presión de confinamiento en esta prueba se aplica un esfuerzo axial al espécimen para general la falla; a este esfuerzo axial se le denomina resistencia a la compresión simple. (Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

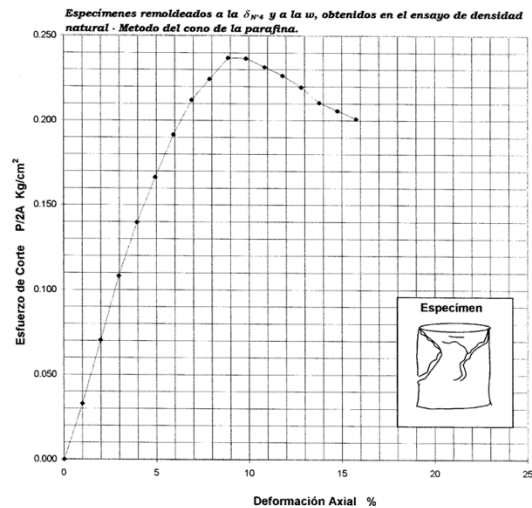
2.1.5.2 ENSAYO DE LABORATORIO “COMPRESIÓN NO CONFINADA PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERÚ”



PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACIÓN : Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE : GEOCONSULT S.A.
MUESTRA : CA-01 1.50m-1.70m
FECHA : MAY.2012

COMPRESION NO CONFINADA ASTM-D-2166

Especimen		Humedad	Densidad	Esfuerzo
Diámetro	Altura	%	Seca	Corte F/2A
cm	cm		gr/cm ³	kg/cm ²
7.10	14.20	27.50	1.516	0.237



EyP de Ingeniería S.R.L.

César A. Vica Ghezzi
Ingeniero Civil
C.I.P. 6314

(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.6 CORTE DIRECTO.

2.1.6.1 CONCEPTO DE CORTE DIRECTO

La finalidad de ensayo de corte directo es determinar la resistencia de una muestra de suelo sometido a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. Se lo realiza con la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos se aplica una carga vertical de confinamiento (Pv) y luego una carga horizontal (Ph) creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra. (ESCUELA DE INGENIERA DE LA CONSTRUCCION, 2014)

2.1.6.2 ENSAYO DE LABORATORIO “COMPRESIÓN SIMPLE PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERÚ”

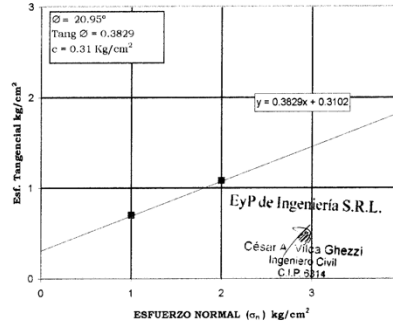
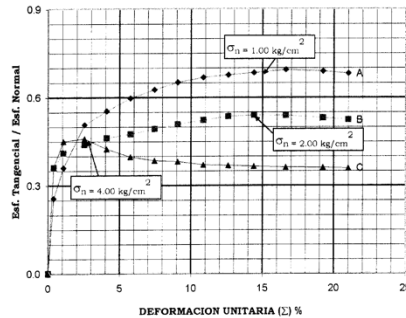


**CORTE DIRECTO
ASTM-D-3080**

PROYECTO Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACIÓN Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE GEOCONSULT S.A.
MUESTRA DH-1 Prof. 17.00m-18.00m
FECHA JUL.2012

Especímen	l	h	% Humedad		Densidad Seca gr/cm ³	Esfuerzo Normal Kg/cm ²
			Inicial	Final		
Nº	cm	cm				
A	5.97	2.00	8.53	9.11	1.999	1.0
B	5.97	2.00	8.31	8.86	2.005	2.0
C	5.97	2.00	8.21	8.57	2.011	4.0

Especímenes remoldeados a la δ_{p4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural. Método de la parafina.



(Geoconsult S.A, 2012)



CORTE DIRECTO ASTM-D-3080

PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACION : Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE : GEOCONSULT S.A.
MUESTRA : DH-1 Prof. 17.00m-18.00m
FECHA : JUL.2012

Especímen		A	B	C
Lado	cm	5.97	5.97	5.97
Altura	cm	2.00	2.00	2.00
Densidad seca	gr/cm ³	1.999	2.005	2.011
Humedad inicial	%	8.53	8.31	8.21
Humedad final	%	9.11	8.86	8.57
Carga	kg/cm ²	1.0	2.0	4.0

Deformación Unitaria ϵ %	Esfuerzo Tangencial/Esfuerzo Normal		
	kg/cm ²		
0.39	0.2555	0.3595	0.3628
1.06	0.3597	0.4091	0.4507
2.53	0.5065	0.4380	0.4604
4.10	0.5531	0.4599	0.4250
5.76	0.5965	0.4735	0.3977
7.43	0.6255	0.4915	0.3852
9.06	0.6508	0.5072	0.3820
10.85	0.6669	0.5214	0.3709
12.59	0.6753	0.5346	0.3689
14.39	0.6831	0.5381	0.3656
16.62	0.6929	0.5370	0.3624
19.23	0.6883	0.5294	0.3620
21.00	0.6812	0.5229	0.3599

Angulo de fricción Interna = 20.95 °
Cohesión = 0.31 Kg/cm²

Especímenes remoldeados a la δ_{N^4} y a la w , obtenidos en el ensayo de densidad natural-Método de la parafina.

EyP de Ingeniería S.R.L.

César A. Vica Ghezzi
Ingeniero Civil
C.I.P. 6314

(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.7 PESO ESPECÍFICO DE LOS SOLIDOS.

2.1.7.1 CONCEPTO DE PESO ESPECÍFICO.

Todo volumen de suelo que existe en estado natural cuenta con 3 fases que son: sólida, líquida y aire; estas tres fases componen el volumen total de una muestra de suelo; siendo el peso del aire despreciable, el peso específico de la muestra de suelo se expresa como la relación entre el peso de la muestra del volumen que este ocupa. Definiéndose en sí, al peso específico como el peso por unidad de volumen.

I. DENSIDAD POR EL METODO DE LA PARAFINA

La obtención de la densidad mediante el método de la parafina consiste en el cociente del peso de la muestra del material dividido para su volumen; la obtención en el laboratorio consta de dos pesos; el peso en aire y el peso en agua; el peso en aire es el que tiene el material, mientras que el peso en agua, es el peso que tiene el material en el agua; aquí es donde ingresa la parafina, este método consiste en parafinar el material antes de realizar su peso en el agua con la finalidad de evitar que se disgregue y luego de obtener la lectura simplemente se resta del peso de la parafina en laboratorio.

2.1.7.2 ENSAYO DE LABORATORIO “PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERÚ”

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACION : Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE : **GEOCONSULT S.A.**
MUESTRA : Indicada
FECHA : MAY.2012

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS ASTM-D-854

Calicata Nº	Muestra m De-a	P.e.
CA-01	1.50-1.70	2.544
CA-02	1.80-2.00	2.590
CA-05	0.70-0.90	2.543
CA-09	1.30-1.50	2.582
CA-10	1.45-1.65	2.538
CA-11	1.50-1.70	2.625
CA-12	1.40-1.60	2.548

Muestras enviadas a nuestro laboratorio para su procesamiento.

EyP de Ingeniería S.R.L.


 César A. Vilca Ghezzi
 Ingeniero Civil
 C.I.P. 6314

(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.7.3 ENSAYO DE LABORATORIO “DENSIDAD NATURAL PROYECTO SISTEMA DE TABLESTACADO FASE 1 YURIMAGUAS- PERÚ”

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO : Investigaciones Geotécnicas para el Estudio Definitivo del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas
UBICACION : Dist. Yurimaguas, Prov. Alto Amazonas, Región Loreto
CLIENTE : GEOCONSULT S.A.
MUESTRA : Indicada
FECHA : MAY.2012

**DENSIDAD NATURAL - MÉTODO DE LA PARAFINA
 ASTM-D-2937**

Calicata Nº	Profundidad m De-a	Humedad %	Densidad Natural gr/cm ³		
			Húmeda Total	Seca Total	Material que pasa el tamiz N°4
CA-01	1.50-1.70	27.50	1.933	1.516	1.516
CA-02	1.80-2.00	18.20	1.921	1.625	1.625
CA-05	0.70-0.90	28.05	1.907	1.489	1.489
CA-09	1.30-1.50	13.51	2.121	1.869	1.869
CA-10	1.45-1.65	35.98	1.821	1.339	1.339
CA-11	1.50-1.70	30.23	1.910	1.467	1.467
CA-12	1.40-1.60	19.83	1.946	1.624	1.624

Ensayos procesados en nuestro laboratorio.

EyP de Ingeniería S.R.L.

César A. Vico Ghezzi
 Ingeniero Civil
 C.I.P. 6314

MANUEL GONZALEZ DE LA ROSA 435 DE INGENIERIA S.R.L.
 CARRANZO 8000 CENTRO DE ESTUDIOS, COMERCIO Y MONUMENTOS
 LIMA 17 - PERU ☎ 461-8879 TELEFAX 461-8239

(Geoconsult S.A, 2012)

2.1.8 RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO

2.1.8.1 DESCRIPCIÓN

Se realizaron ensayos de laboratorio para verificar la clasificación visual de campo y para conocer las características particulares de los suelos encontrados. Los ensayos efectuados en los suelos fueron los siguientes:

Compresión no confinada	ASTM-D-2166
Determinación del contenido de humedad	MTC E 108 (ASTM-D-2216)
Análisis Granulométrico por tamizado	MTC E 107 (ASTM-D-422)
Determinación del límite Líquido	MTC E 110 (ASTM-D-423)
Determinación del límite Plástico	MTC E 111 (ASTM-D-424)
Determinación Humedad-Densidad (P. Modificado)	MTC E 115 (ASTM D-1557)
Valor Relativo de Soporte (CBR)	MTC E 132 (ASTM-D-1883)
Clasificación de SUCS	ASTM-D-2487
Ensayo de consolidación	ASTM-D-2435

2.1.8.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan son los análisis granulométricos y límites de Atterberg que han permitido verificar las descripciones del perfil estratigráfico realizadas en campo y muestran que los suelos finos encontrados están constituidos predominantemente por arcillas y limos de plasticidad media a alta. Así mismo se presenta algunos depósitos aislados de arena limosa.

Los valores del contenido de humedad del material se encuentran comprendidos entre 10% y 45%.

SIMBOLO	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
DESCRIPCION	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos Organicos y Arcilla	Turba y Suelos altamente organicos	Alta Plasticidad	Baja Plasticidad	Bien Graduados	Mal Graduados

Cuadro 1. SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS DE CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Calicata	Prof. (m)	Clasificación	Limite Liquido (LL)	Índice de plasticidad (IP)	CBR al 95% de la M.D.S (%)	CBR al 100% de la M.D.S (%)
C-06	1.50 - 3.00	CH	60.00	31.00	2.62	4.38
C-08	2.20- 3.00	CL	40.00	14.00	3.63	5.25
C-10	1.45- 2.10	CL	48.00	23.00	2.84	4.74

Cuadro 2. RESULTADO DE LABORATOTIO ENSAYO CBR

Calicata	Prof. (m)	Clasificación	% Expansión
C-06	1.50 -3.00	CH	3.28 %
C-08	2.20-3.00	CL	1.38 %
C-10	1.45-2.10	CL	3.70%

Cuadro 3. % DE EXPANSION EN LAS MUESTRAS DE CBR

2.1.8.3 PEFIL ESTRATIGRAFICO

El perfil estratigráfico se obtuvo a partir de las investigaciones realizadas mediante calicatas, trincheras y sondajes. En el caso del perfil estratigráfico en la zona del muelle las muestras o testigos obtenidos en los muestreadores giratorios, fueron colocados en las cajas porta testigos, en las que se determinaron las características de los materiales mediante interpretación de campo.

2.1.8.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES

En términos generales el perfil estratigráfico obtenido en los sondajes en el muelle y tierra presentan características similares en todos los casos el material de suelo predominante es arcilla de alta a baja plasticidad. En algunos sectores de la zona del muelle se tienen algunas características diferentes por lo que su descripción se presenta de manera separada.

2.1.8.5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN LA ZONA DE MUELLE

El perfil estratigráfico de la zona de muelle se presenta en las siguientes ilustraciones 5, 6, 7 y 8 (lamina 1- Anexos).

