





Introducción

El propósito de los gráficos de selección de tuberías es el de brindar una referencia rápida para obtener un diseño económico de tuberías, bajo hipótesis de carga convencionales y de acuerdo con factores de diseño universalmente difundidos.

Estos gráficos cubren únicamente el diseño de tuberías de superficie y producción (*casing* de producción) tomando en cuenta solamente grados de acero y uniones de la norma API 5CT y utilizando parámetros resistenciales calculados de acuerdo con la norma API 5C3.

Dado que los casos planteados no implican uso de grados de acero ni conexiones propietarias de Tenaris, todos los parámetros resistenciales de las tuberías se han calculado de acuerdo con las especificaciones de API 5C3.

Al ser muy dificultoso cubrir todas las posibilidades que se conjugan en un diseño, sugerimos tomar este manual como referencia. El Servicio de Asistencia Técnica queda a entera disposición de los usuarios para la realización de diseños que, debido a la complejidad del pozo, requieran un análisis más exhaustivo.

Estos gráficos han sido concebidos teniendo en cuenta aspectos fundamentales en la *performance* de un pozo, tales como:

- Asegurar una adecuada integridad mecánica del pozo dado por un diseño capaz de soportar las cargas que puedan aparecer durante la vida útil del pozo.
- Diseñar columnas para optimizar los costos durante el tiempo de operación del pozo.
- Flexibilidad del diseño para afrontar posibles cambios en los planes de perforación, tales como profundizaciones o desviaciones.

Tipos de Tuberías y Funciones

Tubería Guía

La tubería guía es la primera sección en una columna. Provee sostén a formaciones inconsolidadas, aísla zonas acuíferas y brinda protección contra escapes de gas. Esta cañería se cementa hasta la superficie.

Tubería de Superficie

La tubería de superficie brinda protección contra surgencias, aísla zonas acuíferas y previene pérdidas de circulación.

En las cartas presentes, el diámetro considerado para este tipo de tubería es de 9 5/8 pulgadas.

Tubería Intermedia

La tubería intermedia suministra aislación en zonas inestables del pozo, en zonas de pérdidas de circulación, de bajas presiones y en capas productoras. Las presiones que tiene que soportar pueden ser considerables. El tope de cemento tiene que aislar cada una de las capas productoras para evitar futuras contaminaciones.

Tubería de Producción

La tubería de producción se utiliza para aislar zonas productivas y contener presiones de formación. Tiene que estar diseñada para soportar presiones de inyección provistas, por ejemplo, por una estimulación por fractura, producción asistida por Gas Lift, e incluso para cementación, que en este tipo de tuberías suele ser muy crítica. En caso de falla del *tubing*, es la cámara de contención de los fluidos de reservorio.

Las tuberías consideradas en estos gráficos son de 5 1/2 y 7 pulgadas.

Liner

El *liner* es una tubería que no se extiende hasta la cabeza del pozo, sino que se cuelga de otra tubería que le sigue en diámetro y ésta hasta la boca del pozo. La tubería colgada permite reducir costos y mejorar la hidráulica en perforaciones más profundas. Los *liners* pueden funcionar como tubería intermedia o de producción, normalmente cementada en toda su longitud.



Diseño

Un diseño de *casing* es exitoso cuando ofrece resistencia mecánica y funcionalidad suficiente para realizar maniobras de completación, profundizaciones, producción y *workover* durante la vida útil del pozo a un costo optimizado.

Condiciones Asumidas

Casing de Producción y Tubería de Superficie

- Cantidad despreciable tanto de CO₂ como de H₂S
- Pozo ficticio
- Pozo vertical
- Tope de cemento hasta la mitad de la tubería
- Gradiente normal de temperatura
- Gradiente de fractura calculado por la fórmula de Zamora
- Densidad de cemento variando desde 12,5 ppg hasta 16,2 ppg
- Todas conexiones API

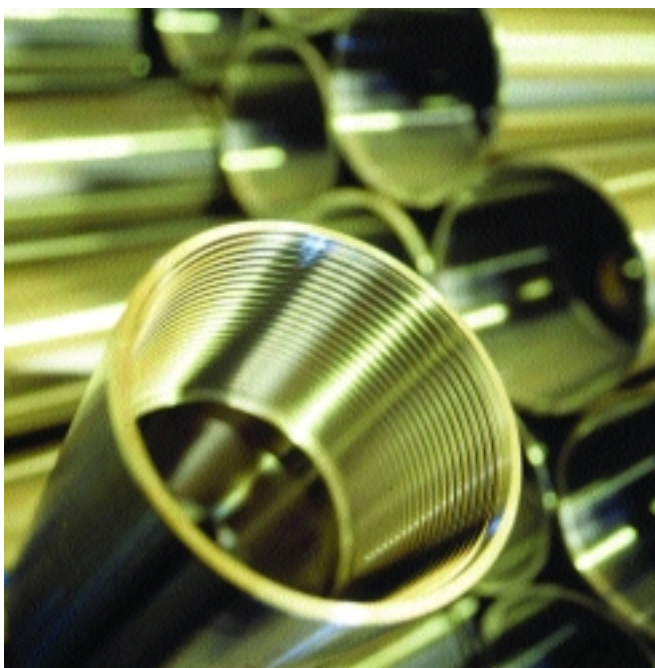
Información Requerida

Casing de Producción y Tubería de Superficie

Las anteriores condiciones no son más que las que representan a un pozo promedio de baja complejidad.

Pero a la hora de contar con pozos más problemáticos, para realizar dichos diseños, el Servicio de Asistencia Técnica de TenarisSiderca solicitará al cliente una serie de datos adicionales que podrá depender de la ubicación de la cuenca, del yacimiento, tipo de pozo, etc. Entre los más importantes se cuentan:

- Densidad y tipo de lodo de perforación
- Trayectoria del pozo
- Presión poral de formación
- Presión de fractura estimada
- Perfil de temperatura
- Localización de zonas permeables
- Zonas de posibles pérdidas de circulación
- Altura de cemento
- Presencia de H₂S y/o CO₂, domos salinos, etc.
- Datos históricos del yacimiento



Factores de Diseño

Son cinco los factores de diseño empleados en la confección de los gráficos.

$$\text{Estallido} \quad FD_E = \frac{\text{Mínima presión de fluencia interna}}{\text{Máxima presión diferencial interna}} = 1.150$$

$$\text{Colapso} \quad FD_{CLL} = \frac{\text{Resistencia al colapso del tubo}}{\text{Presión de colapso equivalente}} = 1.125$$

$$\text{Tracción}^* \quad FD_T = \frac{\text{Resistencia de la unión a la tracción}}{\text{Máxima carga estática de tracción}} = 1.750$$

$$\text{Compresión}^* \quad FD_C = \frac{\text{Resistencia de la unión a la compresión}}{\text{Máxima carga estática de compresión}} = 1.300$$

$$\text{Von Mises} \quad FD_{VME} = \frac{\text{Mínima tensión API de fluencia}}{\text{Tensión equivalente VME}} = 1.250$$

Nota: Todos los factores de diseño son Valores Mínimos Considerados. Podrán ser cambiados a criterio del diseñador/operador.

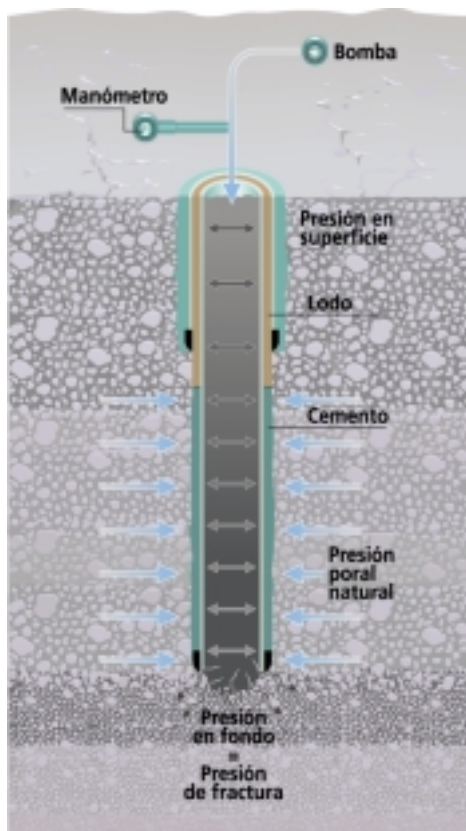
(*) En ambos casos la resistencia de la unión se reemplazará por la del cuerpo del tubo si ésta fuera menor.

Condiciones de Servicio

A) Tuberías de Superficie

Los casos de carga a considerar son:

- Caso base
- Test de presión
- 1/3 de la tubería evacuada
- 1/3 del lodo reemplazado por gas
- Surgencia



Caso base

En el caso base, las tuberías se asumen cementadas de acuerdo con siguiente esquema:

- Las tuberías utilizadas como *casing* conductor, *casing* de superficie y *casing liners* son cementadas en su totalidad.
- Las tuberías utilizadas como *casing* de producción son cementadas hasta el 50% de su profundidad.

El perfil de presión externa se genera con el gradiente dado por el lodo y el cemento, ubicando en la parte superior del anillo de cemento el lodo utilizado para perforar dicha sección. El mismo lodo también se utiliza como columna hidrostática interna del *casing*.

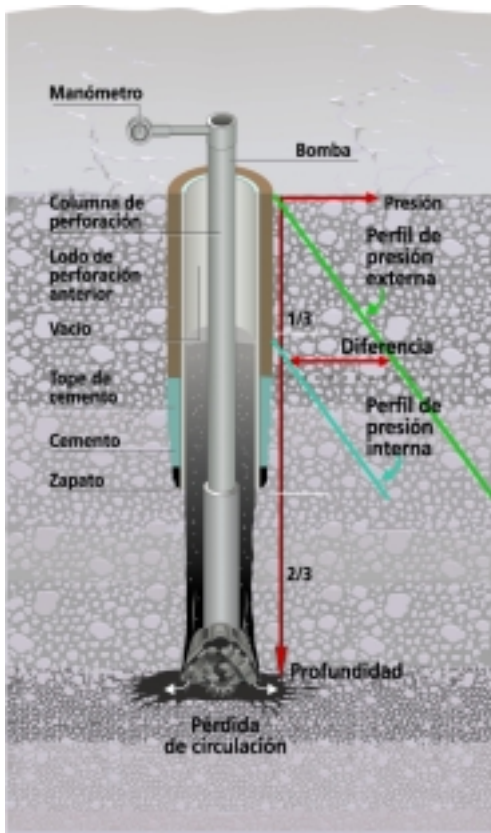
El caso base contempla el estado de la tubería una vez que el cemento se ha desplazado en su totalidad.

En estas circunstancias iniciales, no se aplica ninguna fuerza de "colgado" a la tubería.

Test de Presión

Para el caso de Test de Presión se asume que el *casing* está lleno de lodo y es sometido a presión interna en superficie para lograr en el zapato una presión igual a la del "gradiente de fractura seguro de la formación". Este "gradiente seguro" es igual al gradiente de fractura de la formación más 0,2 ppg para pozos de desarrollo o 0,5 ppg para el caso de pozos exploratorios.

El perfil de presión poral se usa como presión externa para el caso de test de presión.