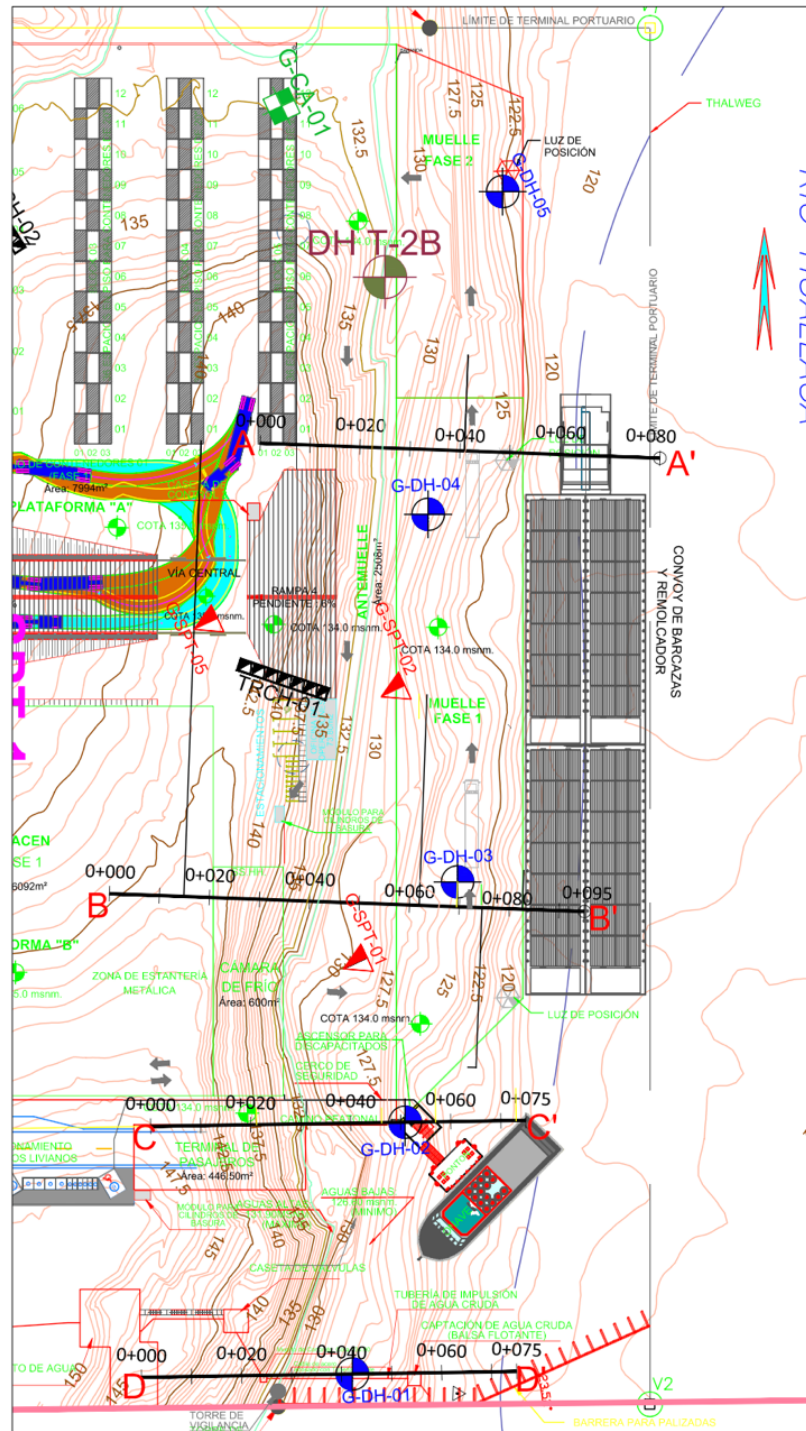


Ilustración 4. PLANO DE DISTRIBUCION DE CORTES

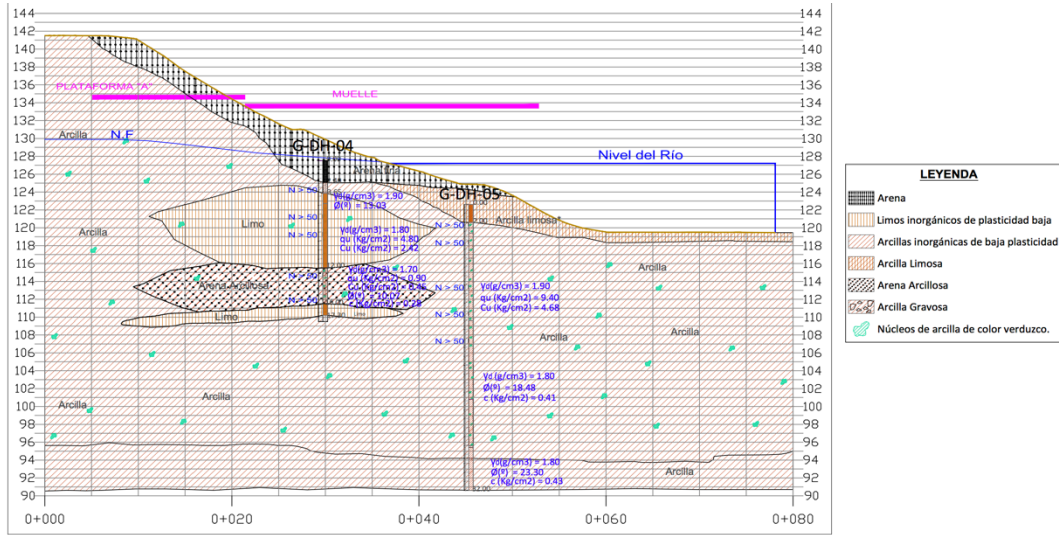


Ilustración 5. CORTE A-A

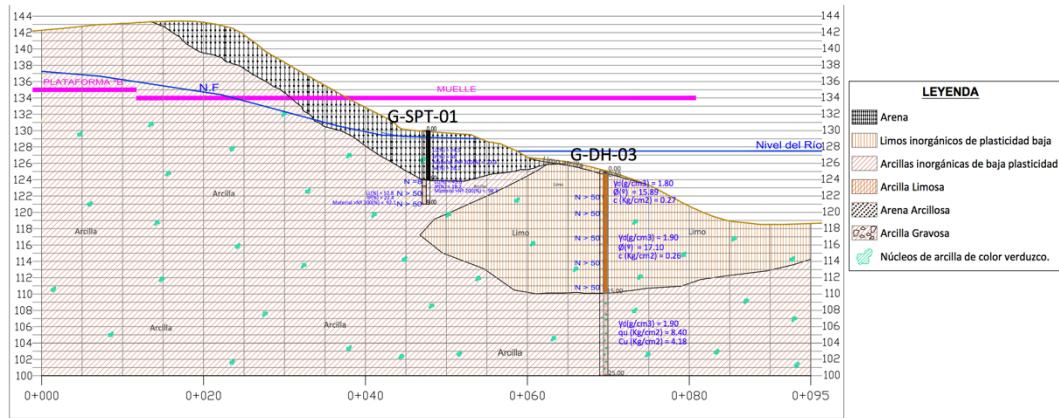


Ilustración 6. CORTE B-B

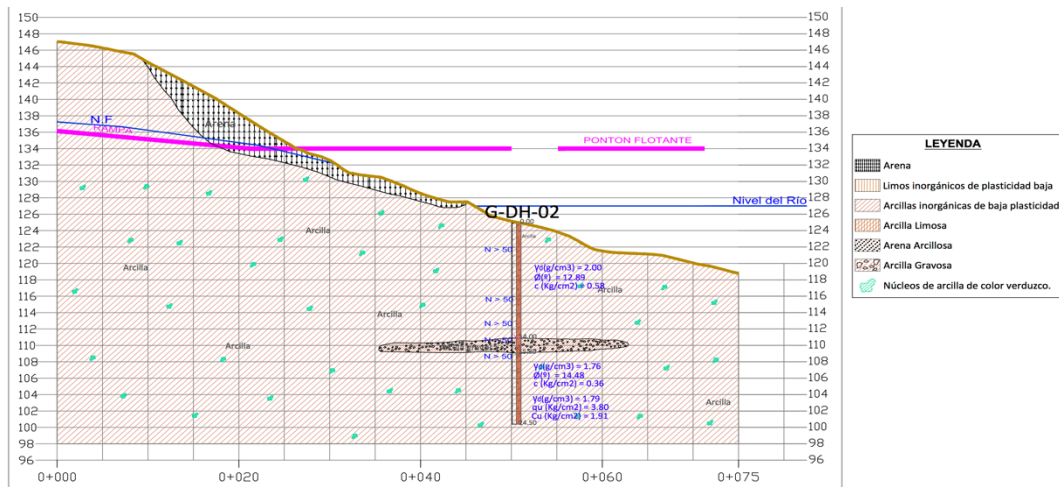


Ilustración 7. CORTE C-C

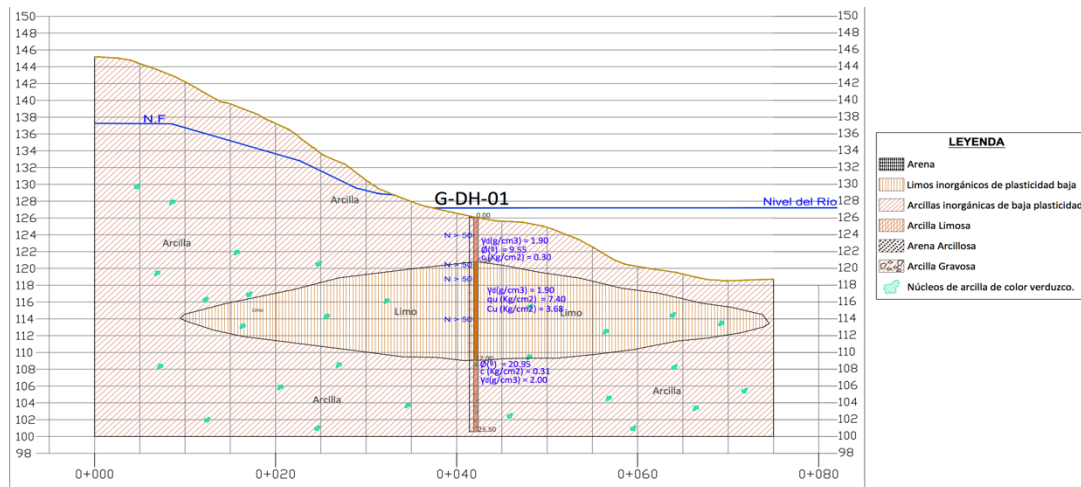


Ilustración 8. CORTE D-D

En esta zona se han realizado los sondajes DH-01, DH-02, DH-03, DH-4 y DH-05, los perfiles muestran que el subsuelo a partir de los 3 metros de profundidad está conformado por arcillas y limos; las arcillas son de color marrón a rojizo en estado compacto a duro ($N_{SPT} > 50$) e impermeable; son altamente plásticas y presentan textura homogénea con presencia de importantes lentes de limo hasta los 12 m de profundidad, los limos existentes se encuentran en estado duro ($N_{SPT} > 50$). Se ha podido observar una secuencia de arcillas de consistencia dura hasta los 32 m que indican la presencia de la formación impura. Otro indicador que sugiere la presencia de esta formación son las arcillas observadas en las pruebas SPT; las cuales muestran rechazo ($N > 50$), por lo que se configura como un buen terreno para la cimentación de pilotes y tablestacas.

Así mismo existen lentes de Arena limosa, arena arcillosa y lentes aislados de arcilla gravosa limo y limo arenoso, con una potencia de 2.00 m en promedio: En el sondaje DH04 se evidenció la presencia de una capa superficial de arena fina con una potencia de 6 m.

2.1.8.6 CARGA AXIAL ADMISIBLE EN TABLESTACAS METÁLICAS

Se estimara las longitudes necesarias para transmitir las cargas al terreno en base a los resultados de los ensayos de caracterización mecánica del terreno y en los métodos de cálculo adecuados a este tipo de suelo.

En la evaluación de la capacidad de carga axial y estática de las tablestacas se consideró que éstos son hincados, calculándose la resistencia estática.

La profundidad se calcula de acuerdo a la sección de perforación o sección de tablestaca, los diámetros que se utilizan de acuerdo a la norma son: 0,8m, 1.00 m y 1.2 m.

Podremos obtener la carga admisible del suelo en función del diámetro y la profundidad, con la finalidad de obtener una profundidad media que soporte la carga de hincado (195 ton. incluido el peso del pistón) el cual deberá ser comparado con el cálculo de la profundidad de la tablestaca, nos es permitido calcular el valor de la carga admisible que soporta el suelo mediante la siguiente expresión:

$$Q_{ADM} = A_p \cdot \sigma_{vo} \cdot N_q + \sum \Delta L \cdot a_s \cdot \dots \quad \text{(T. WILLIAM LAMBE \& ROBERT V. WHITMAN)}$$

$$\cdot (K \cdot \bar{\sigma}_{vo} \cdot \tan \phi)$$

De donde:

$$A_p = \text{Área}$$

$$\sigma_{vo} = \text{Profundidad} \cdot (\gamma_{SUELO DE HINCADO} - 1) \quad \gamma_{SUELO DE HINCADO} \text{ EN [Ton/m}^3\text{]}$$

$$N_q = 30 \quad \text{ver ilustracion 9}$$

$$\Delta L = \text{Profundidad}$$

$$a_s = \pi \cdot \text{Diametro}$$

$$K = \text{constante del tipo de suelo}$$

$$\bar{\sigma}_{vo} = \frac{\sigma_{vo}}{2}$$

Realizaremos el primer cálculo para nuestro caso:

$$\phi = 35^\circ \quad \text{Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.}$$

$$A_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.3^2}{4} = 0.5027 \text{ m}^2$$

$$\gamma_{SAT} = 1840 \text{ kg/m}^3$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$\bar{\sigma}_{v0} = \text{Profundidad} \cdot (\gamma_{SUELO DE HINCADO} - 1) = 0.25 \cdot (1.84 - 1) = 0.21 \text{ Ton/m}^2$$

$$N_q = 30$$

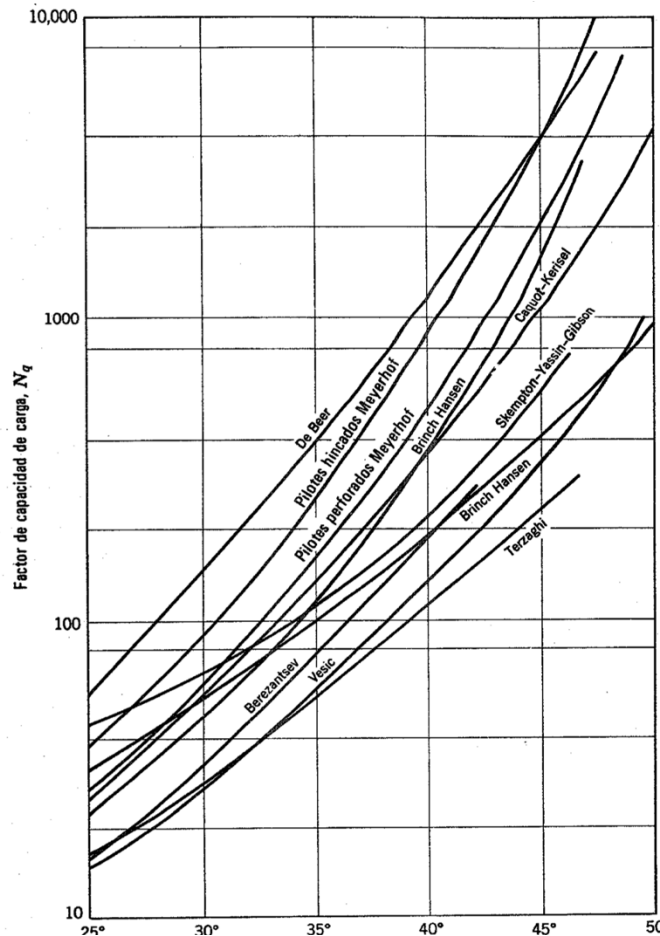


Ilustración 9. FACTOR DE CAPACIDAD DE CARGA (T. WILLIAM LAMBE & ROBERT V. WHITMAN)

$$\Delta L = 0.25 \text{ m}$$

$$a_s = \pi \cdot D = \pi \cdot 0.8 = 2.5125$$

$$K = \text{constante del tipo de suelo} = 2$$

$$\bar{\sigma}_{vo} = \frac{\bar{\sigma}_{v0}}{2} = \frac{0.21}{2} = 0.1050 \text{ Ton/m}^2$$

$$Q_{ADM} = 0.5027 \text{ m}^2 \cdot 0.21 \text{ Ton/m}^2 \cdot 30 + 0.25 \text{ m} \cdot 2 \cdot 0.105 \text{ Ton/m}^2 \cdot \tan 35$$

$$Q_{ADM} = 3.2038 \text{ Ton}$$

Realizada la demostración del primer cálculo, en el cuadro 4, tenemos las capacidades de cargas axiales admisibles a diversas profundidades de suelo con los diferentes diámetros.

Profundidad (m)	D=0.80 m	D=1.00 m	D=1.20 m
	Qadmisible (Tn)	Qadmisible (Tn)	Qadmisible (Tn)
0,25	3,2	5,0	7,2
0,5	6,6	10,3	14,7
0,75	10,2	15,7	22,4
1	13,9	21,3	30,3
1,25	17,7	27,1	38,5
1,5	21,7	33,1	46,9
1,75	25,9	39,3	55,5
2	30,2	45,7	64,3
2,25	34,7	52,2	73,4
2,5	39,3	59,0	82,7
2,75	44,0	65,9	92,2
3	49,0	73,1	101,9
3,25	54,0	80,4	111,9
3,5	59,3	87,9	122,1
3,75	64,6	95,6	132,6
4	70,2	103,5	143,2
4,25	75,8	111,6	154,1
4,5	81,7	119,9	165,3
4,75	87,7	128,4	176,6
5	93,8	137,0	188,2
5,25	100,1	145,9	200,0
5,5	106,5	154,9	212,0
5,75	113,1	164,1	224,3
6	119,9	173,6	236,8
6,25	126,8	183,2	249,5
6,5	133,8	193,0	262,5
6,75	141,0	203,0	275,6
7	148,4	213,2	289,0
7,25	155,9	223,5	302,7
7,5	163,5	234,1	316,5

Cuadro 4. CARGAS AXIALES ADMISIBLES

Los resultados del cuadro 4 marcados son los que cumplen con la carga de hincado necesaria (195 ton. incluido el peso del pistón). Cabe recalcar que esta profundidad es Total y para ser comparada con la de cálculo de Hincado debe ser restada la profundidad de la segunda capa de material de sitio que es $L_2=3.16\text{m}$. Podemos resumir que la profundidad necesaria de hincado tiene que ser mayor a 3.60 m con un diámetro de 1 m.

2.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

2.2.1 TABLESTACADO DEL ANTEMUELLE FASE I

DISEÑO DE LA TABLESTACA.

DATOS PARA EL DISEÑO:

$$\gamma_{RELLENO} = 1700 \text{ kg/m}^3$$

El valor de la densidad del material de relleno de 1700 kg/m^3 debido a que ese es el valor promedio de la densidad de un material de mejoramiento en el Ecuador.

$$\phi = 35^\circ$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$k_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$k_a = \tan^2\left(45 - \frac{35}{2}\right)$$

$$k_a = 0.271$$

$$\gamma_{SAT} = 1840 \text{ kg/m}^3$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$\gamma' = \gamma_{SAT} - \gamma_{AGUA}$$

$$\gamma' = 1840 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma' = 840 \text{ kg/m}^3$$

PRESIÓN DEL SUELO DE RELLENO:

$$L_1 = 1.80 \text{ m}$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$p_1 = \gamma_{RELLENO} \cdot L_1 \cdot K_a$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$p_1 = 1700 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.80 \text{ m} \cdot 0.271$$

$$p_1 = 829.26 \text{ kg/m}^2$$

PRESIÓN DEL MATERIAL DE LIMO ML:

$$L_2 = 3.16 \text{ m}$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$p_2 = (\gamma_{RELLENO} \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2) \cdot K_a$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$p_2 = (1700 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.80 \text{ m} + 840 \text{ kg/m}^3 \cdot 3.16 \text{ m}) \cdot 0.271$$

$$p_2 = 1548.6024 \text{ kg/m}^2$$

PRESIÓN TOTAL:

$$P_1 = \frac{p_1 \cdot L_1}{2} + p_1 \cdot L_2 + \frac{(p_2 - p_1) \cdot L_2}{2}$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$P_1 = \frac{829.26 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.80 \text{ m}}{2} + 829.26 \text{ kg/m}^2 \cdot 3.16 \text{ m} \dots$$

$$+ \frac{(1548.6024 \text{ kg/m}^2 - 829.26 \text{ kg/m}^2) \cdot 3.16 \text{ m}}{2}$$

$$P_1 = 4503.3566 \text{ kg/m}$$

PROFUNDIDAD DE ACCIÓN:

$$\bar{z}_1 = \frac{\sum \text{Momento}_{DRAGADO}}{P_{total}}$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$\bar{z}_1 = \frac{\left(\frac{1}{2} p_1 \cdot L_1\right) \cdot \left(L_2 + \frac{L_1}{3}\right) + p_1 \cdot L_2 \cdot L_1 + \frac{1}{2} p_2 \cdot L_2 - \frac{p_1 \cdot L_2}{3}}{P_1}$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$\begin{aligned} \bar{z}_1 &= \frac{(0.5 \cdot 829.26 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.8 \text{ m}) \cdot \left(3.6 \text{ m} + \frac{1.8 \text{ m}}{3}\right) + 829.26 \text{ kg/m}^2 \cdot 3.6 \text{ m} \cdot 1.8 \text{ m} + \dots}{0.5 \cdot 1548.6024 \text{ kg/m}^2 - \frac{829.26 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.8 \text{ m}}{3}} \\ &= \frac{\dots}{4503.3566 \text{ kg/m}} \end{aligned}$$

$$\bar{z}_1 = 1.7320 \text{ m}$$

CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD TEÓRICA:

$$p_c = 4c - (\gamma_{RELLENO} \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2)$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$c = 0.1450 \text{ Kg/cm}^2$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$p_c = 4 \cdot 1450 \text{ Kg/m}^2 - (1700 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.8 \text{ m} + 840 \text{ kg/m}^3 \cdot 3.16 \text{ m})$$

$$p_c = 85.6 \text{ Kg/m}^2$$

$$l_1 = 1.75 \text{ m}$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$p_c \cdot D^2 + 2p_c D(L_1 + L_2 - l_1) - 2p_1(L_1 + L_2 - l_1 - \bar{z}_1) = 0$$

(Braja M. Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

$$88 \text{ Kg/m}^2 \cdot D^2 + 2 \cdot 88 \text{ Kg/m}^2 \cdot D \cdot (1.8 \text{ m} + 3.16 \text{ m} - 1.75 \text{ m}) - 2 \cdot 829.26 \text{ kg/m}^2 \cdot (1.8 \text{ m} + 3.16 \text{ m} - 1.75 \text{ m} - 1.7320 \text{ m}) = 0$$

$$85.6 \cdot D^2 + 549.552 \cdot D - 2451.2926 = 0$$

$$D_{TEORICA} = 3.03 \text{ m}$$

CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD REAL:

$$D_{REAL} = 1.3 \sim 1.6 (D_{TEORICA}) \quad (\text{NEC-SE-CM, 2014})$$

En el cuadro 5 tenemos los diferentes valores de la profundidad real de hincado para el intervalo de incremento de la profundidad teórica de hincado de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

FACTOR	D _{TEORICA} [m]	D _{REAL} [m]
1,3	3,03	3,94
1,4	3,03	4,24
1,5	3,03	4,55
1,6	3,03	4,85

Cuadro 5. VARIACION DE LA PROFUNDIDAD REAL DE HINCADO

$$D_{REAL} = 4.84 \text{ m}$$

Esta es la profundidad de Hincado que cumple con el valor del estudio que es 4 m y con la ubicación de suelo seguro del cuadro 4

LONGITUD TOTAL DE LA TABLESTACA:

$$L_{TABLESTACA} = L_1 + L_2 + D_{REAL}$$

$$L_{TABLESTACA} = 1.8 \text{ m} + 3.16 \text{ m} + 4.84 \text{ m}$$

$$L_{TABLESTACA} = 9.80 \text{ m}$$

CÁLCULO DE SECCIÓN NECESARIA DE LA TABLESTACA:

Calcularemos el momento máximo mediante el Abaco de Taylor (Ilustración 5), debido a la facilidad de obtención de valores y a que este método incluye un factor de seguridad F.

Datos Necesarios:

$$\varphi = \phi = 35^\circ$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$\beta = 90^\circ$$

Este valor de inclinación se asume para cimentaciones profundas (NEC-SE-CM, 2014)

Ingresamos en el Abaco de Taylor (Ilustración 10) con los valores de $\beta = 90^\circ$ hasta la proyección de la curva con $\varphi = 35^\circ$.