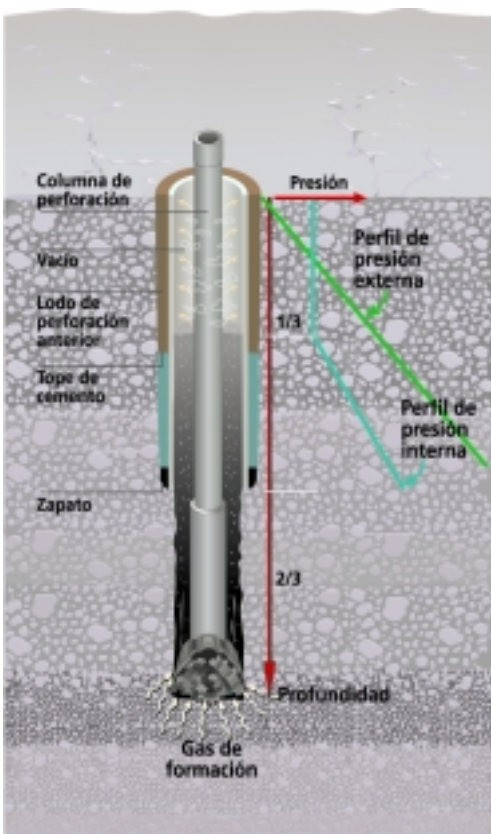


1/3 evacuada

El *casing* es internamente evacuado desde la superficie hasta completar 1/3 de la máxima profundidad del pozo. Debajo de esa profundidad se encuentra el peso del lodo para la próxima tubería.

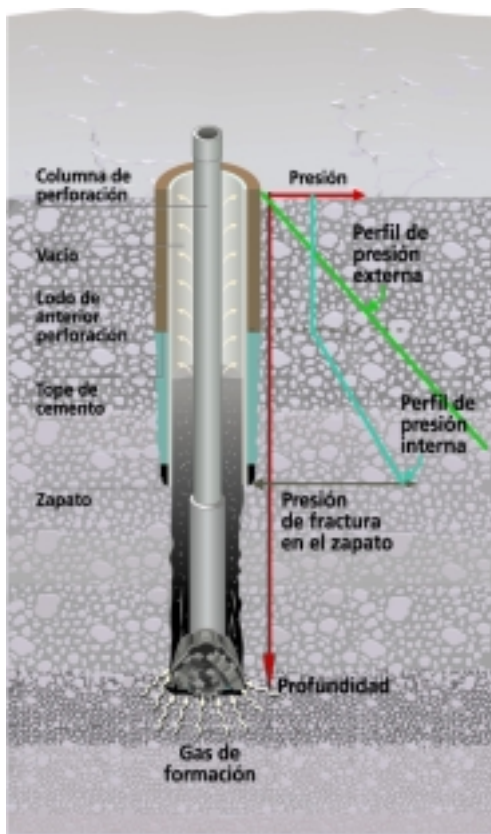
La presión externa es la originada por el peso del lodo con el que la cañería fue bajada.

El perfil de la temperatura creado en este caso de carga es el estático.



1/3 reemplazado por gas

Como en el caso de 1/3 evacuado, múltiples casos de carga se pueden generar al reemplazar 1/3 del lodo de perforación por gas. La tubería pasa de estar sometida al colapso a estarlo a presión interna.



Surgencia

Este caso es generado a partir de una surgencia de 50 o 100 bbl de gas de diferente densidad dependiendo del tipo de pozo. Para el caso de los exploratorios, 2 ppg, y para el caso de los de desarrollo, 1 ppg sobre la densidad del lodo.

El perfil de temperatura de la surgencia se genera basándose en la temperatura circulante.

Al igual que la condición de 1/3 reemplazado por gas, múltiples casos de surgencia pueden ser generados. Un sistema experto calcula las posibles fracturas basándose en el “gradiente seguro de fractura”.

La altura de la columna de gas dependerá del diámetro del pozo, de los portamechas y de las barras de sondeo.

B) Tuberías de Producción

Casos de cargas considerados:

- Caso base
- Completamente evacuado
- Pérdida cerca de superficie a temperatura estática
- Pérdida cerca de superficie a temperatura dinámica

Caso base

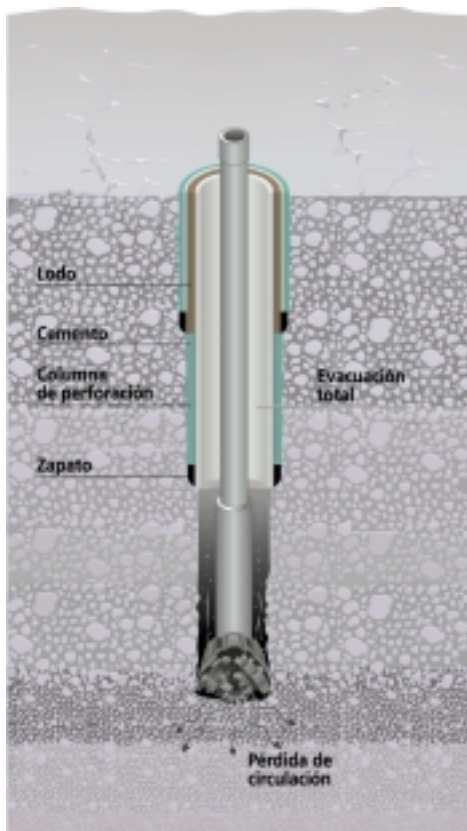
En el caso base, las tuberías se asumen cementadas de acuerdo con el siguiente esquema:

- Las tuberías utilizadas como *casing* conductor, *casing* de superficie y *casing liners* son cementadas en su totalidad.
- Las tuberías utilizadas como *casing* de producción son cementadas hasta el 50% de su profundidad.