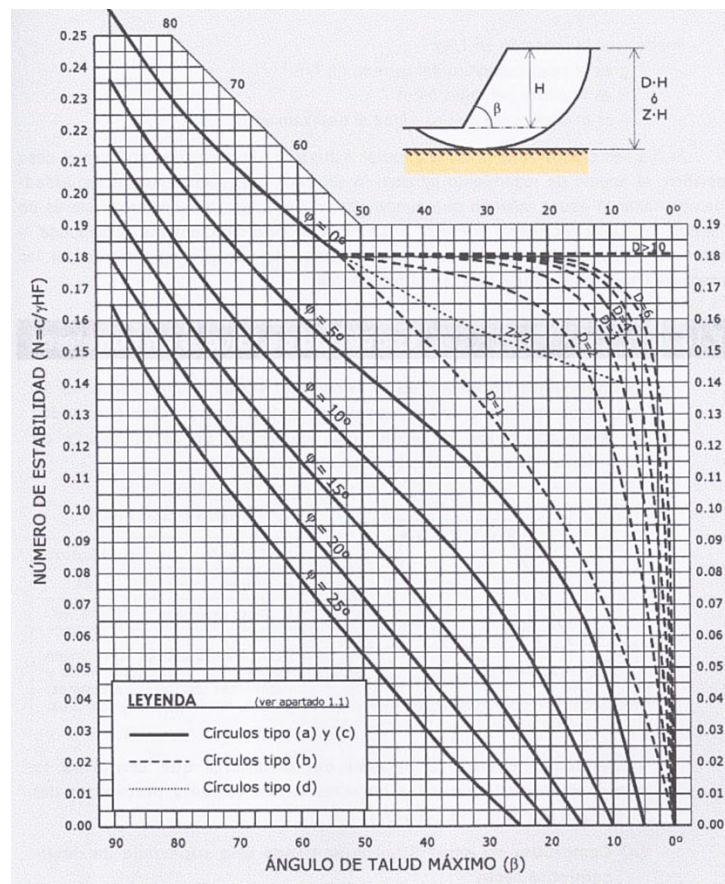


Ilustración 10. ABACO DE TAYLOR

Del Abaco de Taylor (Ilustración 10), Obtenemos:

$$N = 0.14$$

luego:

$$\frac{M_{max}}{\gamma' \cdot k_a \cdot H^3} = N$$

(ESCUELA DE INGENIERA DE LA CONSTRUCCION, 2014)

De donde podemos calcular el momento máximo ya que todos los valores fueran calculados con antelación siendo $H = L_{TABLESTACA}$.

$$\frac{M_{max}}{840 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.271 \cdot (9.8 \text{ m})^3} = 0.14$$

$$M_{max} = 0.14 \cdot 840 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.271 \cdot (9.8 \text{ m})^3$$

$M_{max} = 29995.4313 \text{ kg} \cdot \text{m}$
--

$$Seccion_{tablestaca} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{ADM}}$$

$$\sigma_{ADM} = \frac{\sigma_{LIM \text{ ACERO}}}{2}$$

(NEC-SE-CM, 2014)

$$\sigma_{ADM} = 0.6 Fy \text{ ---> CON SISMO}$$

(NEC-SE-CM, 2014)

$$\sigma_{ADM} = 0.9 Fy \text{ ---> SIN SISMO}$$

Utilizamos el σ_{Acero} comercial en el Ecuador que es el acero A-36 con la formula $\sigma_{ADM} = 0.6 Fy$ debido a que en el Ecuador toda construcción civil tiene que ser castigada con el factor sísmico.

$$Fy_{ACERO \text{ A-36}} = 36 \text{ Klb/in}^2 \approx 253.6369 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ADM} = 0.6 \cdot 253.6369 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ADM} = 152.1821 \text{ MPa} \approx 1551.2956 \text{ kg/cm}^2$$

$$Seccion_{tablestaca} = \frac{29995.4313 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1551.2956 \text{ kg/cm}^2} \approx \frac{2999543.13 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{1551.2956 \text{ kg/cm}^2}$$

$$Seccion_{tablestaca} = 1933.5729 \text{ cm}^3/\text{m}$$

A partir de la sección necesaria de tablestaca podemos escoger la que se acople a nuestro calculo, la compañía **ArcelorMittal** es una de las más importantes a nivel internacional en la elaboración de tablestacas y tiene sede en la ciudad de Quito, por lo que utilizamos su catálogo para seleccionar una tablestaca. La tablestaca más consistente y la que recomendamos en el diseño es la AU-20 (Ilustración 11) con *Modulo resistente elastico* = 2000 cm³/m que es mayor a nuestra sección de diseño.

Detalles de la tablestaca:

Sección	S = Perfil individual D = Perfil doble T = Perfil triple	Área de sección cm ²	Masa kg/m	Momento de inercia cm ⁴	Módulo resistente elástico cm ³	Radio de giro cm	Área de recubrimiento ¹⁾ m ² /m
AU secciones							
AU 20	Por S	123,4	96,9	9380	579	8,72	1,01
	Por D	246,9	193,8	66660	3000	16,43	2,00
	Por T	370,3	290,7	92010	3425	15,76	2,99
	Por m de pantalla	164,6	129,2	44440	2000	16,43	1,33

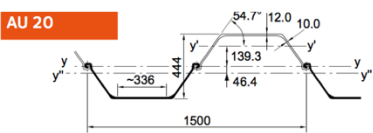


Ilustración 11. TABLESTACA DE DISEÑO

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE GOLPES DE HINCADO:

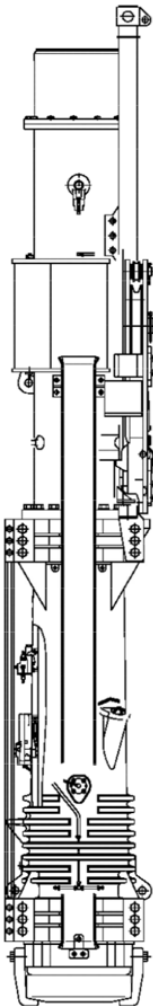
El cálculo del número de golpes es importante para salvaguardar la seguridad de la tablestaca al momento del hincado, sin producir pandeo; debido a esto en la actualidad el cálculo para un sistema de tablestacas se resume en el tipo de Martillo de acuerdo a las características del fabricante recordando que nuestros cálculos se resumieron a un soporte de las tablestacas 195 ton incluido el peso del pistón.

La compañía **ArcelorMittal** no contribuye con los martillos para el hincado, pero si nos recomienda la utilización de los martillos **Delmag**, en su catálogo mediante comparaciones hemos escogido uno acorde nuestras características (Ilustración 12).

Specifications

ICE

Model I-19^{v2}
Single-Acting Diesel Hammer



- Simple and reliable low-pressure impact-atomization fuel injection system ensures maximum uptime.
- Excellent cylinder scavenging ensures cooler operation.
- Automatic oil lubrication to both the upper and lower cylinders eliminates greasing and increases productivity.
- Remote hydraulic fuel control system available.
- Electronic energy output monitoring system available.

Working Specifications

Ram weight	4015 lbs	1821 kg
Maximum geometric stroke	12.14 ft	3700 mm
Energy at maximum stroke	48742 ft-lbs	66 kJ
Rated continuous stroke	10.77 ft	3281 mm
Energy at rated stroke	43225 ft-lbs	59 kJ
Blow rate	35-53 bpm	35-53 bpm

Weights

Hammer with box-lead guides	9800 lbs	4444 kg
Typical helmet weight	1700 lbs	771 kg
Typical operating weight	12000 lbs	5443 kg

Capacities

Diesel fuel tank	9.9 gal	37.5 liters
Lube oil tank	2.6 gal	9.8 liters
Ether tank	0.3 gal	1.1 liters

Dimensions

Length	17.4 ft	5304 mm
Length with trip guides	19.4 ft	5913 mm
Overall width	19.1 in	485 mm
Standard box leads	20 in	508 mm
Overall depth	29.3 in	744 mm
Centerline to rear	14.8 in	376 mm
Centerline to front	14.6 in	371 mm

Ilustración 12. ESPECIFICACIONES DEL MARTILLO PARA HINCADO

Para el cálculo del número de golpes utilizaremos las fórmulas de la compañía fabricante Delmag:

$$Ef = \frac{4415}{(\text{Golpes}/\text{min})^2} \cdot R$$

$$W = \frac{E \cdot R}{f \cdot (s + c \cdot L) \cdot (R + Q)} \cdot R$$

$$s = \frac{Ef \cdot R}{(R + Q) \cdot f \cdot W} - (c \cdot L)$$

$$\text{Numero de Golpes} = \frac{100}{s}$$

De donde:

W = Capacidad de carga o Carga Admisible suelo [KN]

E = Energia por golpe [Kgm]

R = Peso del Piston [kg]

c = Factor de elasticidad del pilote

L = Longitud del pilote a Hincar

s = Penetracion media permanente por golpe en los ultimos 10 golpes

Q = Peso de la Tablestaca a Hincar [Kg]

f = Factor de seguridad

Teniendo ya todos los valores realizaremos el cálculo tomando en cuenta que el factor de seguridad f recomendado por el fabricante es 2.

Cuadros de cálculo del número de Golpes de hincado:

Datos de Cálculo :		Cálculo del número de golpes para los 10 cm dados los datos del pilote y martillo	
W =	1.912,95 KN	s =	0,98 mm
Ef =	5.369,74 Kgm	Golpes/10 cm :	102 golpes/10 cm
R =	1.946,00 Kg		
c =	0,03		
L =	9,80 m		
s =			
Q =	193,80 Kg		
f =	2,00		
Golpes/min =	40,00		
		Cálculo del W con número de golpes/10 cm calculado :	
		Para :	100 golpes/10 cm
		s =	1,00 mm
		W =	1886,94 tons.

Cuadro 6. CALCULO DEL NUMERO DE GOLPES DE HINCADO

En el cuadro 6 hemos realizado el cálculo del número de golpes y la comprobación con una comparación a 100 golpes observando que la capacidad de carga del suelo disminuye (195 ton o 1912.95 KN) es así que definimos como:

$$\text{Numero de golpes} = 102$$

Cabe recalcar que este cálculo del número de golpes de Hincado, se refiere con una variación de ± 10 golpes por las variaciones que puede existir ya sea en la continuidad del golpe, en la variación por minuto o en la condición físico mecánica que se puede encontrar el suelo.

DISEÑO DE LOSA DE ANCLAJE DE HORMIGON ARMADO.

El diseño de un sistema de tablestacado conlleva el diseño de una losa de hormigón armado, la cual se ubica sobre el suelo del relleno, para este diseño partiremos de las especificaciones de la norma ecuatoriana de la construcción.

Consideraciones:

- ✓ Para la resistencia del hormigón armado:

$$f'c \geq 250 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{NEC-SE-CM, 2014})$$

Asumiremos un valor de diseño de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$, ya que cumple con la normativa y nos permitirá jugar con la altura de la losa.

- ✓ Altura de la losa:

La normativa es un poco variable en este sentido ya que especifica que: La altura H de losa de confirmación o ancla en sistemas de tablestacado debe ser mayor o igual a 20 cm o igual al alto del cabezal de la tablestaca. (NEC-SE-CM, 2014)

En este caso la altura del cabezal nos viene dada (Lamina 2-Anexos), la cual es de 30 cm pero para este diseño de opto por tomar el valor de 20 cm debido a que nos parece un alto razonable y resistente tomando en cuenta que la resistencia de nuestro hormigón nos lo permite.

Diseño:

$$A_{losa} = 1.7 \text{ m} \cdot 1.7 \text{ m} = 2.89 \text{ m}^2 \text{ para cada tablestaca}$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$W = \frac{P_1}{A_{losa}}$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$W = \frac{4503.3566 \text{ kg/m}}{2.89 \text{ m}^2}$$

$$W = 1558.2549 \text{ kg} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{max} = \left(W \cdot \frac{\text{longitud}}{2} \cdot 1\text{m} \right) \cdot \beta$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$M_{max} = \left(1558.2549 \text{ kg} \cdot \text{m/m} \cdot \frac{1.70 \text{ m}}{2} \cdot 1\text{m} \right) \cdot 0.80$$

$$M_{max} = 1059.6133 \text{ kg} \cdot \text{m} \approx 105961.3318 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = \frac{14}{4200} = 0.003333 \quad (\text{NEC-SE-CM, 2014})$$

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b \text{ o } 0.5 \rho_b \quad (\text{NEC-SE-CM, 2014})$$

Utilizaremos el valor de $0.5 \rho_b$ ya que realizaremos todos los cálculos para sismo

$$\rho_b = \theta \cdot \beta \cdot \frac{6000}{6000 + fy} \cdot \frac{f'c}{fy} \quad (\text{NEC-SE-CM, 2014})$$

$$\rho_b = 0.85 \cdot 0.8 \cdot \frac{6000}{6000 + 4200} \cdot \frac{300}{4200} = 0.028571$$

$$\rho_{max} = 0.5 \cdot 0.028571 = 0.014286$$

Calcularemos la cuantía de nuestro diseño:

$$\rho = \frac{1.53 \cdot f'c - \sqrt{(1.53 \cdot f'c)^2 - \frac{6.12 \cdot f'c \cdot M_{max}}{b \cdot d^2}}}{1.8 \cdot fy} \quad (\text{NEC-SE-CM, 2014})$$

El valor d de nuestro Hormigón es igual a la altura del peralta menos el recubrimiento por lo que tomado un recubrimiento de 5 cm la altura d es igual a 15 cm.

$$\rho = \frac{1.53 \cdot 300 - \sqrt{(1.53 \cdot 300)^2 - \frac{6.12 \cdot 300 \cdot 105961.3318}{100 \cdot 15^2}}}{1.8 \cdot 4200}$$

$$\rho = 0.001259$$

Comparación de cuantías:

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$$

$$0.00333 \leq 0.001259 \leq 0.014286$$

la comparación de cuantías no cumple la condición para la cuantía mínima por lo que optamos por:

$$\rho = \rho_{min} \quad \therefore \quad \rho = 0.00333$$

Con lo que calculamos el acero a flexión y a compresión:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.003333 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 5 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4 \text{ varillas } \emptyset 14 \text{ mm} = 1 \text{ varilla } \emptyset 14 \text{ mm} / 25 \text{ cm}$$

$$f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 1 \text{ varilla } \emptyset 14 \text{ mm} / 25 \text{ cm en ambos sentidos}$$

DISEÑO DE VIGA DE ANCLAJE.

El diseño de un sistema de tablestacado conlleva el diseño de una viga de hormigón armado o acero, la cual se ubica entre la loza de anclaje y el cabezal de la tablestaca.

Diseño:

$$Luz_{maxima} \text{ segun los planos} = 3 \text{ m}$$

Dato del Proyecto Sistema de tablestacado fase I Yurimaguas - Perú.

$$M_{max} = \frac{1}{10} \cdot P_1 \cdot Luz_{maxima}^2$$

$$M_{max} = \frac{1}{10} \cdot 4503.3566 \text{ kg/m} \cdot (3 \text{ m})^2 = 4053.0209 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$S_{xxrrequerido} = \frac{M_{max}}{\sigma_{ADM}}$$

$$\sigma_{ADM} = 152.1821 \text{ MPa} \approx 1551.2956 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{xxrrequerido} = \frac{4053.0209 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1551.2956 \text{ kg/cm}^2} = \frac{405302.094 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{1551.2956 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_{xxrrequerido} = 261.2668 \text{ cm}^3$$

Tomaremos un tipo de perfil estructural que cumpla con las necesidades:
 Perfil estructural tipi U Dipac (ilustración 13).



Especificaciones Generales

- Otras calidades: Previa consulta
- Largo normal: 6.00m
- Otros largos: Previa consulta
- Espesores: Desde 1.50mm hasta 12.00mm
- Acabado: Natural
- Otro acabado: Previa consulta

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				ix	ly	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 150 x 80 x 12	150	80	12	25,00	32,47	2,64	1013	189,3	135,1	35,31	5,59	2,41



Ilustración 13. PERFIL TIPO U DE DIPAC SELECCIONADO PARA EL DISEÑO DE VIGA DE ANCLAJE

La viga constara de dos perfiles tipo U de las especificaciones de la ilustración 13 obteniendo como resultado:

$$S_{xxDISEÑO} = 270.2 \text{ cm}^3 = 2 \text{ Perfiles Tipo U (150x80x12)}$$

CAPITULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPITULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL DISEÑO.

3.1.1 CONCEPTO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Los Análisis de Precios Unitarios (APUs) conocidos también como descompuestos en palabras simples son el desglose que debe hacerse al precio unitario de cada partida de un presupuesto (por la unidad de Obra) donde se debe descomponer el precio unitario en cuatro partes principales que son: Materiales, Mano de Obra, Medios Auxiliares e Imprevistos. (Ricardo Pizarro Iturrieta, s.f.)

3.1.2 PRESUPUESTO DEL DISEÑO TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PORTUARIO YURIMAGUAS-PERÚ.

Partiendo del diseño elaborado en el capítulo II, realizaremos una estimación del presupuestó (APUs Anexo 2) de la obra en el caso de que esta se emplace en nuestro país, teniendo en cuenta nuestros costos de materiales y mano de obra.

TEMA: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PUERTERIA YURIMAGUAS-PERU
 LONGITUD: 220 METROS
 UBICACION: YURIMAGUAS PERU
 ELABORADO: DIEGO SEBASTIAN MOLINA ANDRADE

PLANILLA N°: 0
 PERIODO: 0
 FECHA: 11/9/17



ITEM	RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	CANTIDADES PLANILLADAS			VALORES			% AVANCE ACUM.	
							ANTERIOR	ESTE PERIODO	ACUMULADO	ANTERIOR	ESTE PERIODO	ACUMULADO		
PRELIMINAR														
1	01.01	TRAZO Y REPLANTEO	mes	4	1911,04	7644,16								
2	01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2000	0,72	1449,00								
3	01.03	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	1400	6,98	9770,46								
4	01.04	LIMPIEZA DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	5	457,90	2289,50								
5	01.05	TABLESTACADO DE PRUEBA	glb	2	14000,00	28000,00								
EJECUCION DEL TABLESTACADO														
6	02.01.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VIGAS METALICAS CANAL	m	74	92,85	6870,87								
7	02.01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLESTACA DE ACERO AU 20	m	147	132,89	19535,45								
8	02.01.03	TRANSPORTE TABLESTACAS DE ACERO	und	147	16,24	2387,04								
9	02.01.04	HINCADO DE TABLESTACAS DE ACERO	und	147	54,31	7982,89								
10	02.01.05	DESCABEZADO DE TABLESTACAS	und	147	42,42	6235,86								
HORMIGONADO														
11	02.02.01	CONCRETO ESTRUCTURAS $f_c=300$ kg/cm ²	m3	74,8	133,51	9986,55								
12	02.02.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4.200$ kg/cm ²	kg	7721,536	1,69	13043,43								
13	02.02.03	ENCOFRADO ESTRUCTURAS DE ANCLAJE	m2	88	8,57	753,88								
ESTRUCTURAS DE ANCLAJE														
14	02.03.01	SUMINISTRO Y PREPARACION DE TIRANTES DE ACERO 2 1/2"	m	220	51,30	11286,03								
15	02.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TENSORES, INSERTOS DE CONEXION	und	130	43,93	5710,85								
16	02.03.03	SUMINISTRO Y HABIL. VIGAS DE MADERA 8"X8" o PLATINAS Y CONTRATUERCAS	m	100	3,68	368,00								
17	02.03.04	MONTAJE DE SARDINEL DE PROTECCIÓN	m	220	3,07	676,15								
18	02.03.05	JUNTA DE CONTROL	m	130	1,62	210,08								

Cuadro 7. PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PUERTERIA YURIMAGUAS-PERU

Partiendo del Cuadro 7, en donde hemos realizado el cálculo del presupuesto referencial del diseño de tablestacado obtenemos:

$$\text{Presupuesto Refencial} = 134200,20 \text{ Dolares Americanos}$$

Presupuesto Refencial

= Ciento Treinta y Cuatro Mil Dos Cientos Dolares Americanos y Veinte centavos

3.2 DATOS DEL DISEÑO ORIGINAL DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PUERTEARÍA YURIMAGUAS-PERÚ.

Densidad del material de relleno:

$$\gamma_{RELLENO} = 1800 \text{ kg/m}^3$$

Presión del suelo de relleno:

$$p_1 = 878.04 \text{ kg/m}^2$$

Presión del Suelo Limoso ML:

$$p_2 = 1597.384 \text{ kg/m}^2$$

Profundidad de Hincado:

$$D_{REAL} = 4.00 \text{ m}$$

Longitud de la Tablestaca:

$$L_{TABLESTACA} = L_1 + L_2 + D_{REAL}$$

$$L_{TABLESTACA} = 1.8 \text{ m} + 3.16 \text{ m} + 4.00 \text{ m}$$

$$L_{TABLESTACA} = 8.96 \text{ m}$$

Sección de la Tablestaca:

$$Seccion_{tablestaca} = 2204 \text{ cm}^3/m$$

La tablestaca seleccionada en el diseño original es la AU-26 (Ilustración 14) con *Modulo resistente elastico* = $2580 \text{ cm}^3/m$.