El perfil de presión externa se genera con el gradiente dado por el lodo y el cemento, ubicando en la parte superior del anillo de cemento el lodo utilizado para perforar dicha sección. El mismo lodo también se utiliza como columna hidrostática interna del *casing*.

El caso base contempla el estado de la tubería una vez que el cemento se ha desplazado en su totalidad.

En estas circunstancias iniciales, no se aplica ninguna fuerza de "colgado" a la tubería.

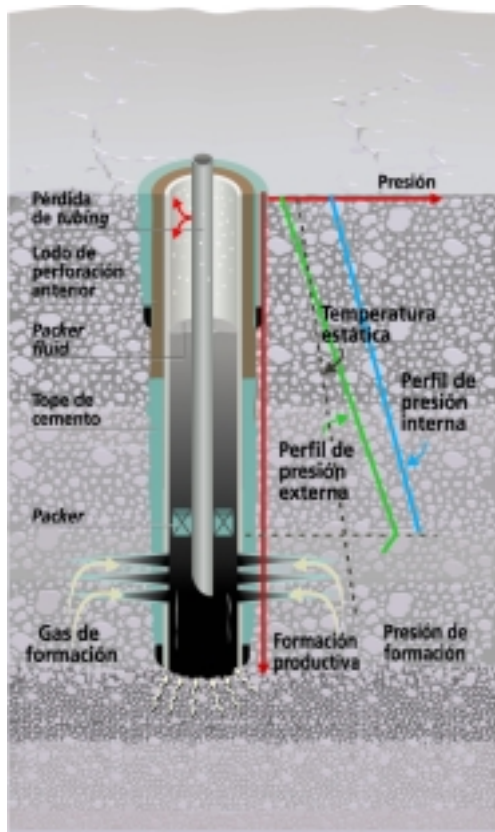


Totalmente Evacuado

Si el *casing* de producción es totalmente evacuado interiormente, se produce un severo caso desde el punto de vista del colapso.

Al bajar la columna, el peso del lodo se encuentra en el espacio anular.

Se utiliza un perfil de temperatura estático.

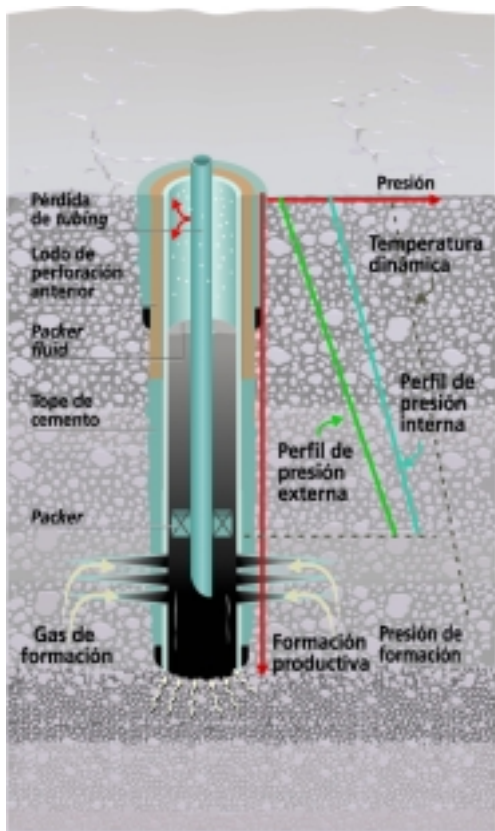


Pérdida de Tubing en Superficie (Temperatura Estática)

El interior del *casing* soporta la presión del reservorio más la columna de fluido existente entre el tope del *packer* y superficie, siendo un caso severo desde el punto de vista de la tracción y la presión interna.

La presión natural poral es la que se usa como perfil de presión externa.

El mismo caso de carga por pérdida de *tubing* en superficie se usa tanto para *casing liner* como para *tieback*.



Pérdida de Tubing en Superficie (Temperatura Dinámica)

La condición dinámica simula los esfuerzos que soporta la tubería durante una producción constante del pozo.

Este caso es idéntico al de pérdida en *tubing* estático, la diferencia es que en el dinámico es el flujo (caliente) el que determina las presiones tanto por directa como por anular y las cargas a las que será sometida la tubería.

Modo de Uso de los Gráficos

En cada uno de estos gráficos se representan las distintas combinaciones posibles entre diámetros y densidad de lodos.

En cada uno de los gráficos aparece un diámetro con las distintas densidades de lodos, que varían entre 8,6 y 11 ppg.

El interesado no tiene más que conocer la profundidad del pozo que desea entubar. Ese valor está expresado en metros y está dispuesto en sentido vertical descendente. Una vez que encontró el valor de interés tiene que desplazarse horizontalmente

hasta cortar la primera columna, que mostrará, para los metros deseados, los tipos de aceros y conexiones más apropiados para satisfacer las hipótesis y los factores de diseño.