Sección	S = Perfil individual D = Perfil doble T = Perfil triple	Área de sección cm ²	Masa kg/m	Momento de inercia cm ⁴	Módulo resistente elástico cm ³	Radio de giro cm	Área de recubrimiento ¹⁾ m ² /m
AU secciones							
AU 26	Por S	144,2	113,2	10580	608	8,57	1,03
	Por D	288,4	226,4	87220	3870	17,39	2,04
	Por T	432,6	339,6	119810	4340	16,64	3,05
	Por m de pantalla	192,2	150,9	58140	2580	17,39	1,36

Ilustración 14. TABLESTACA ORIGINAL DE DISEÑO

Numero de Golpes de Hincado:

$$Numero \ de \ golpes = 110 \pm 10$$

Losa de Hormigón Armado:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$Peralte \ de \ la \ Losa = 30 \text{ cm}$$

$$A_s = 1 \text{ varilla } \varnothing 16 \text{ mm } / 22 \text{ cm en ambos sentidos}$$

Viga de Anclaje:

$$S_{xxDISEÑO} = 320 \text{ cm}^3 = 2 \text{ Perfiles Tipo U (12x30)}$$

Presupuesto:

$$Presupuesto \ Original = 480282.50 \text{ Nuevos Soles}$$

Este valor le convertimos al cambio actual en donde 1 Dólar = 3,23 Nuevos Soles.

$$Presupuesto \ Original = 158694.28 \text{ Dolares Americanos}$$

3.3 BASES PARA LA COMPARACIÓN DE DISEÑOS.

Una vez expuestos los resultados obtenidos por el cálculo del sistema de tablestacas de la fase I, terminal Puertearía Yurimaguas-Peru, en el capítulo 2 y el diseño original; se presenta a continuación el análisis de los resultados en forma comparativa entre los dos diseños. Este tipo de análisis permite determinar las diferencias de cálculo que existen, entre la normativa ecuatoriana y peruana, con la única finalidad de obtener conclusiones objetivas que permitan comprender las diferencias entre los diseños.

Este análisis comparativo se fundamenta principalmente en 3 criterios básicos de estructuración:

- ✓ En la primera hacemos referencia a la justificación del diseño realizado en el capítulo 2, en comparación con los resultados obtenidos en el diseño original.
- ✓ El segundo criterio, se basa principalmente en el análisis y/o recomendación del uso de algunos factores para la obtención de nuestro diseño.
- ✓ Y por último, la elaboración de una matriz de comparación para obtener un evaluación entre ambos diseños y recomendar uno de los dos.

3.4 ANÁLISIS COMPARATIVO.

3.4.1 PROFUNDIDAD DE HINCADO DE TABLESTACA.

En el diseño de una tablestaca se conoce a priori, con diversos grados de aproximación, el tipo de relleno, empuje, posición del nivel freático y las cargas externas; quedando como incógnita, únicamente, la profundidad de hincado. Con suficiente profundidad de hincado y rigidez, cualquier tablestaca se sostendrá sin necesidad de anclaje o apuntalamiento. En todo caso lo mejor es contar con un balance adecuado entre profundidad de hincado, rigidez de la tablestaca y número de anclas, que conduzcan al menor costo posible del sistema en conjunto, con un margen de seguridad que refleje la importancia de la obra y las consecuencias de la falla. (Monroy Salgado Rogelio, 2007)

En el cuadro 7; tenemos la profundidad de Hincado del diseño realizado en el capítulo 2 y del diseño original.

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
	DISEÑO ORIGINAL PERU	DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA
PROFUNDIDAD REAL DE HINCADO RECOMENDADA EN EL TERCER ESTRATO DE IPORURO	$D_{REAL} = 4,00 \text{ m}$	$D_{REAL} = 4,84 \text{ m}$

Cuadro 7. PROFUNDIDAD DE HINCADO DE TABLESTACA

Debido a que los diseños son realizados con normativa y las condiciones de cada país (Ecuador y Perú), nos es fácilmente evidenciable una variación considerable en la profundidad de hincado, dicha variación se produce por el material de relleno que se utiliza en cada uno de los casos.

El material de relleno que se escogió para el diseño (Capítulo 2) es el de una sub-base común que es mucho más fácil de conseguir en el medio local un material con mayor densidad necesitara ser determinado mediante la planta de suelos lo que también incrementaría el costo de los materiales y de transporte.

La diferencia de la densidad del material de relleno permite evidenciar principalmente que, a mayor densidad del material de relleno, menor será la profundidad de hincado; cabe recalcar que el valor que se ha proporcionado del diseño original, especifica que la profundidad de Hinca (Cuadro 7) tiene que ser superior a los 4 metros.

Esta variación es significativa en cuanto a costo debido a que la diferencia de profundidades es considerable pero de la misma manera el material de relleno no solamente influye en la profundidad de hincado, sino también en la sección de la tablestaca que se analiza más adelante.

ANÁLISIS DE RESULTADOS		
DISEÑO ORIGINAL PERU		
DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA		
LONGITUD DE LA TABLESTACA	$L = 8,96 \text{ m}$	$L = 9,80 \text{ m}$

Cuadro 8. LONGITUD DE LA TABLESTACA

En el cuadro 8, se tiene las longitudes de tablestaca de ambos diseños en donde la variación de longitud se debe a la profundidad de hincado, ya que las longitudes de los dos primeros estratos son exactamente iguales debido a estudios

3.4.2 TABLESTACA DE DISEÑO

Las tablestacas de acero son las más empleadas debido a su resistencia a las operaciones de hincado, ligereza y durabilidad, la selección de la tablestaca de diseño dependerá de las reacciones de Momentos que tiene que soportar y de la importancia de la obra en conjunto.

Las tablestacas metálicas serán perfiles laminados que satisfagan las exigencias de la sección 823 (acero estructural VIII) MOP. ((MOP), 2002)

En el cuadro 9; se tiene las características generales de la Tablestaca del diseño realizado en el capítulo 2 y del diseño original.

ANÁLISIS DE RESULTADOS				
		DISEÑO ORIGINAL PERU	DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA	
TABLESTACA DE DISEÑO	AU-26		AU-20	
	Área de seccion	192 cm ²	Área de seccion	164,6 cm ²
	Masa	150,9 kg/m	Masa	129,2 kg/m
	Momento de Inercia	58140 cm ⁴	Momento de Inercia	44440 cm ⁴
	Módulo resistente elastico	2580 cm ³	Módulo resistente elastico	2000 cm ³

Cuadro 9. TABLESTACA DE DISEÑO

Dentro del análisis comparativo, es evidenciable la segunda variación considerable entre los diseños; la selección del tipo de tablestaca se obtiene a partir del módulo resistente elástico (cuadro 9), necesario que se obtiene a partir del momento máximo requerido.

La variación del tipo de tablestaca radica principalmente en la longitud de Hincado necesaria (cuadro 7), lo cual da una variación en el momento máximo requerido que a su vez depende del material de relleno.

Si bien los espesores y por lo tanto los costos de las tablestacas variarían considerablemente por lo que tenemos de tener en cuenta que la tablestaca del diseño original si bien es más esbelta, también tiene menor longitud y la tablestaca del diseño realizado con la Normativa ecuatoriana (capítulo 2) es más delgada, pero tiene mayor longitud.

De este paso se puede concluir que a la utilización de un material de relleno que tenga una mayor densidad, proporciona un diseño de tablestacado más esbelto; pero este a su vez, tendría una menor profundidad de hinca y por lo tanto una menor longitud de tablestaca.

3.4.3 MARTILLO Y NÚMERO DE GOLPES.

Las tablestacas permiten construir una estructura de contención del suelo formado por elementos prefabricados, en el presente caso de acero, El éxito de la funcionalidad de este tipo de ejecuciones radica en la instalación de la tablestaca se requiere obtener un cálculo de la carga admisible en el suelo (cuadro 4) y que esta sea superior al peso del martillo de hincado más el peso del pistón.

La selección del martillo de hincado depende, fundamentalmente del tipo de tablestaca, lo que da el número de golpes necesarios para hincar la profundidad calculada dentro del suelo. En el siguiente cuadro observamos el tipo de martillo recomendado tanto en el diseño original como en el diseño elaborado con la normativa ecuatoriana.

ANÁLISIS DE RESULTADOS		
	DISEÑO ORIGINAL PERU	DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA
MARTILLO PARA HINCADO	MARTILLO DELMAG I-19 características Ilustración 12. ESPECIFICACIONES DEL MARTILLO PARA HINCADO	MARTILLO DELMAG I-19 características Ilustración 12. ESPECIFICACIONES DEL MARTILLO PARA HINCADO

Cuadro 10. MARTILLO PARA HINCADO

En esta comparación de diseños (cuadro 10), se puede apreciar que, aunque las tablestacas son de espesores completamente diferentes tendríamos que utilizar el mismo martillo de hincado y es que este grupo de tablestacas no exceden el tamaño necesario para utilizar el siguiente matillo de hinca por lo que en ambos casos tendríamos que utilizar el más pequeño del catálogo de DELMAG. La variación principal debido al espesor de las tablestacas, radica en el número de golpes necesarios en cada uno de los casos para poder realizar la penetración y se analiza a continuación.

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
	DISEÑO ORIGINAL PERU	DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA
NUMERO DE GOLPES PARA HINCADO	$N_{GOLPES} = 110 \pm 10$	$N_{GOLPES} = 102 \pm 10$

Cuadro 11. NUMERO DE GOLPES PARA HINCADO

En el cuadro 11, tiene la cantidad de golpes necesarios para producir el hincado de los diferentes tipos de tablestacas claro está que la tablestaca del diseño original tiene una mayor sección pero a su vez su longitud es menor en comparación con el presente diseño (capítulo 2); de esta manera debido a la sección el número de golpes se acrecienta en comparación al presente diseño aunque en general esta variación no es tan significativa, ya que debido a la variación de rango que se producirían debido a colocación y consolidación del suelo esta es prácticamente insignificante; además en el término de costos según el análisis de precios unitarios (Anexo 2) la variación de colocación entre el un tipo de tablestaca y la otra es nula debido a que utilizaremos el mismo martillo para cualesquiera de los hincados.

3.4.4 LOSA Y VIGA DE ANCLAJE.

3.4.4.1 LOSA DE ANCLAJE.

Los diversos perfiles de tablestacas metálicas permiten determinar el más apropiado para equilibrar los esfuerzos de flexión y compresión que las solicitan bajo el efecto de los empujes activos y de las reacciones de empujes pasivos a las tierras en las cuales las tablestacas están ancladas. (Marcel & Andre Reibert, 1976)

El diseño de este sistema de tablestacado conlleva una losa de Hormigón Armado la cual se ubica sobre el suelo de relleno la funcionalidad de esta losa es proporcionar el confinamiento necesario al suelo de relleno ya que sobre este material a continuación se ubicará un sistema de pilotaje para lograr la funcionalidad del puerto; bajo todos los análisis de normativa los resultados del diseño original y de nuestro diseño se presentan en el cuadro número 12.

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
	DISEÑO ORIGINAL PERU	DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA
RESISTENCIA DE LA LOSA	$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	$f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$
PERALTE DE LA LOSA	$H = 30 \text{ cm}$	$H = 20 \text{ cm}$
VARILLA DE REFUERZO	1 varilla $\emptyset 16 \text{ mm} / 22 \text{ cm}$ <i>en ambos sentido</i>	1 varilla $\emptyset 14 \text{ mm} / 25 \text{ cm}$ <i>en ambos sentido</i>

Cuadro 12. DISEÑO DE LA LOSA DE ANCLAJE

A partir de esta comparación, cuadro 12, se puede dar una idea de la variación de los diseños; analizaremos los criterios que producen esta variación; y realizaremos su justificación:

- ✓ Existe una variación significativa de la resistencia; este incremento en diseño aplicado se produce principalmente por la normativa específica que plantea “para construcciones de alta importancia la resistencia del hormigón deberá ser mayor o igual a 250 kg/cm^2 ” (NEC-SE-CM, 2014), es por eso que todos los diseños cumplen con esta especificación a criterio personal la importancia de un sistema puerterio es grande, y un hormigón de 300 kg/cm^2 es fácilmente producible y cumple con el estándar de la normativa.
- ✓ La normativa que se aplica con relación al parante de la losa es: “La altura H de losa de confirmación o ancla en sistemas de tablestacado debe ser mayor o igual a 20 cm o igual al alto del cabezal de la tablestaca.” (NEC-SE-CM, 2014).
- ✓ En este caso la altura del cabezal viene dada (lamina 2-Anexos), la misma es de 30 cm; en el diseño realizado con la normativa ecuatoriana (capítulo 2) nos atenemos al valor de 20 cm especificado en la normativa, debido a que la resistencia de diseño a compresión del hormigón en este diseño es mayor al que especifica la norma, además que este hecho disminuye significativamente el costo de nuestro diseño en comparación del original.
- ✓ El espesor y la ubicación de las varillas de refuerzo hallan su variación en que el área de sección de de acero A_2 es directamente proporcional al peralte de la losa.

Debido al análisis anterior se recomienda el diseño de la normativa ecuatoriana, (capítulo 2), ya que nos daría una variación significativa de precios.

3.4.4.1 VIGA DE ANCLAJE.

De acuerdo con el método de construcción de una tablestaca, cuando esta lleva una losa de confirmación o anclaje, lleva también una viga embebida con pernos de sujeción que se afianzaran sobre la tablestaca produciendo el anclaje para su seguridad, esta viga soportara el empuje producido en el material de relleno.

En el siguiente cuadro analizamos la sección de la viga necesaria en ambos diseños:

ANÁLISIS DE RESULTADOS		
	DISEÑO ORIGINAL PERU	DISEÑO REALIZADO CON LA NORMATIVA ECUATORIANA
MODULO RESISTENTE ELASTICO MINIMO DE LA VIGA DE ANCLAJE	$S_{XXDISEÑO} = 320 \text{ cm}^3$	$S_{XXDISEÑO} = 261,3 \text{ cm}^3$
PERFIL SELECCIONADO DE LA VIGA DE ANCLAJE	2 PERFILES TIPO U (12x30)	2 PERFILES TIPO U (150x80x12) (Ilustración 13)

Cuadro 13. DISEÑO DE LA VIGA DE ANCLAJE

Dentro del análisis comparativo nos es evidenciable esta variación considerable entre los diseños; la selección del tipo de perfil estructural para la viga de anclaje se obtiene a partir del Módulo Resistente elástico necesario (Cuadro 13) que se obtiene a partir de la presión total que se ejerce el material de relleno.

La variación del módulo de resistencia elástico radica principalmente en la presión total lo cual nos da una variación en el Momento Máximo Requerido, que a su vez depende del material de relleno.

Si bien los espesores de los perfiles estructurales para la viga tienen variación considerable también podemos evidenciar la variación entre las densidades de los materiales de relleno, y en el peralte de nuestra losa, logrando así abaratar costos en comparación con el diseño original.

De este modo podríamos concluir que a la utilización de un material de relleno tiene injerencia directa en todo el diseño de la tablestaca en general.

3.5 MATRIZ DE COMPARACION DE PARES PARA RECOMENDACIÓN DE DISEÑO.

Luego de realizar el análisis evaluativo, justificando las razones técnicas por las que existen variación entre los diseños, siendo que los dos cumplen con las normas y estándares de seguridad, realizaremos una matriz de evaluación con la única finalidad de obtener un puntaje de cada uno de los diseños y recomendar uno por sobre el otro.

Para realizar la comparación de pares se construye una matriz con cada opción identificada como encabezado de fila y columna. En cada celda de intersección se coloca la opción preferida y un puntaje que va desde 0 (no hay preferencia de una sobre la otra) hasta 3 (la mayor diferencia entre preferencias).