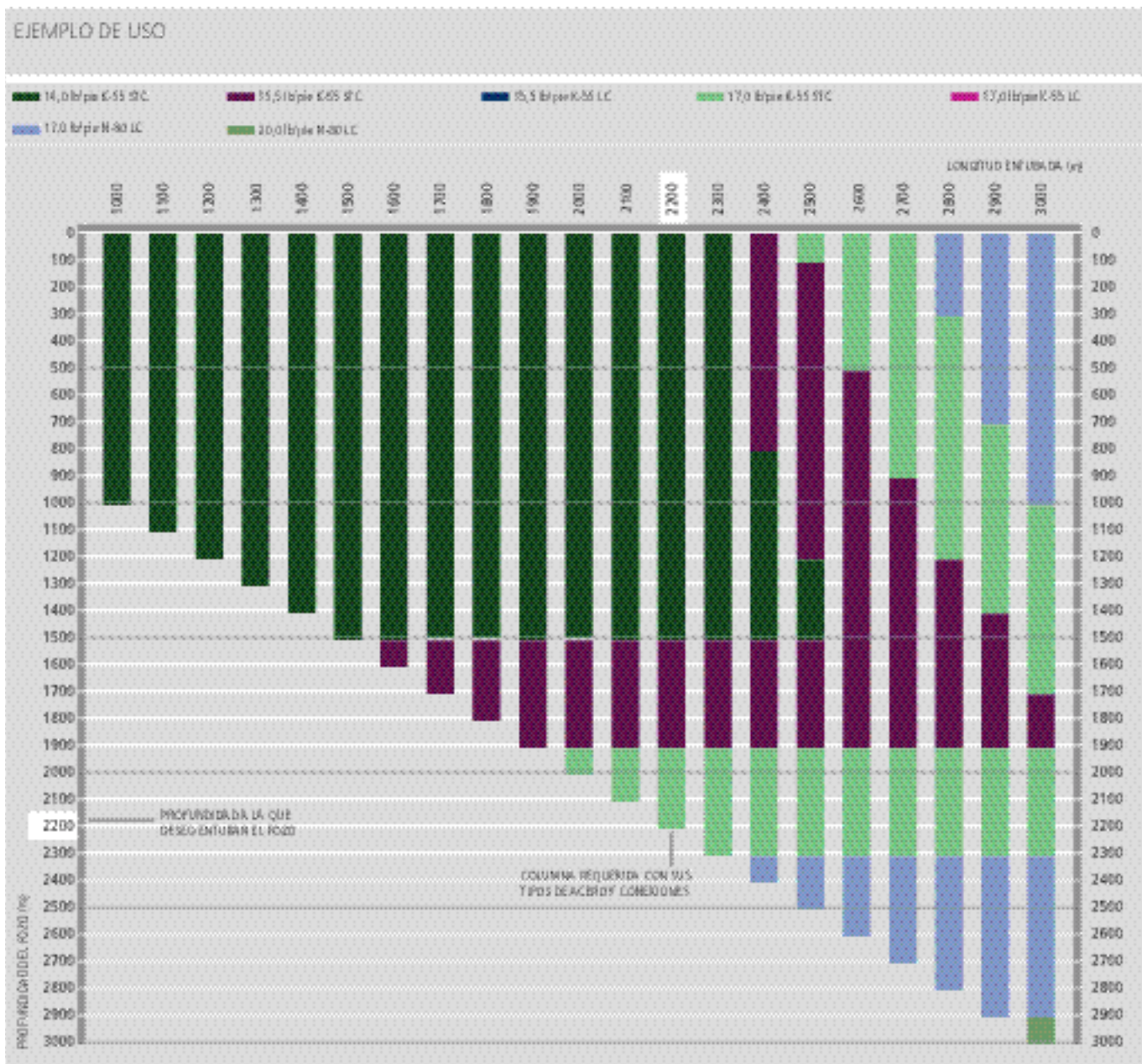


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 8,6 PPG (1030 GR/L)