A continuación, evaluaremos los factores más importantes de comparación (criterios de evaluación Anexo 2- Matriz de Pares de Comparación de Diseños):

EVALUACION DE ALTERNATIVAS AMBIENTALES									
DISEÑO DE TABLESTACADO FASE I ANTEMUELLE TERMINAL PUERTERIO YURIMAGUAS-PERU			FACTORES DE DECISION	AMBIENTALES					SUBTOTAL
				FLORA	FAUNA	AGUA	SUELO	PAISAJE	
N°	ALTERNATIVA	UBICACIÓN	FACTOR IMPORTANTE	5,33	4,00	6,67	2,67	1,33	20,00
1	DISEÑO ORIGINAL	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	2	2	2	1	
			PUNTAJE PONDERADO	16	8	8	8	4	44,00
2	DISEÑO CON LA NORMATIVA ECUATORINA	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	2	2	2	1	
			PUNTAJE PONDERADO	16	8	8	8	4	44,00

Cuadro 14. MATRIZ DE PARES EVALUACION DE ALTERNATIVAS AMBIENTALES

EVALUACION DE ALTERNATIVAS SOCIO - CULTURALES									
DISEÑO DE TABLESTACADO FASE I ANTEMUELLE TERMINAL PUERTERIO YURIMAGUAS-PERU			FACTORES DE DECISION	SOCIO CULTURALES					SUBTOTAL
				ACEPTACION	SALUD	EMPLEO	DISTANCIA	ARQUEOLOGO A	
N°	ALTERNATIVA	UBICACIÓN	FACTOR IMPORTANTE	10,67	13,33	8,00	5,33	2,67	40,00
1	DISEÑO ORIGINAL	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	3	3	2	3	
			PUNTAJE PONDERADO	32	40	40	27	40	178,67
2	DISEÑO CON LA NORMATIVA ECUATORINA	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	3	3	2	3	
			PUNTAJE PONDERADO	32	40	40	27	40	178,67

Cuadro 15. MATRIZ DE PARES EVALUACION DE ALTERNATIVAS SOCIO-CULTURALES

EVALUACION DE ALTERNATIVAS ECONOMICAS									
DISEÑO DE TABLESTACADO FASE I ANTEMUELLE TERMINAL PUERTERIO YURIMAGUAS-PERU			FACTORES DE DECISION	ECONOMICAS					SUBTOTAL
				TABLESTACAS	CONSTRUCCION	HORMIGON ARMADO	MANTENIMIENTO	APORTE	
N°	ALTERNATIVA	UBICACIÓN	FACTOR IMPORTANTE	2,00	8,00	4,00	6,00	10,00	30,00
1	DISEÑO ORIGINAL	YURIMAGUAS	PUNTAJE	2	2	2	2	2	
			PUNTAJE PONDERADO	4	16	16	16	16	68,00
2	DISEÑO CON LA NORMATIVA ECUATORINA	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	3	3	2	2	
			PUNTAJE PONDERADO	6	24	24	16	16	86,00

Cuadro 16. MATRIZ DE PARES EVALUACION DE ALTERNATIVAS ECONOMICAS

EVALUACION DE ALTERNATIVAS TECNICAS									
DISEÑO DE TABLESTACADO FASE I ANTEMUELLE TERMINAL PUERTERIO YURIMAGUAS-PERU			FACTORES DE DECISION	TECNICAS					SUBTOTAL
				TOPOGRAFIA	COSTO	CALIDAD	FACILIDAD CONSTRUCTIVA	PERSONAL TECNICO	
N°	ALTERNATIVA	UBICACIÓN	FACTOR IMPORTANTE	2,00	1,33	2,67	0,67	3,33	10,00
1	DISEÑO ORIGINAL	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	2	2	3	2	
			PUNTAJE PONDERADO	6	2,67	2,67	4	2,667	18,00
2	DISEÑO CON LA NORMATIVA ECUATORINA	YURIMAGUAS	PUNTAJE	3	3	2	3	3	
			PUNTAJE PONDERADO	6	4	2,67	4	4	20,67

Cuadro 17. MATRIZ DE PARES EVALUACION DE ALTERNATIVAS TECNICAS

Luego de evaluar los criterios que hemos considerado más relevantes procedemos a realizar la sumatoria de puntajes y el diseño que mayor calificación será el más recomendado:

RESULTADOS							
			SOCIO - CULTURALES	ECONOMICAS	AMBIENTALES	TECNICAS	
N°	ALTERNATIVA	UBICACIÓN	PUNTAJES				TOTAL
1	DISEÑO ORIGINAL	YURIMAGUAS	178,67	68,00	44,00	18,00	308,67
2	DISEÑO CON LA NORMATIVA ECUATORINA	YURIMAGUAS	178,67	86,00	44,00	20,67	329,33

Cuadro 18. RESULTADOS MATRIZ DE PARES DE COMPARACION DE DISEÑOS

Los resultados de la evaluación de diseños mediante la matriz de pares (cuadro 18), nos da como más factible el diseño elaborado con la normativa ecuatoriana (Capítulo 2), la obtención de este resultado se fundamenta principalmente en el tema económico, debido a una variación de aproximadamente 24000 dólares entre los diseños, esta variación económica se produce principalmente por el tipo de tablestacas utilizadas, y sobre todo en el peralte de la losa de hormigo armado.

CAPITULO IV

RECOMENDACIONES PARA EL CÁLCULO DE TABLESTACADOS

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES PARA EL CÁLCULO DE TABLESTACADOS

4.1 RECOMENDACIONES GENERALES

En el siguiente capítulo, realizamos una recomendación y algunos aspectos a tener en cuenta al momento de realizar el cálculo, de un sistema de tablestacas, sea cuál sea la finalidad o el uso que se le requiera, priorizando aspectos fundamentales y con el único propósito de tener una herramienta más, para cimentaciones profundas, ya que este sistema nos brinda una exente relación costo beneficio.

El hinca de tablestacas constituye una solución emplea cada vez con más profusión. La construcción de tablestacas es una técnica que se utiliza desde hace ya varias décadas en el campo de las obras marítimas o en cimentaciones profundas para edificaciones. Los avances tecnológicos han permitido que se empleen cada vez más en nuevos campos de aplicación como, por ejemplo, muros de contención de tierra, estribos de puentes de carretera, túneles, vías subterráneas, etc. Esto se debe, entre otras cosas, al desarrollo de métodos de cálculo de esfuerzos y desplazamientos que permiten predecir el comportamiento estructural teniendo en cuenta el proceso constructivo y las interacciones entre los distintos elementos. (Amaya Gómez Yábar, 2005)

Existen varios criterios y recomendaciones a tener en cuenta para realizar el cálculo de un sistema de tablestacas, luego de realizar el análisis comparativo (capítulo 3), entre dos cálculos de un mismo diseño, nos hemos percatado de algunos aspectos que son importantes a tener en cuenta ya sea para la utilización de un sistema de tablestacas o para recomendarlo como alternativa constructiva; los más importantes son los siguientes:

- ✓ Si el sistema de tablestacas va a ser ejecutado como sistema de contención para la ejecución de un proyecto marítimo, es necesario tener en cuenta que el material de relleno, juega un papel importante dentro del diseño; sabemos por el análisis comparativo, que si este tiene una densidad menor el diseño será menos esbelto y más profundo, pero esto repercutirá en el diseño de la viga de anclaje con una menor reacción de carga; claro está también que por utilizar una tablestaca menos esbelta este diseño se nos complique demasiado por su profundidad de hincado, ya

que si esta se acresenta demaciado y debido a que tendra menor esbeltez podria fracturarse la tablestaca en el momento de producirce los ultimos golpes de la hınca e inclusibe podria ocurrir la fractura del martillo o del piston, la recomendación mas apropiada es la utilizacion de un material que tenga una densidad de entre 1600 a 2000 kg/m^3 , obiamente dependiendo de las condiciones del lugar de emplazamiento y de la facilidades de conseguir un material con dichas características.

- ✓ La base fundamental para el calculo de tablestacas radica, en el estudio de suelos y en la estratifiación del lugar de emplazamiento, estos estudios son el antezala para la elaboracion de un diseño consiso y sustentable.

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONTRUCCION DE TABLESTACADOS.

De acuerdo a la normativa ecuatoriana vigente, el Ministerio de Obras Publicas ((MOP), 2002), expresa textualmente lo siguiente:

4.2.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la fabricación, suministro, hincado u hormigonado, en el lugar, de pilotes o tablestacas, de acuerdo con las presentes especificaciones y los detalles señalados en los planos y disposiciones especiales.

El Contratista deberá proporcionar y entregar en la obra todos los pilotes y tablestacas que sean requeridos incluyendo los pilotes de prueba.

Los pilotes y tablestacas serán de madera, hormigón o acero, según lo estipulado en el contrato. Los pilotes de hormigón podrán prefabricarse, o ser hormigonados en sitio, dentro de cascos o tubería de acero, de acuerdo con lo estipulado en los planos.

4.2.2 MATERIALES

Los materiales para pilotes satisfarán las exigencias previstas en la Sección 825.

4.2.3 EQUIPO

El Contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado, necesario para la debida y oportuna ejecución de aquellos. El equipo deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, antes de utilizarse en la obra, y deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento.

Los pilotes podrán hincarse con martinets a vapor, a aire comprimido, a diésel, o una combinación de chorros de agua con martinets. Para el hincado de pilotes de hormigón prefabricado, se preferirá la combinación de chorros de agua y martinets. Podrán emplearse martinets a gravedad, para el hincado de pilotes de madera o de acero

estructural, solamente cuando esté explícitamente autorizado por las disposiciones especiales del contrato.

Los martinetes a vapor, aire o diésel, deberán desarrollar la energía suficiente para hincar los pilotes a un régimen de penetración mínimo de 3 milímetros por golpe, después de haberse logrado el valor soportante requerido. La energía total desarrollada por el martinete no será menor de 1000 kilogramos-metro por golpe.

La planta y el equipo para martinetes a vapor o a aire, deberán tener una capacidad suficiente para mantener durante el trabajo la presión del martillo especificada por su fabricante. La caldera o el tanque de presión estarán equipados con un manómetro de presión exacto.

4.2.4 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

4.2.4.1 PREPARACIÓN PARA EL HINCADO

Los pilotes serán hincados una vez que se encuentre terminada la excavación hasta el nivel de cimentación, de acuerdo a lo estipulado en la Sección 307 de las presentes especificaciones. No se hincarán los pilotes prefabricados de hormigón hasta que haya transcurrido al menos 14 días desde su hormigonado.

Los toques de los pilotes de hormigón y de madera serán protegidos por cabezas de hincado, con diseño aprobado; preferiblemente llevarán un cojín de cuerda, o un acolchonamiento contiguo al tope del pilote, sobre el cual se colocará un bloque amortiguador de madera. En el caso de que el área de la cabeza de cualquier pilote de madera sea mayor que la de la cara del martinete, utilizará un tope adecuado que distribuya el golpe del martinete en toda la sección transversal del pilote.

Los pilotes de madera serán protegidos adecuadamente contra hendiduras o asilamientos, envolviendo el extremo superior con anillos o bandas de metal. Cuando sea necesario, los pilotes de madera serán calzados con azuches cuyo diseño haya sido aprobado por el Fiscalizador; para tipos especiales de pilotes será necesario proveer de mandriles u otros dispositivos, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para asegurar que el pilote pueda ser hincado sin daño alguno.

4.2.4.2 HINCADO

Todos los pilotes se hincarán de acuerdo con lo indicado en los documentos contractuales y según lo ordene el Fiscalizador. Deberán ser hincados de manera que no sean dañados ni exceda de las tolerancias permisibles previstas en el numeral 501-5.02.

En el caso de no alcanzar la penetración requerida con un martinete que cumpla las especificaciones mínimas de la subsección 501-3, el Contratista, por su propia cuenta y sin costo adicional, proveerá un martinete más pesado; utilizará un chorro de agua a presión o, con la aprobación del Fiscalizador, recurrirá al precavado de un pozo de diámetro no mayor que el diámetro mínimo del pilote, en el cual se hincará el pilote hasta alcanzar la penetración y el valor soportante exigidos. No se empleará el chorro de agua en lugares donde, a juicio del Fiscalizador, tal uso pueda poner en peligro la estabilidad de terraplenes u otras partes de la obra.

Durante el hincado, los pilotes no serán sometidos a esfuerzos excesivos o indebidos, que produzcan trituración o quebrantamiento del hormigón, astillamiento o aplastamiento de la madera, o deformaciones en el acero.

Todo pilote dañado en las operaciones de hincado por defectos internos, o hincado inadecuado, o desplazamiento de su ubicación correspondiente, o hincado a una cota que varíe en forma significativa de la cota fijada en los planos, deberá ser corregido por el Contratista sin pago adicional, mediante uno de los procedimientos que a continuación se indica y que cuente con la aprobación del Fiscalizador.

- a) Se sacará el pilote y se lo reemplazará por uno nuevo, si fuere necesario más largo.
- b) Se hincará un segundo pilote adyacente al pilote defectuoso o corto.
- c) Se empalmará o aumentará la longitud del pilote de acuerdo a lo especificado en el numeral 501-4.04.2, o se ampliarán las dimensiones de la zapata o cabezal, para cubrir el pilote. Todo pilote que resulte alzado por efecto del hincado de un pilote contiguo o por cualquier otra razón, se lo hincará de nuevo.

4.3 USOS DE TABLESTACAS.

Existen varios casos en los que las tablestacas son elemento de mucha utilidad como por ejemplo los muelles, defensa de cauces de ríos, e inclusive en la creación de islas artificiales se realiza la hincas de estos elementos debido a su gran utilización en cimentaciones los muros de contención son una más de sus múltiples funcionalidades.

Aunque existe muy poca bibliografía sobre usos permanentes de tablestacas como por ejemplo tablestacas formando muros de sótano para aparcamientos de edificios o tanques de laminación de tormentas. Éste es un tema como mínimo interesante y sobre el que apenas se encuentran un par de empresas que lo mencionen. Probablemente la falta de experiencia y de criterios de diseño para este tipo de uso como los detalles constructivos, el tratamiento de los forjados en su unión a los perfiles o los límites en las deformaciones hacen que tanto los clientes como las ingenierías no se hayan planteado este tema. (Amaya Gómez Yábar, 2005)

Los tablestacados metálicos se basan en un concepto simple aunque no fue hasta hace poco más de 100 años que Tryggve Larsson desarrolló la tablestaca metálica de sección en U con juntas ribeteadas lo cual supuso un cambio radical en el modo de trabajo del elemento que pasó de ser una sección de trabajo a tracción a ser un elemento principalmente a flexión. (Amaya Gómez Yábar, 2005)

Debido al presente tema a continuación mencionaremos algunas de las obras más destacadas que han empleado este método para el emplazamiento de algún proyecto.

4.3.1 TABLESTACADOS EN EL MUNDO.

Debido a las garantías y formas de construcción existen algunas construcciones importantes a nivel mundial que han optado por la utilización de tablestacas en alguna parte de su emplazamiento es por esto que las enumeramos a continuación:

- | | | |
|------|--|----------------------------|
| I. | Puerto Internacional de Shangay-China | (Año de conclusion 2010) |
| II. | Puerto de Busan Corea del Sur | (Año de inauguracion 1876) |
| III. | Isla Palma Jumeirah Emiratos Arabes Unidos | (Año de inauguracion 2009) |
| IV. | Terminal puertero de Singapur Singapur | (Nuevo uso 1963) |
| V. | Terminal puertero Jebel Ali Dubai | (Año de inauguracion 2013) |

- | | | |
|-------|--|----------------------------|
| VI. | Torre Unicredite Italia | (Año de inauguracion 2011) |
| VII. | Gran torre Santiago Chile | (Año de Inauguracion 2015) |
| VIII. | Nuevo terminal puerterio Yurimaguas Peru | (Año de Inauguracion 2016) |

CONCLUSIONES

Luego del análisis comparativo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ En las Tablestacas ancladas se minimiza la profundidad de penetración requerida para la hincada y también reducen el momento de diseño y son más seguras que las tablestacas en voladizo por ser estructuras hiperestáticas.
- ✓ El tipo de suelo del lugar de emplazamiento, muestra que los suelos finos encontrados, están constituidos predominantemente por arcillas y limos de plasticidad media a alta. Las características del suelo de emplazamiento dan las pautas del modelo de diseño a considerar para calcular un sistema de tablestacado.
- ✓ El cálculo de la carga admisible del terreno, es el resultado que da antesala para el cálculo de un tablestacado, mediante el cual el diseñador tiene la certeza de la profundidad necesaria mínima, en donde el suelo soportara la carga de hincado y se vuelve seguro para garantizar el funcionamiento de la tablestaca.
- ✓ Si el sistema de tablestacas va a ser ejecutado como sistema de contención para la ejecución de un proyecto marítimo, es necesario tener en cuenta que el material de relleno; sabemos por el análisis comparativo, que si este tiene una densidad menor el diseño será menos esbelto y más profundo, pero esto repercutirá en el diseño de la viga de anclaje con una menor reacción de carga; claro está también que por utilizar una tablestaca menos esbelta este diseño se nos complique demasiado por su profundidad de hincado, ya que si esta se acrecienta demasiado y debido a que tendrá menor esbeltez podría fracturarse la tablestaca en el momento de producirse los últimos golpes de la hincada e inclusive podría ocurrir la fractura del martillo o del pistón, la recomendación más apropiada es la utilización de un material que tenga una densidad de entre 1600 a 2000 kg/m^3 , obviamente dependiendo de las condiciones del lugar de emplazamiento y de la facilidad de conseguir un material con dichas características.

RECOMENDACIONES

A partir de este trabajo de investigación se sugiere:

- ✓ El material esencialmente usado en tablestacas es el acero, convirtiéndola en una versión más ligera de la clásica pantalla de hormigón. Cabe decir que el uso de nuevos materiales como el PVC, el aluminio o los polímeros reforzados, que se está extendiendo en los Estados Unidos y Canadá, no ha llegado a cuajar por el momento en el Ecuador, debido en parte al desconocimiento de tales aplicaciones y por otro lado a sus restricciones en cuanto a usos, ya que éstos se limitan prácticamente a los decorativos en márgenes fluviales o lacustres. Por otro lado, no existe una bibliografía de consulta clara que trate el dimensionamiento o la durabilidad de éstos materiales.

- ✓ Aunque el diseño de tablestacados ha logrado hacerse un hueco en las normativas en Sudamérica, esto no significa que ya no quepa lugar a nuevos horizontes para la innovación y el desarrollo. Al ser éste un trabajo con una evidente base bibliográfica, se ha tenido la oportunidad de captar las carencias en cuanto a la información disponible y por otro lado, se ha podido entrever algún tema pendiente que en futuras investigaciones se debería ampliar.

- ✓ Existe muy poca bibliografía sobre usos permanentes de tablestacas, como por ejemplo tablestacas formando muros de sótano para aparcamientos de edificios o tanques de laminación de tormentas. Éste es un tema como mínimo interesante y sobre el que apenas se encuentran un par de empresas que lo mencionen. Probablemente la falta de experiencia y de criterios de diseño para este tipo de uso, como los detalles constructivos, el tratamiento de los forjados en su unión a los perfiles o los límites en las deformaciones, hacen que tanto los clientes como las ingenierías no se hayan planteado éste tema.

BIBLIOGRAFÍA

- Tituaña, J. (2015). *ANALISIS DE INTERACCION SUELO-TABLESTACADO-EN ENTIBADOS APUNTALADOS SOBRE PILOTES* (1 ed.). Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- NEC-SE-CM. (2014). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION GEOTECNIA Y CIMENTACIONES*. Ecuador.
- Braja M. Das. (1999). *FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA*.
- Geoconsult S.A. (2012). *Laboratorio Mecanica de Suelos, Concreto y Asfalto*. Ensayo de Laboratorio, Geoconsult S.A, Yurimaguas.
- Juarez Badillo, E. (2005). *FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS* (1 ed.). Mexico: LIMUSA.
- Luis I. Gonzalez Vallejo. (2002). *INGENIERIA GEOLOGICA* (ORIMU ed.). (I. Capella, Ed.) Madrid, España.
- Braja M. Das. (2001). *PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES* (Patricia Pantoja Valdez ed.). (M. A. Castellanos, Ed., & J. D. Alonso, Trad.) Mexico.
- Sáez, E. (2010). *FUNDAMENTOS DE GEOTECNIA*. Santiago, Chile.
- ESCUELA DE INGENIERA DE LA CONSTRUCCION. (04 de Noviembre de 2014). *UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO*. Recuperado el 06 de Junio de 2017, de ESCUELA INGENIERIA DE LA CONSTRUCCION: www.icc.ucv.cl.com
- Asociacion Española de la Carretera. (10 de Marzo de 2010). *WIKIVIA*. Recuperado el 01 de Junio de 2015, de Wikivia: www.wikivia.org
- T. WILLIAM LAMBE & ROBERT V. WHITMAN. (s.f.). *MECANICA DE SUELOS*. (LIMUSA, Ed., & J. A. SALAS, Trad.) MASSACHESSETTS: LIMUSA.
- Ricardo Pizarro Iturrieta. (s.f.). *chilecubica.com*. (Ricardo Pizarro Iturrieta, Editor) Recuperado el 11 de Septiembre de 2017, de CHILE.CUBICA: www.chilecubica.com
- Monroy Salgado Rogelio. (2007). *Anclaje en Suelos*. Mexico, Coyoacan, Mexico.
- (MOP), M. d. (2002). *obraspublicas.gob.ec*. Recuperado el 02 de Octubre de 2017, de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf

Marcel & Andre Reibert. (1976). *MACIZOS DE ANCLAJE, TABLESTACADOS Y MUROS PANTALLA* (Tercera Edición española, traducida de la Tercera Edición Francesa ed., Vol. Tercero). (S. Editores Técnicos Asociados, Ed., & P. L. Dr. Ingeniero Industrial. Jose M, Trad.) Barcelona, Maignón, España: etaS.A.

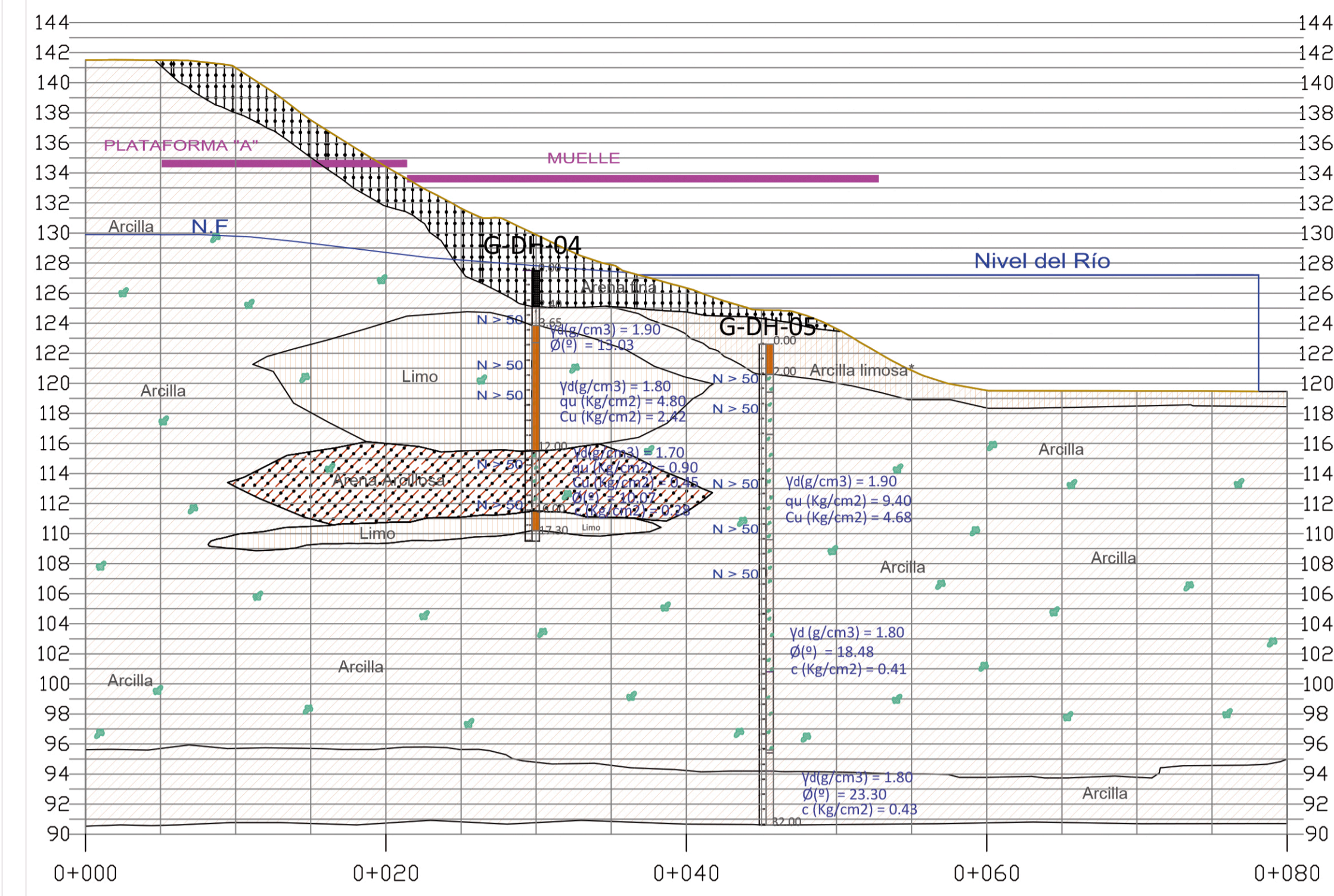
Amaya Gómez Yábar. (2005). *Topinformatica*. Recuperado el 01 de Octubre de 2017, de http://www.topinformatica.pt/arq/fich/congreso_cmm_2005.pdf

Arcadi Sanmartin Carillo. (21 de Octubre de 2009). Recintos de Tablestacas según Eurócodigo 3. *Recintos de Tablestacas según Eurócodigo 3*, 293. (A. S. Carillo, Ed.) Barcelona, España.

ANEXOS
LAMINA I
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

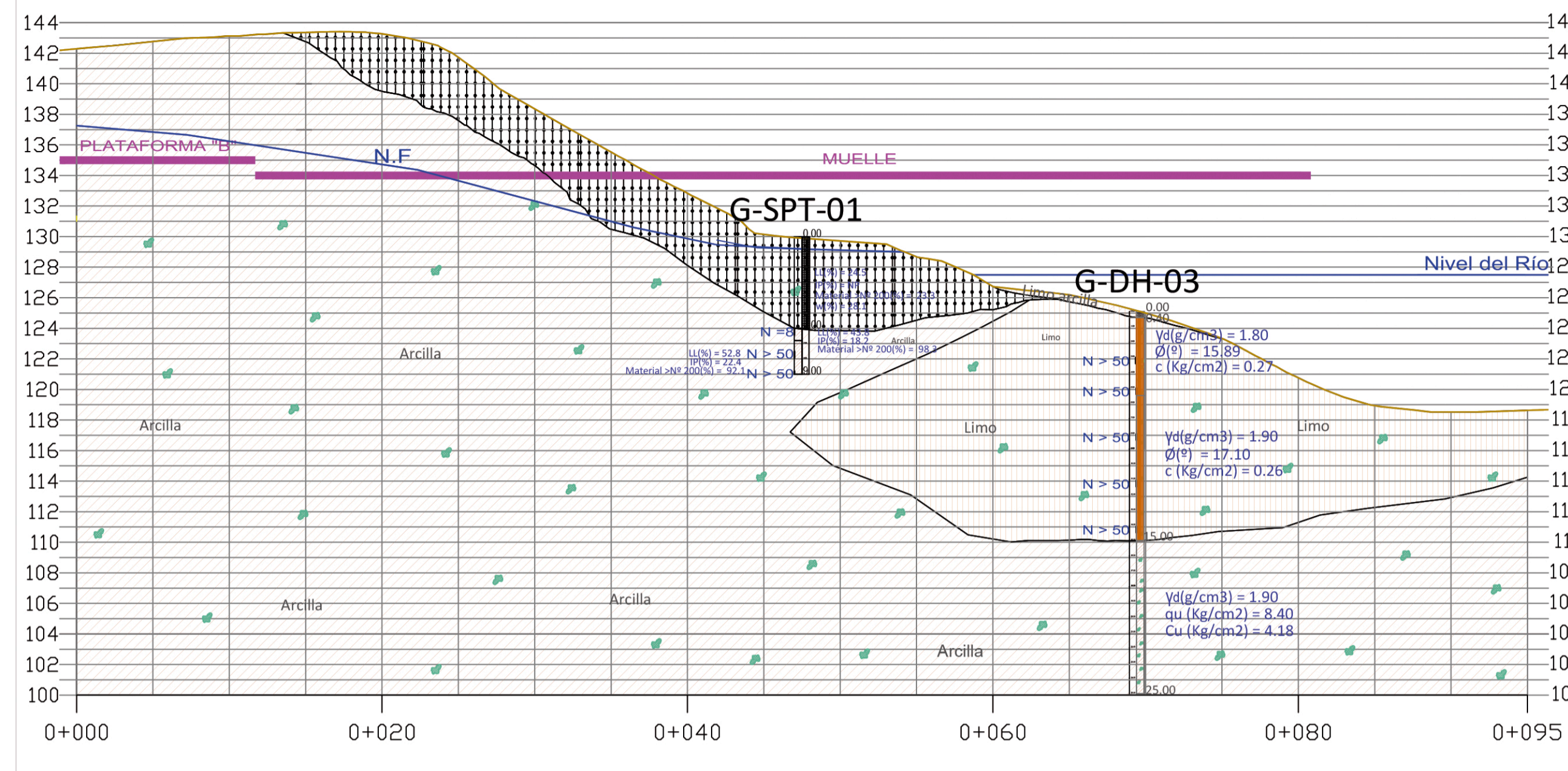
CORTE A - A'

ESCALA: 1 / 300



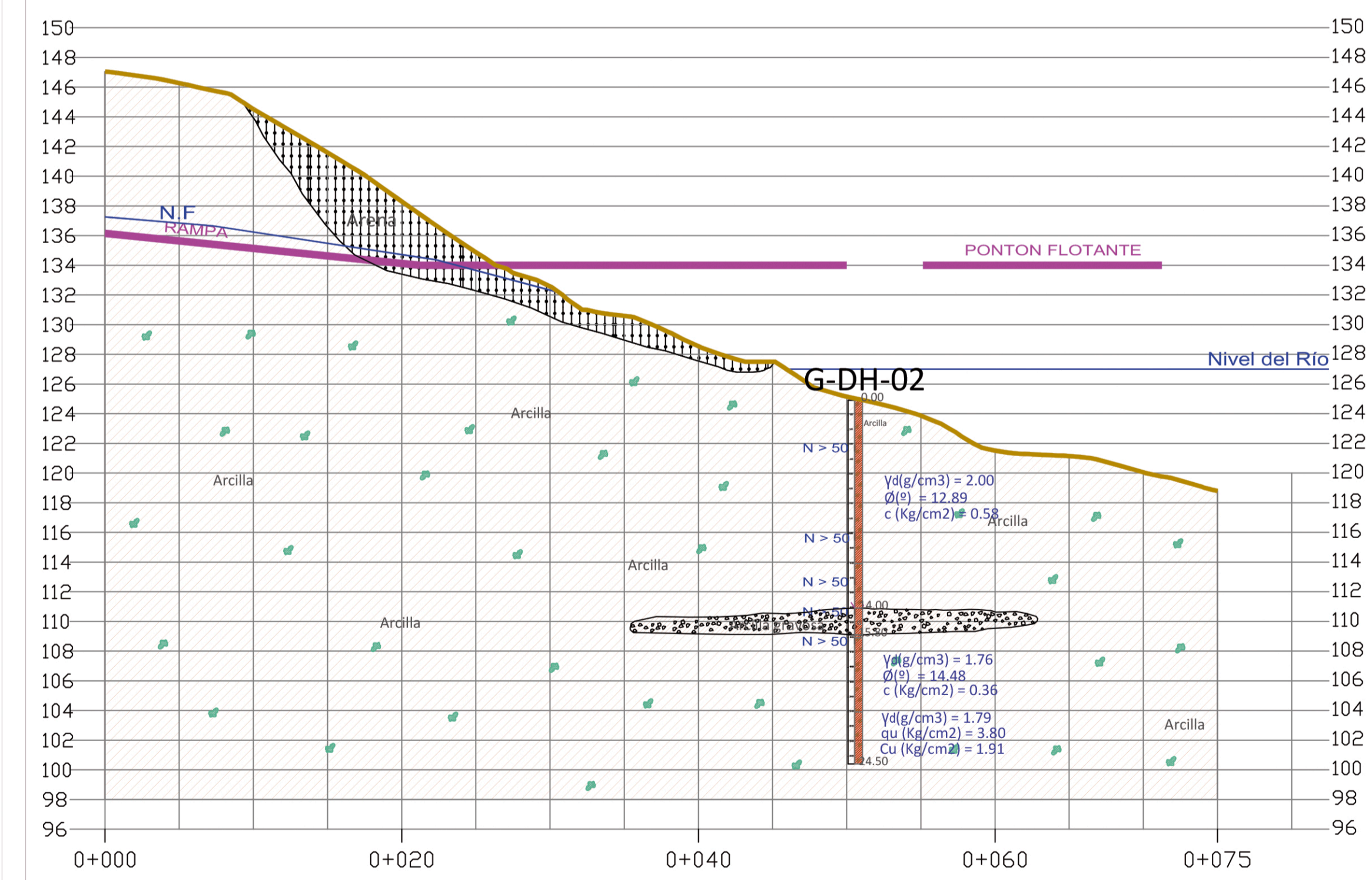
CORTE B - B'

ESCALA: 1 / 300



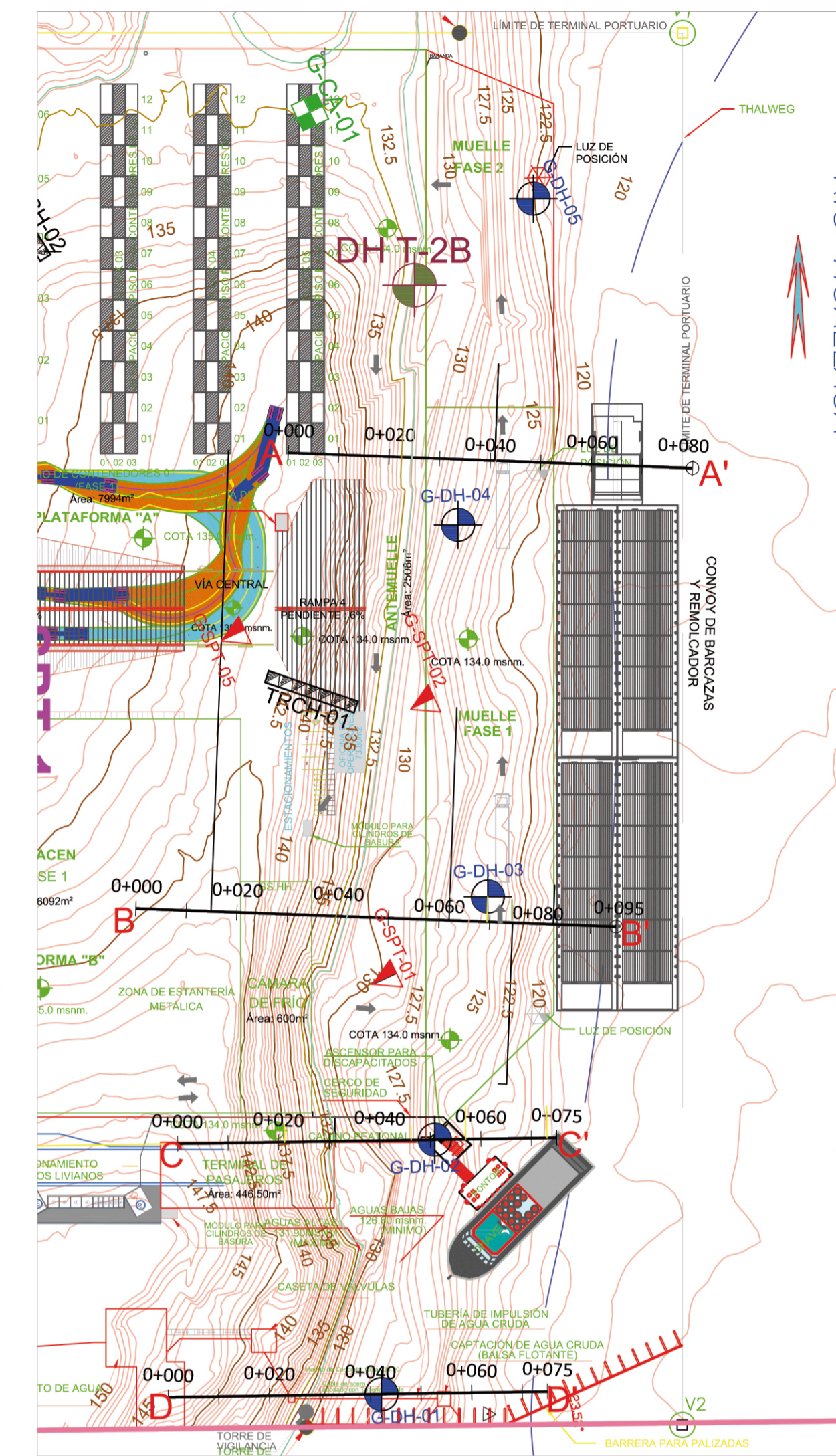
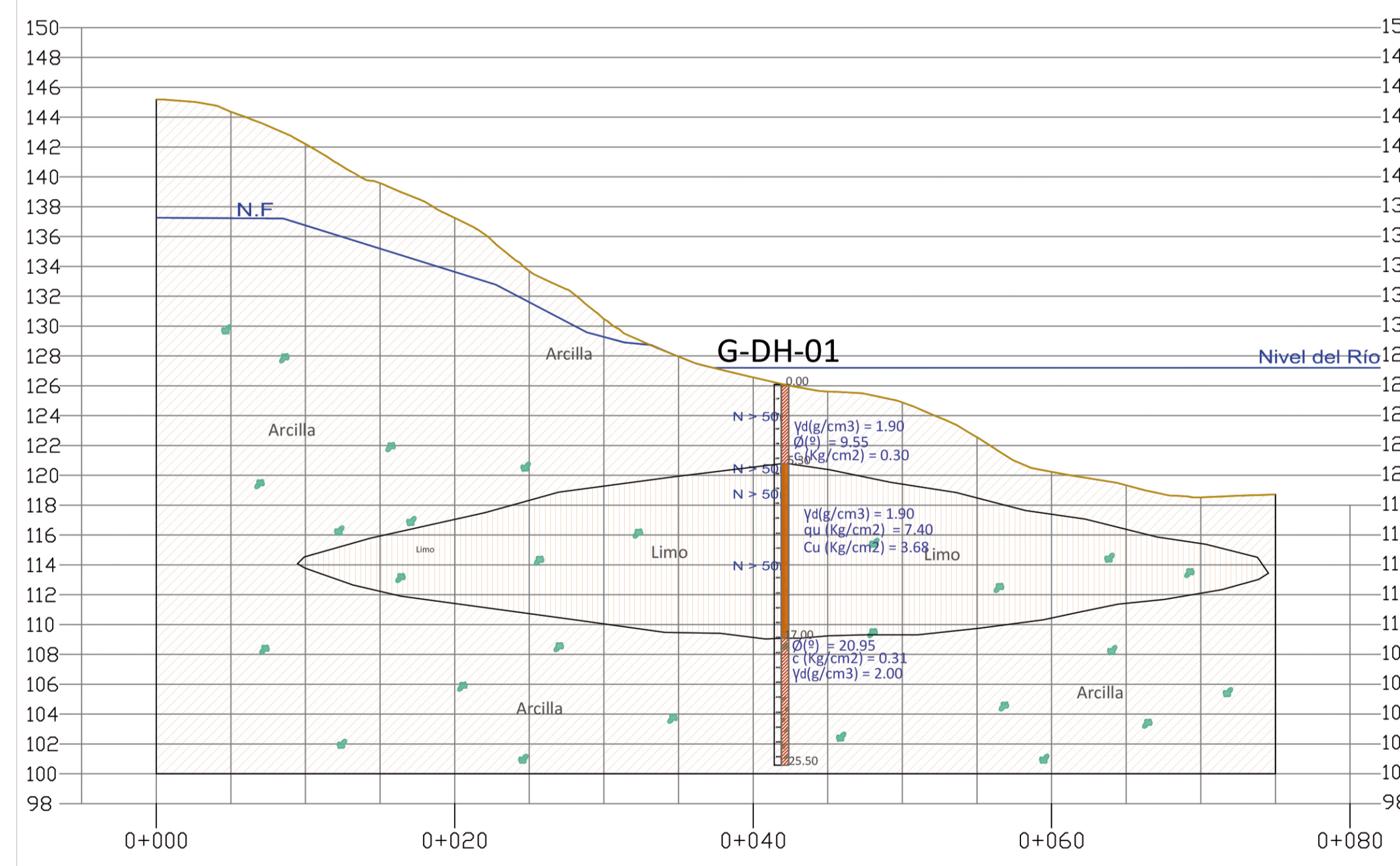
CORTE C - C'