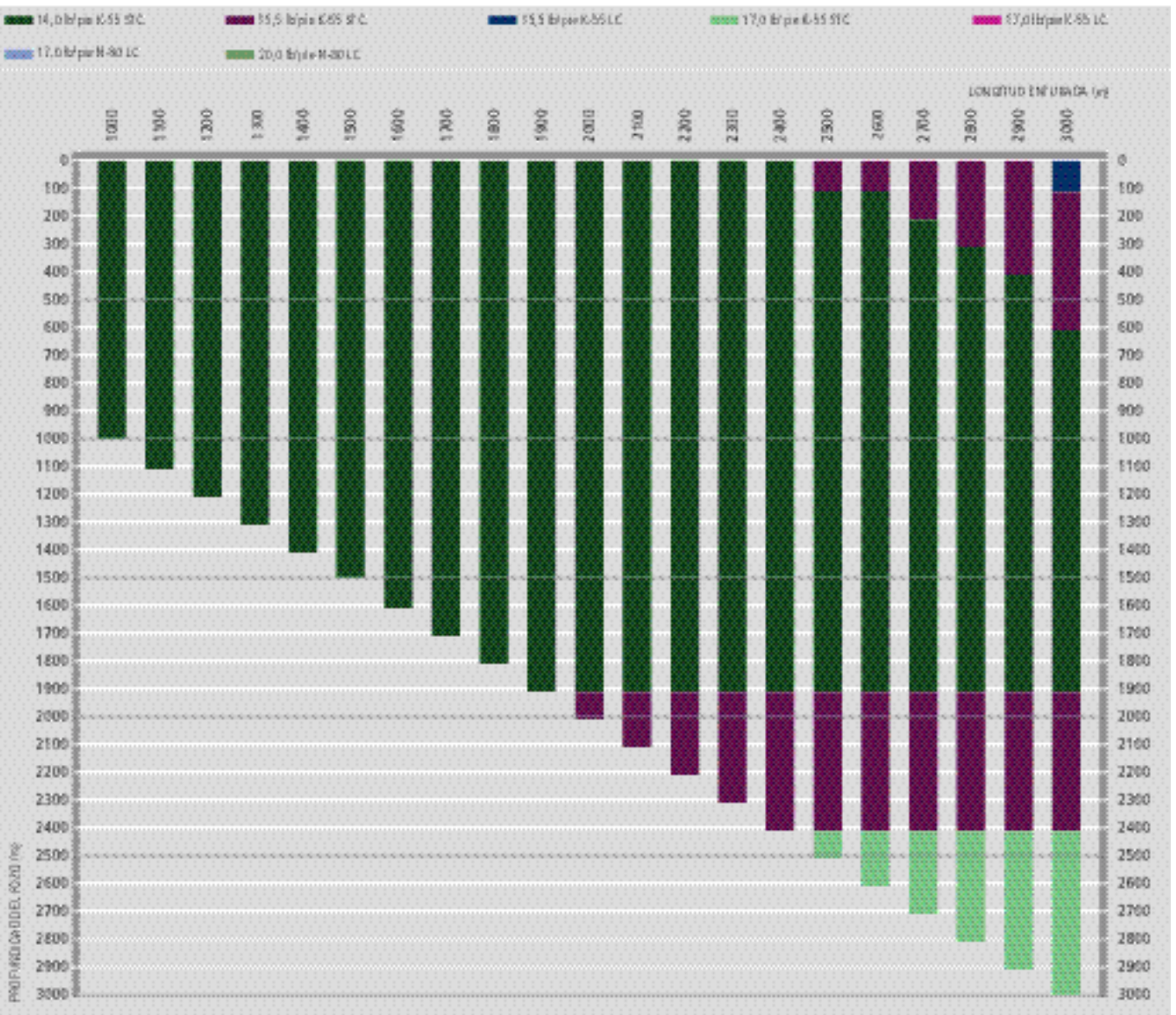


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 8,8 PPG (1054 GRL)

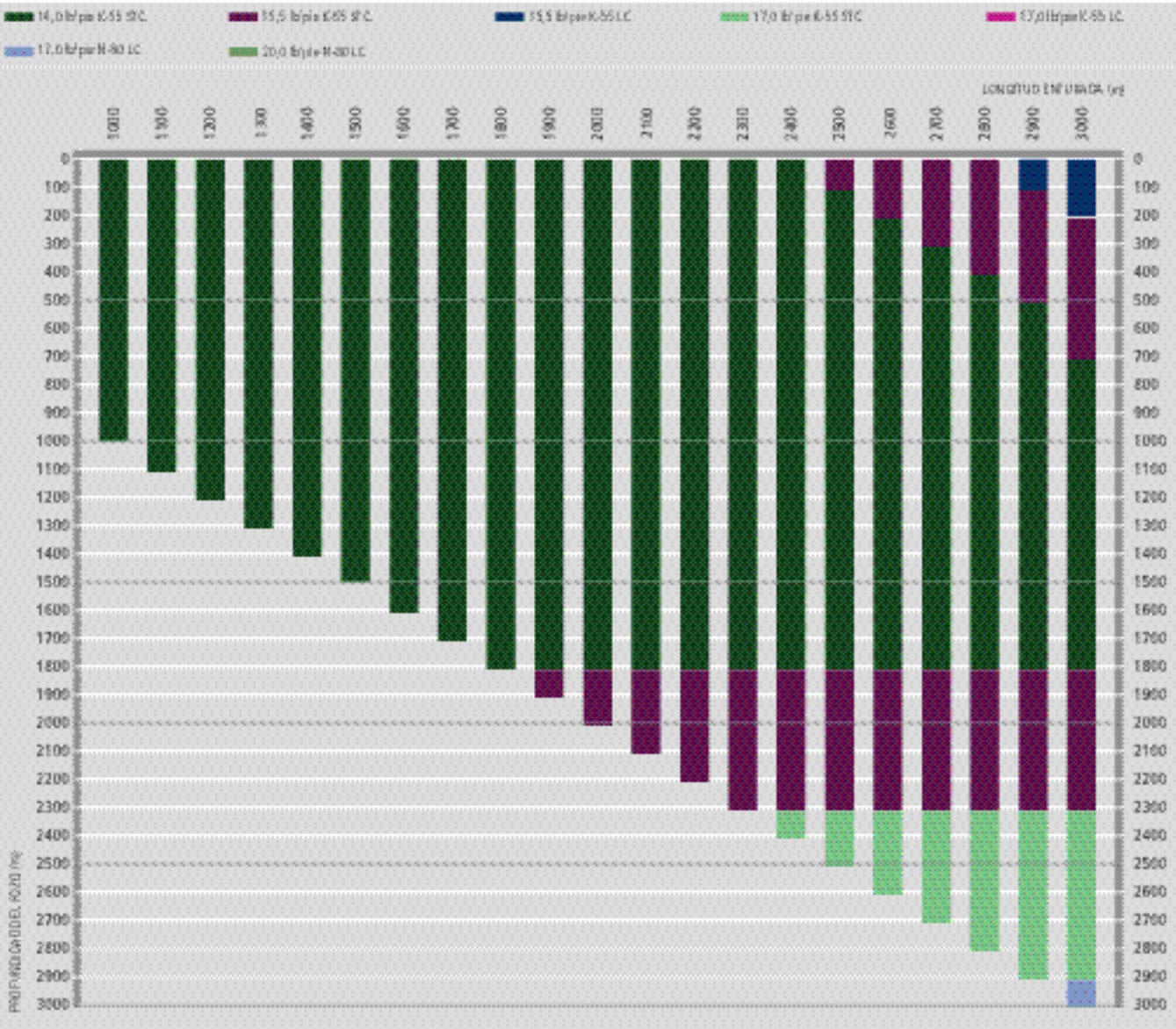


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 9 PPG (1080 GR/L)