ESCALA: 1 / 300



CORTE D - D'

ESCALA: 1 / 300

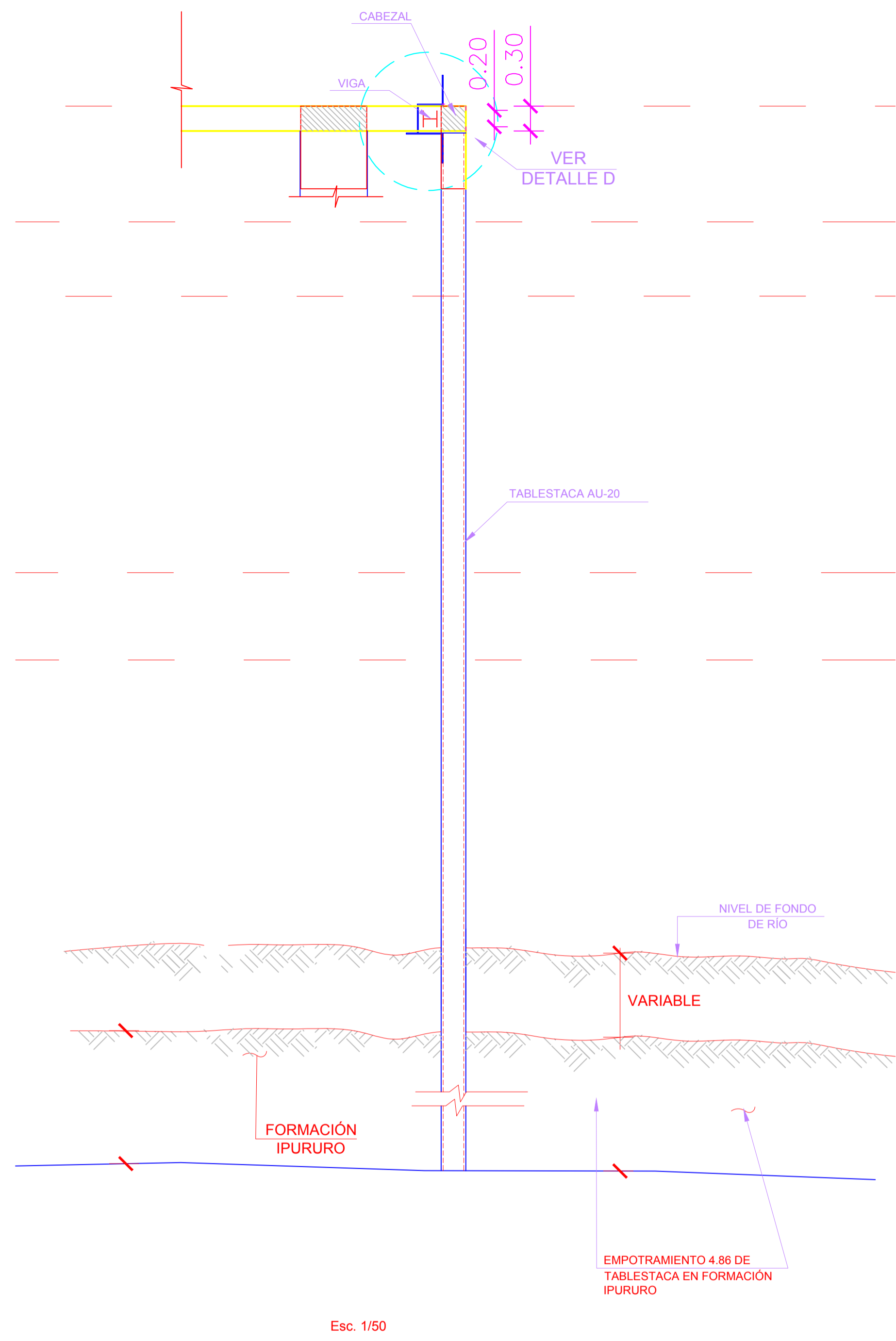


PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1 / 1000

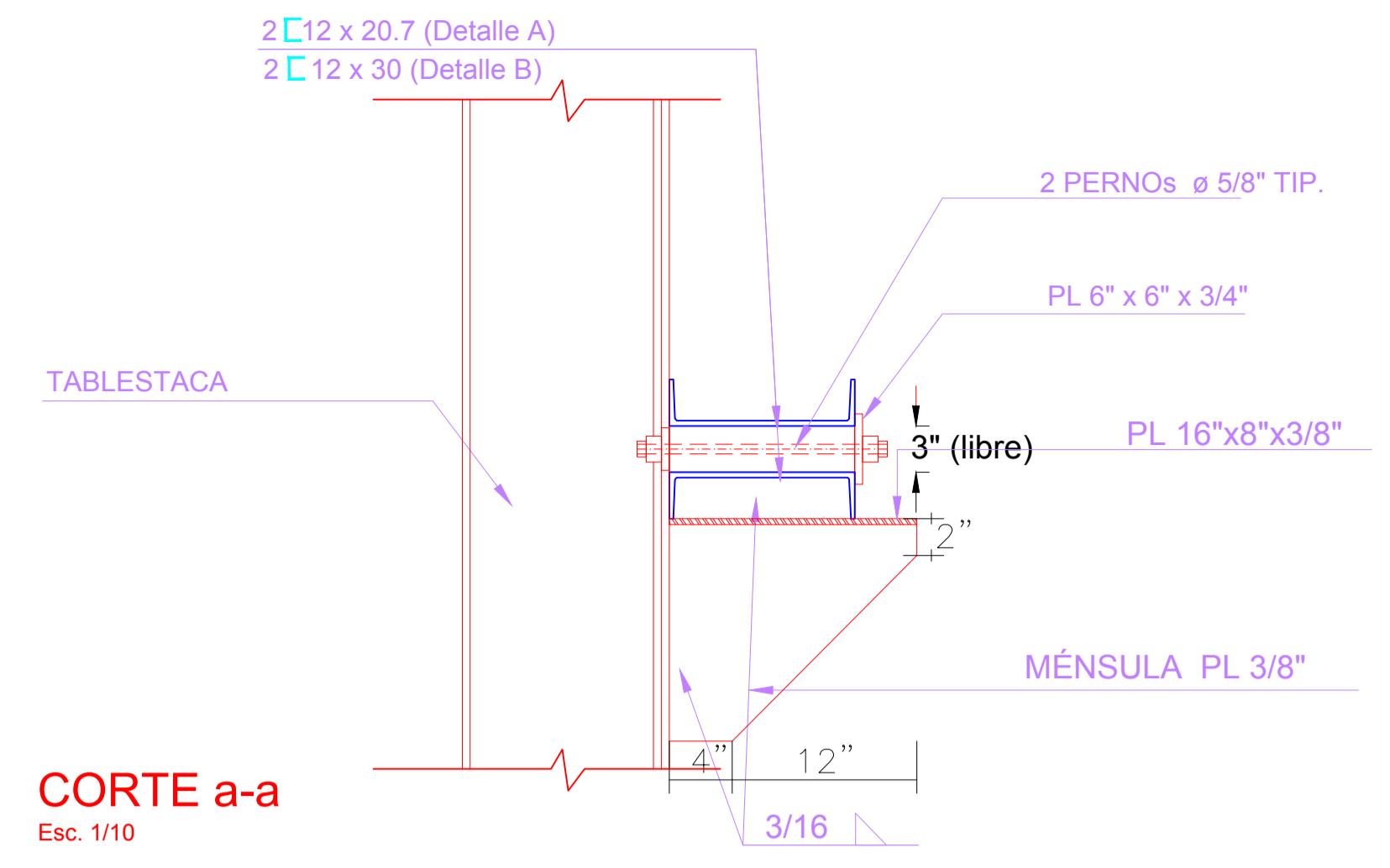
- LEYENDA**
- Arena
 - Limos inorgánicos de plasticidad baja
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Arcilla Limosa
 - Arena Arcillosa
 - Arcilla Gravosa
 - Núcleos de arcilla de color verdusco.

CONCESIONARIO				CONSULTOR				PROYECTO				APÉNDICE				REVISIÓN Y APROBACIÓN APN				LÁMINA N°			
								ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS								1/1							
								PLANO				PROFESIONAL RESPONSABLE				DIEGO SEBASTIAN MOLINA ANDRADE							
REVISIONES				FECHA				DESCRIPCIÓN				DISEÑO				D.S.M.A				ING. Luis Mario Almache			
DIB				REV				APR				FECHA				INDICADA				JULIO 2017			

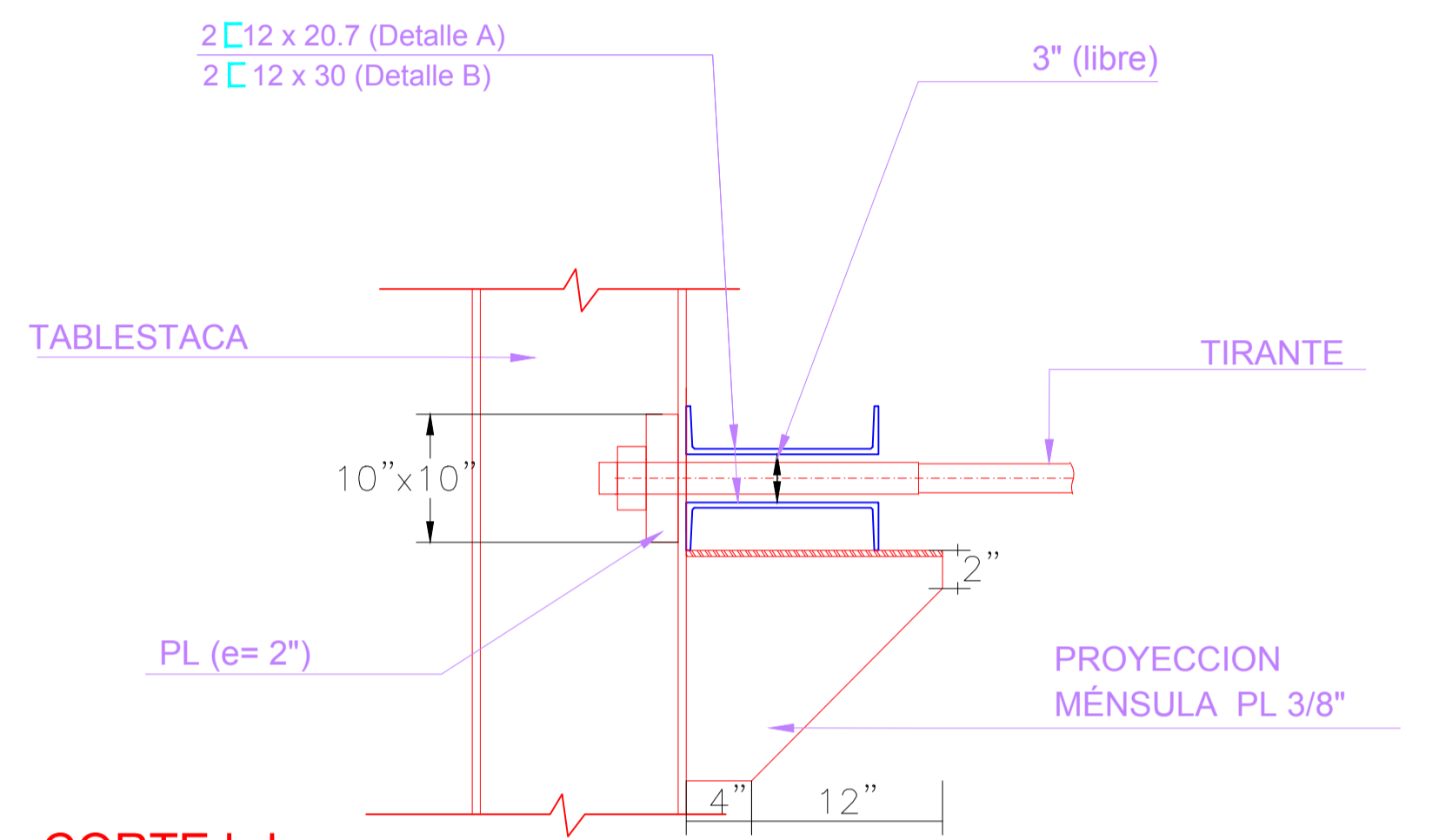
ANEXOS
LAMINA II
TABLESTACA DE DISEÑO NEC



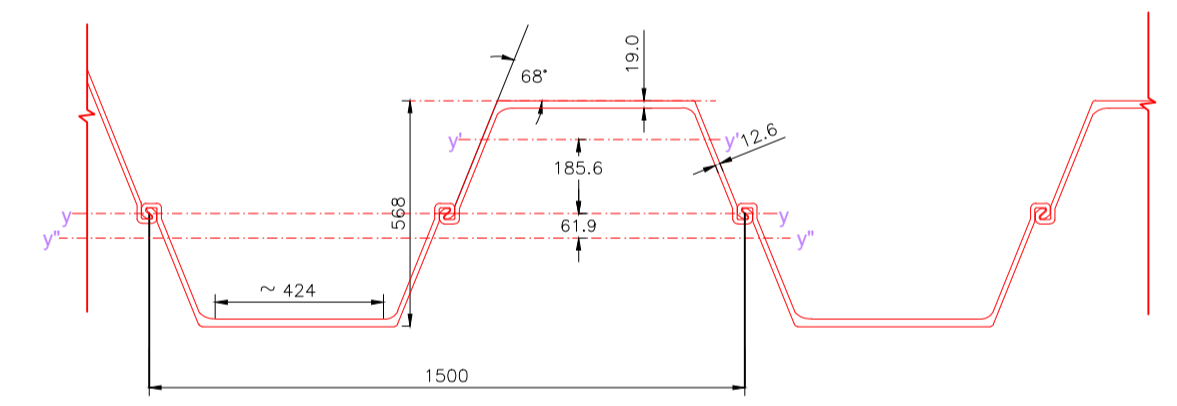
Esc. 1/50



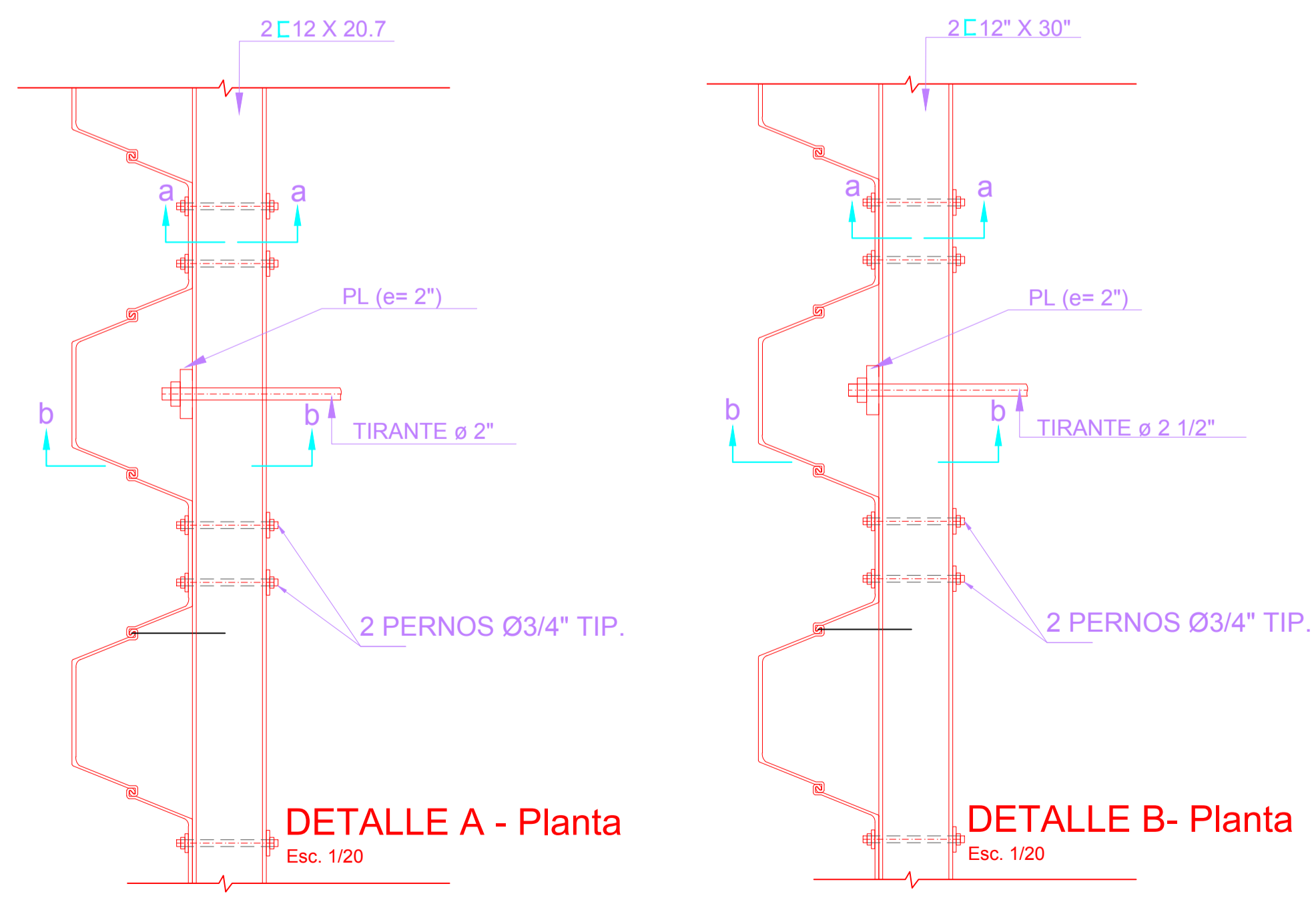
CORTE a-a
Esc. 1/10



CORTE b-b
Esc. 1/20



SECCIÓN AU 20
Esc. 1/20



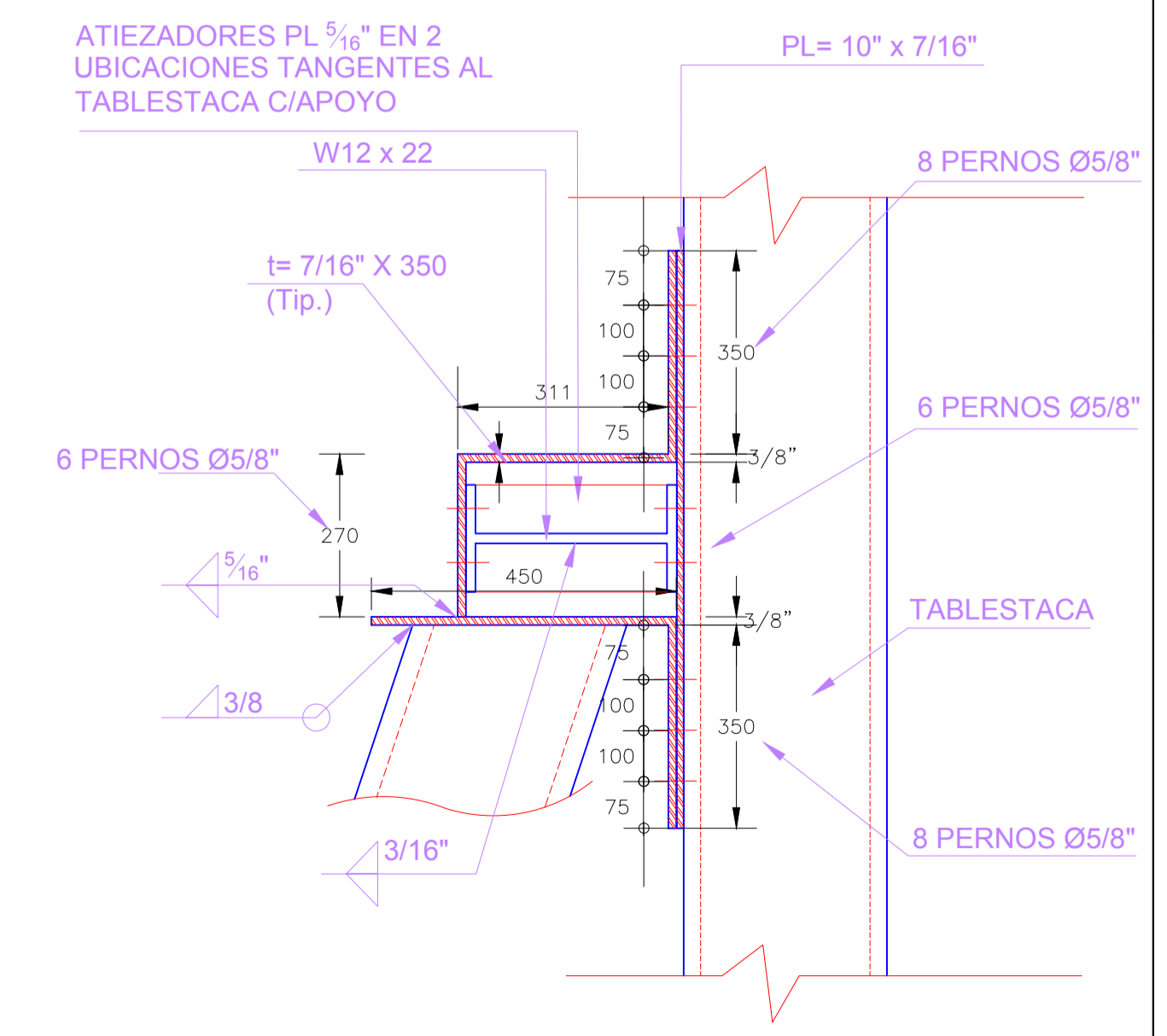
DETALLE A - Planta
Esc. 1/20

DETALLE B - Planta
Esc. 1/20

ESPECIFICACIONES

ACERO ESTRUCTURAL
 PLANCHAS Y PERFILES: ACERO ASTM A-36
 $f_y = 36 \text{ ksi} / f_y 2520 \text{ kg/cm}^2$.

PERNOS DE ANLAJE: ACERO A-325.



DETALLE D
Esc. 1/10

REVISIONES				DESCRIPCIÓN				CONCESIONARIO				CONSULTOR				PROYECTO				FASE				APENDICE				FIRMA Y SELLO				LÁMINA N°											
																TABLESTACA AU-20				01				ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS				ING. LUIS MARIO ALMACHE				1/1											
FECHA				DIB				REV				APR				COMPONENTE				PLANO				DESARROLLO				DIBUJO				ESCALA EN A1				INDICADA				FECHA			
																DETALLES DEL TABLESTACADO DEL RIO (MUELLE)				D.S.M.A.				INDICADA				JULIO 2017															

ANEXOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

TEMA: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS BLOQUE I TERMINAL PUERTERIA YURIMAGUAS-PERU

LONGITUD: 220 METROS

UBICACION: YURIMAGUAS PERU

ELABORADO: DIEGO SEBASTIAN MOLINA ANDRADE

PLANILLA N°: #¡REF!

PERIODO: #¡REF!

FECHA: 11/09/2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

ITEM	RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	CANTIDADES PLANILLADAS			VALORES			% AVANCE
							ANTERIOR	ESTE PERIODO	ACUMULADO	ANTERIOR	ESTE PERIODO	ACUMULADO	ACUM.
PRELIMINAR													
1	01.01	TRAZO Y REPLANTEO	mes	4	1911,04	7644,16							
2	01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2000	0,72	1449,00							
3	01.03	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	1400	6,98	9770,46							
4	01.04	LIMPIEZA DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	5	457,90	2289,50							
5	01.05	TABLESTACADO DE PRUEBA	glb	2	14000,00	28000,00							
EJECUCION DEL TABLESTACADO													
6	02.01.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VIGAS METÁLICAS CANAL	m	74	92,85	6870,87							
7	02.01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLESTACA DE ACERO AU 20	m	147	132,89	19535,45							
8	02.01.03	TRANSPORTE TABLESTACAS DE ACERO	und	147	16,24	2387,04							
9	02.01.04	HINCADO DE TABLESTACAS DE ACERO	und	147	54,31	7982,89							
10	02.01.05	DESCABEZADO DE TABLESTACAS	und	147	42,42	6235,86							
HORMIGONADO													
11	02.02.01	CONCRETO ESTRUCTURAS f'c=300 kg/cm2	m3	74,8	133,51	9986,55							
12	02.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	7721,536	1,69	13043,43							
13	02.02.03	ENCOFRADO ESTRUCTURAS DE ANCLAJE	m2	88	8,57	753,88							
ESTRUCTURAS DE ANCLAJE													
14	02.03.01	SUMINISTRO Y PREPARACION DE TIRANTES DE ACERO 2 1/2"	m	220	51,30	11286,03							
15	02.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TENSORES, INSERTOS DE CONEXION	und	130	43,93	5710,85							
16	02.03.03	SUMINISTRO Y HABIL. VIGAS DE MADERA 8"X8" c/PLATINAS Y CONTRATUERCAS	m	100	3,68	368,00							
17	02.03.04	MONTAJE DE SARDINEL DE PROTECCIÓN	m	220	3,07	676,15							
18	02.03.05	JUNTA DE CONTROL	m	130	1,62	210,08							
						TOTAL	134200,20						

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	01.01	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	mes/DIA		EQ.		Costo unitario directo	1.911,04	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
E2	PEON		hh		300,0000	2,41	723,00
C2	OPERARIO TOPOGRAFO		hh		100,0000	2,92	292,00
					TOTAL		1.015,00
Materiales							
0213060001000	OCRE ROJO		kg		1,0000	3,10	3,10
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0,2500	11,76	2,94
					TOTAL		6,04
Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día		25,0000	12,38	309,50
0301000011000	TEODOLITO		día		25,0000	23,22	580,50
					TOTAL		890,00

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS

DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE

CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto

09/11/2017

Partida	01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	40,0000	EQ.	40,0000	to unitario directo por : m2	0,72		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra							
B1	CAPATAZ			hh	0,1000	0,0200	2,45	0,05
C3	OPERARIO			hh	0,1000	0,0200	2,43	0,05
E2	PEON			hh	1,0000	0,2000	2,41	0,48
						TOTAL		0,58
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5,0000	0,03	0,14
						TOTAL		0,14

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	01.03	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000	to unitario directo por : m3	6,98	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
B1	CAPATAZ		hh	0,3429	0,2286	2,45	0,56
E2	PEON		hh	3,4286	2,2857	2,41	5,51
					TOTAL		6,07
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	0,30	0,91
					TOTAL		0,91

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	01.04	LIMPIEZA DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA					
Rendimiento	glb/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : glb	457,90		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
E2	PEON		hh		190,0000	2,41	457,90
						TOTAL	457,90

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	01.05	TABLESTACADO DE PRUEBA					
Rendimiento	glb/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : glb		14.000,00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Subcontratos						
0423100005	SC PRUEBAS DE CARGA		glb		1,0000	14.000,00	14.000,00
TOTAL							14.000,00

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS

DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE

CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.01.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VIGAS METÁLICAS CANAL					
Rendimiento	m/DIA	30,0000	EQ.	30,0000	Costo unitario directo por : m	92,85	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
C3	OPERARIO		hh	1,0000	0,2667	2,43	0,65
E2	PEON		hh	2,0000	0,5333	2,41	1,29
C2	SOLDADOR		hh	2,0000	0,5333	2,92	1,56
						TOTAL	2,21
	Materiales						
0272070038	VARILLA DE SOLDADURA		kg		0,2500	8,67	2,17
						TOTAL	2,17
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2,0000	0,12	0,24
0301030002000	VIGA DE ACERO PERFIL C, SEGUN PLANO		m		2,1000	41,80	87,78
0301270001	MAQUINAS DE SOLDAR		día	2,0000	0,0667	6,81	0,45
						TOTAL	88,48

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLESTACA DE ACERO AU 20					
Rendimiento	m/DIA	30,0000	EQ.	30,0000	Costo unitario directo por : m	132,89	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
C3	OPERARIO		hh	1,0000	0,2667	2,43	0,65
E2	PEON		hh	2,0000	0,5333	2,41	1,29
C2	SOLDADOR		hh	2,0000	0,5333	2,92	1,56
						TOTAL	3,49
Materiales							
0272070038	VARILLA DE SOLDADURA		kg		0,3000	8,67	2,60
						TOTAL	2,60
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2,0000	0,17	0,35
0301030002000	TABLESTACA DE ACERO TIPO AU 20		m		1,0500	120,00	126,00
0301270001	MAQUINAS DE SOLDAR		día	2,0000	0,0667	6,80	0,45
						TOTAL	126,80

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.01.03	TRANSPORTE TABLESTACAS DE ACERO					
Rendimiento	und/DIA	50,0000	EQ.	50,0000	Costo unitario directo por : und	16,24	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
E2	PEON		hh	1,0000	0,1600	2,41	0,39
						TOTAL	0,39
Equipos							
0301160001000	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3		hm	1,0000	0,1600	49,54	7,93
0301220004000	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1,0000	0,1600	49,54	7,93
						TOTAL	15,85

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.01.04	HINCADO DE TABLESTACAS DE ACERO						
Rendimiento	und/DIA	45,0000	EQ.	45,0000	Costo unitario directo por : und	54,31		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra								
C2	CAPATAZ		hh	1,0000	0,1778	2,58	0,46	
E2	PEON		hh	6,0000	1,0667	2,41	2,57	
C1	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	2,0000	0,3556	3,59	1,28	
B3	SUPERVISOR MECANICO		hh	1,0000	0,1778	2,43	0,43	
B3	OFICIAL MECANICO		hh	2,0000	0,3556	2,50	0,89	
E2	AYUDANTE MECANICO		hh	2,0000	0,3556	2,41	0,86	
C1	TOPOGRAFO		hh	1,0000	0,1778	2,72	0,48	
						TOTAL	6,97	
Equipos								
0301000011	TEODOLITO		hm	1,0000	0,1778	4,03	0,72	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		7,0000	0,35	2,44	
0301140002	MARTILLO HIDRAULICO		hm	1,0000	0,1778	186,00	33,07	
0301210001	GRUA		hm	0,5000	0,0889	45,00	4,00	
0301390009	GENERADOR DIESEL		hm	1,0000	0,1778	40,00	7,11	
						TOTAL	47,34	

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS

DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE

CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.01.05	DESCABEZADO DE TABLESTACAS							
Rendimiento	und/DIA	15,0000	EQ.	15,0000	Costo unitario directo por : und		42,42		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Mano de Obra								
C2	CAPATAZ		hh	1,0000	0,5333	2,58	1,38		
E2	PEON		hh	6,0000	3,2000	2,41	7,71		
B3	SUPERVISOR MECANICO		hh	1,0000	0,5333	2,43	1,30		
B3	OFICIAL MECANICO		hh	2,0000	1,0667	2,50	2,67		
E2	AYUDANTE MECANICO		hh	2,0000	1,0667	2,41	2,57		
						TOTAL	15,62		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		7,0000	0,78	5,47		
0301390009	GENERADOR DIESEL		hm	1,0000	0,5333	40,00	21,33		
						TOTAL	26,80		

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.02.01	CONCRETO ESTRUCTURAS f'c=300 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000	to unitario directo por : m3	133,51			
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra									
C2	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0667	2,58	0,17		
C2	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	2,43	1,62		
B3	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	2,50	1,67		
E2	PEON		hh	8,0000	5,3333	2,41	12,85		
D2	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	3,0000	2,0000	2,44	4,88		
						TOTAL	21,19		
Materiales									
0207010001000	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0,7500	40,25	30,19		
0207020001000	ARENA GRUESA		m3		0,4000	16,00	6,40		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0,1800	1,55	0,28		
0213010003	CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol		11,0000	6,50	71,50		
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0,0833	1,27	0,11		
						TOTAL	108,47		
Equipos									
0301290001000	VIBRADOR A GASOLINA		día	1,0000	0,0833	12,40	1,03		
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1,0000	0,6667	4,03	2,68		
0301340001	ANDAMIO METALICO		día	1,0000	0,0833	1,55	0,13		
						TOTAL	3,85		

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS

DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE

CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	240,0000	EQ.	240,0000	sto unitario directo por : kg	1,69	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
C2	OPERARIO		hh	1,0000	0,0333	2,43	0,08
B3	OFICIAL		hh	1,0000	0,0333	2,50	0,08
E2	PEON		hh	1,0000	0,0333	2,41	0,08
						TOTAL	0,24
Materiales							
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0,0300	1,49	0,04
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1,0300	1,30	1,34
						TOTAL	1,38
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,01	0,06
						TOTAL	0,06

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.02.03	ENCOFRADO ESTRUCTURAS DE ANCLAJE					
Rendimiento	m2/DIA	9,0000	EQ.	9,0000	to unitario directo por : m2	8,57	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
C2	OPERARIO		hh	1,0000	0,8889	2,43	2,16
E2	PEON		hh	1,0000	0,8889	2,41	2,14
					TOTAL		4,30
Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2		gal		0,0500	3,15	0,16
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0,2800	1,50	0,42
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		0,1680	1,40	0,24
0204120001000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,1000	1,27	0,13
0204120001000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0,2000	1,27	0,25
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		2,4180	1,27	3,07
					TOTAL		4,26

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.03.01	SUMINISTRO Y PREPARACION DE TIRANTES DE ACERO 2 1/2"					
Rendimiento	m/DIA	55,0000	EQ.	55,0000	Costo unitario directo por : m	51,30	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
C2	OPERARIO		hh	1,0000	0,1455	2,43	0,35
E2	PEON		hh	2,0000	0,2909	2,41	0,70
C2	SOLDADOR		hh	1,0000	0,1455	2,92	0,42
						TOTAL	1,48
Materiales							
0204250009	CABLE DE ACERO ALTA RESISTENCIA 2 1/2"		m		1,0500	47,00	49,35
0272070038	VARILLA DE SOLDADURA		kg		0,0300	9,40	0,28
						TOTAL	49,63
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2,0000	0,07	0,15
0301270001	MAQUINAS DE SOLDAR		día	0,3000	0,0055	7,40	0,04
						TOTAL	0,19

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TENSORES, INSERTOS DE CONEXION					
Rendimiento	und/DIA	30,0000	EQ.	30,0000	Costo unitario directo por : und	43,93	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
C2	OPERARIO		hh	1,0000	0,2667	2,43	0,65
E2	PEON		hh	2,0000	0,5333	2,41	1,29
C2	SOLDADOR		hh	1,0000	0,2667	2,92	0,78
					TOTAL		2,71
	Materiales						
0204250007	ANCLAJE DE ACERO LISO 3/4"		und		1,0000	40,00	40,00
0222160001002	SELLADOR EPÓXICO		gal		0,1200	1,60	0,19
0272070038	VARILLA DE SOLDADURA		kg		0,0800	9,40	0,75
					TOTAL		40,94
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2,0000	0,01	0,03
0301270001	MAQUINAS DE SOLDAR		día	1,0000	0,0333	7,40	0,25
					TOTAL		0,27

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS

DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE

CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.03.03	SUMINSTRO Y HABIL. VIGAS DE MADERA 8"X8" c/PLATINAS Y CONTRATUERCAS					
Rendimiento	m/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m	3,68		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Subcontratos						
0410090008	SC VIGA DE MADERA 8"X8"		m		4,0000	0,92	3,68
TOTAL							3,68

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.03.04	MONTAJE DE SARDINEL DE PROTECCIÓN						
Rendimiento	m/DIA	40,0000	EQ.	40,0000	Costo unitario directo por : m	3,07		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra							
C2	CAPATAZ		hh	0,5000	0,1000	2,58	0,26	
C2	OPERARIO		hh	1,0000	0,2000	2,43	0,49	
E2	PEON		hh	2,0000	0,4000	2,41	0,96	
					TOTAL		1,71	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,09	0,43	
					TOTAL		0,43	
	Subcontratos							
0410090008	SC VIGA DE MADERA 8"X8"		m		1,0200	0,92	0,94	
					TOTAL		0,94	

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS

DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE

CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto: 0102004 Tablestacado Fase I Terminal Portuario de Yurimaguas

Elaborado: 001 Diego Sebastian Molina Andrade

Fecha presupuesto 09/11/2017

Partida	02.03.05	JUNTA DE CONTROL							
Rendimiento	m/DIA	100,0000	EQ.	100,0000	Costo unitario directo por : m		1,62		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra									
B3	OFICIAL		hh	2,0000	0,1600	2,50	0,40		
E2	PEON		hh	1,0000	0,0800	2,41	0,19		
					TOTAL		0,59		
Materiales									
0210040001000	TECNOPOR DE e = 1" 0.60 X 1.20 m		pln		0,1250	7,00	0,88		
					TOTAL		0,88		
Equipos									
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,03	0,15		
					TOTAL		0,15		

TESIS: ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO DE TABLESTACAS
 DIRECTOR: ING. Msc. LUIS MARIO ALMACHE
 CODIRECTOR: ING. Msc. JUAN MEDARDO SOLA