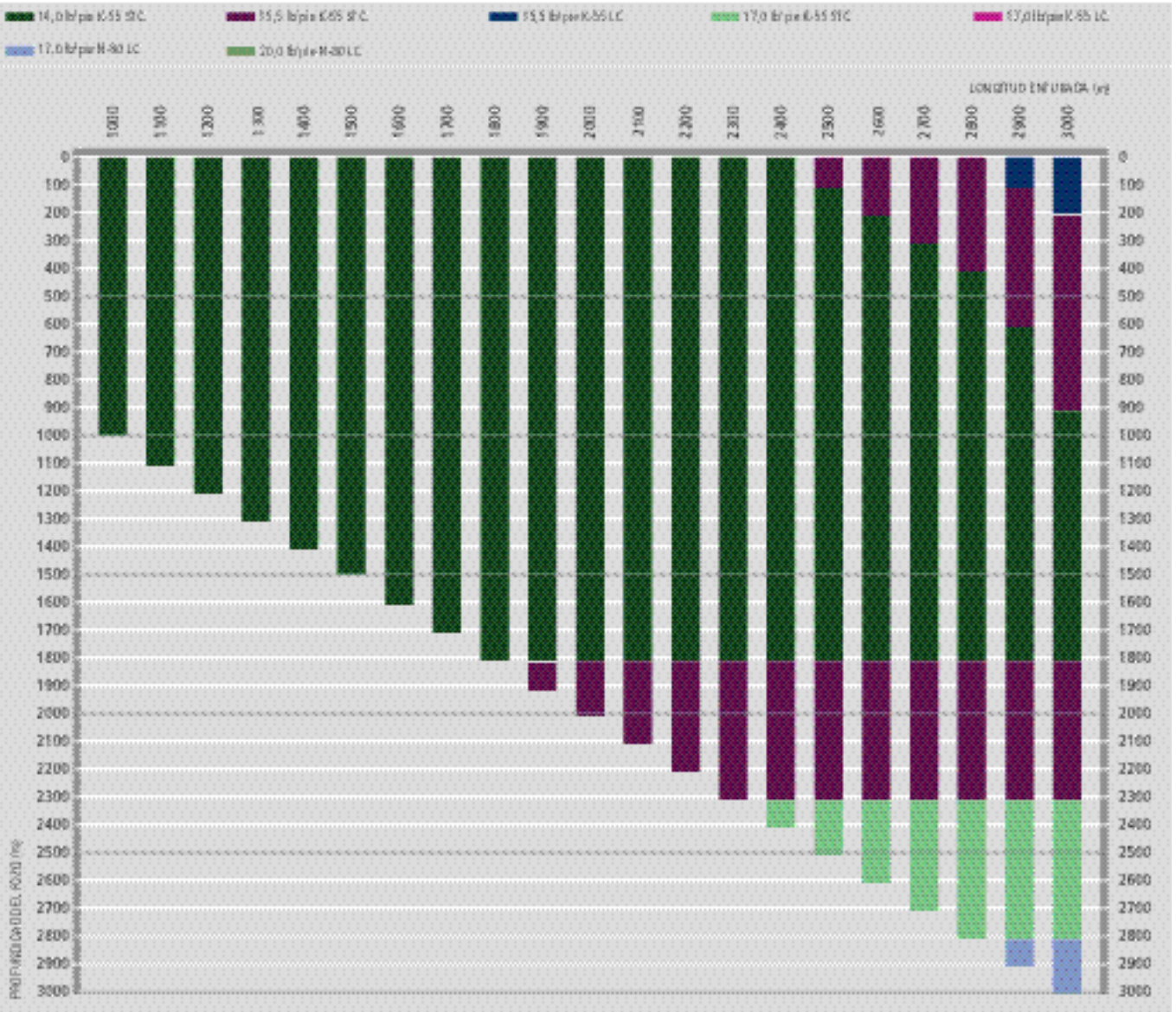


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 9.2 PPG (1100 GRL)

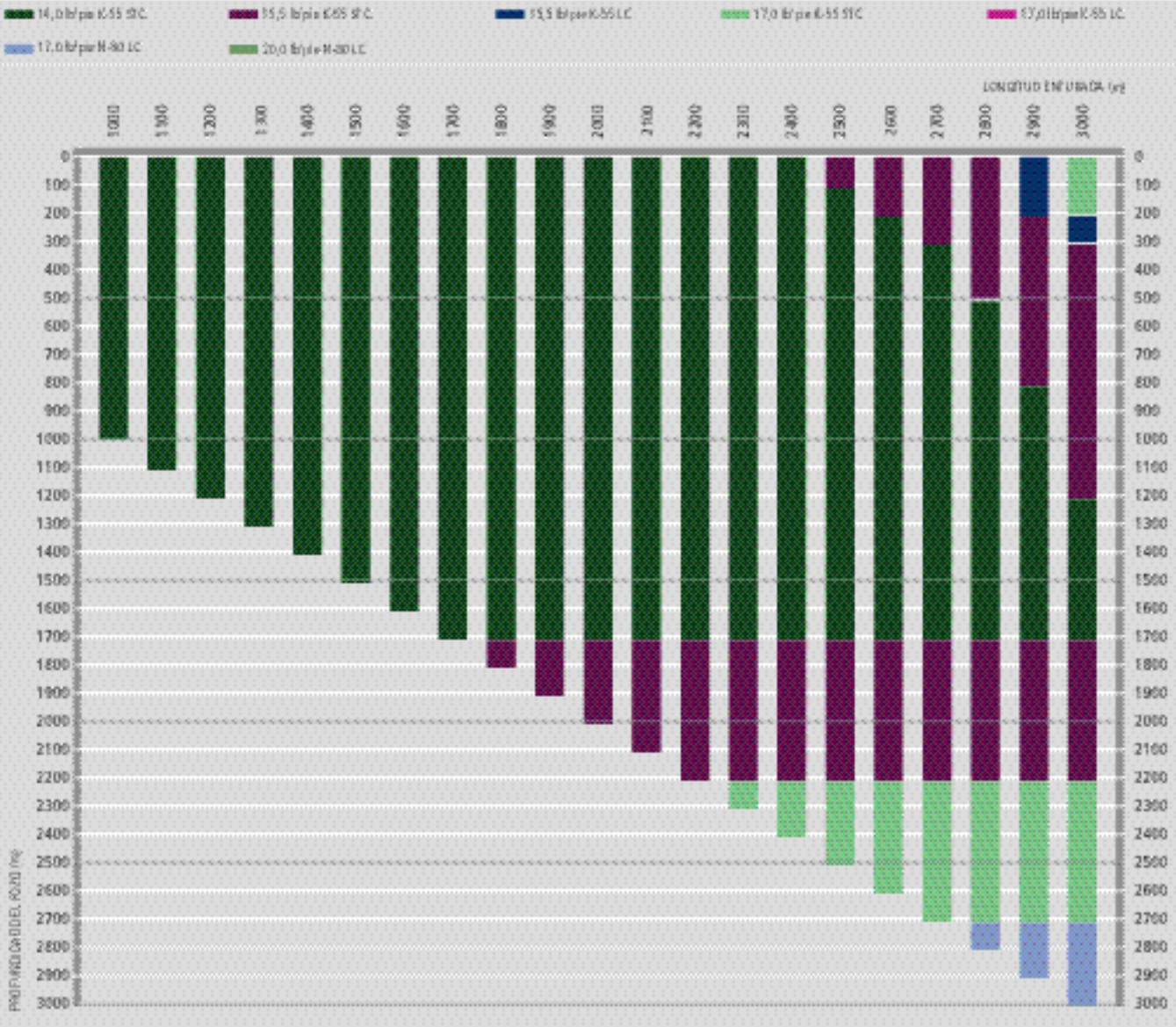


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 9,4 PPG (1126 GRL)

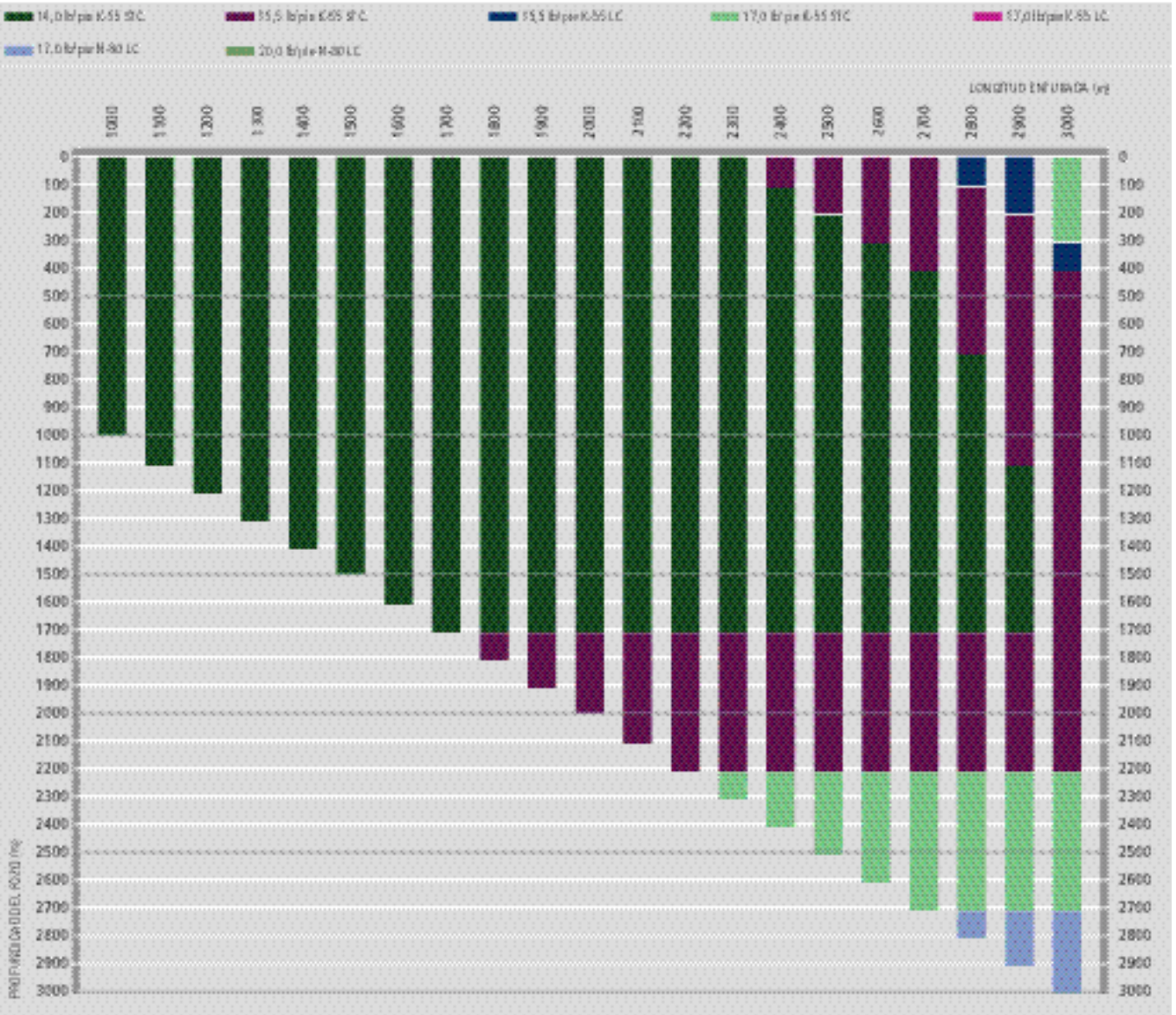


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 9,6 PPG (1150 GRL)

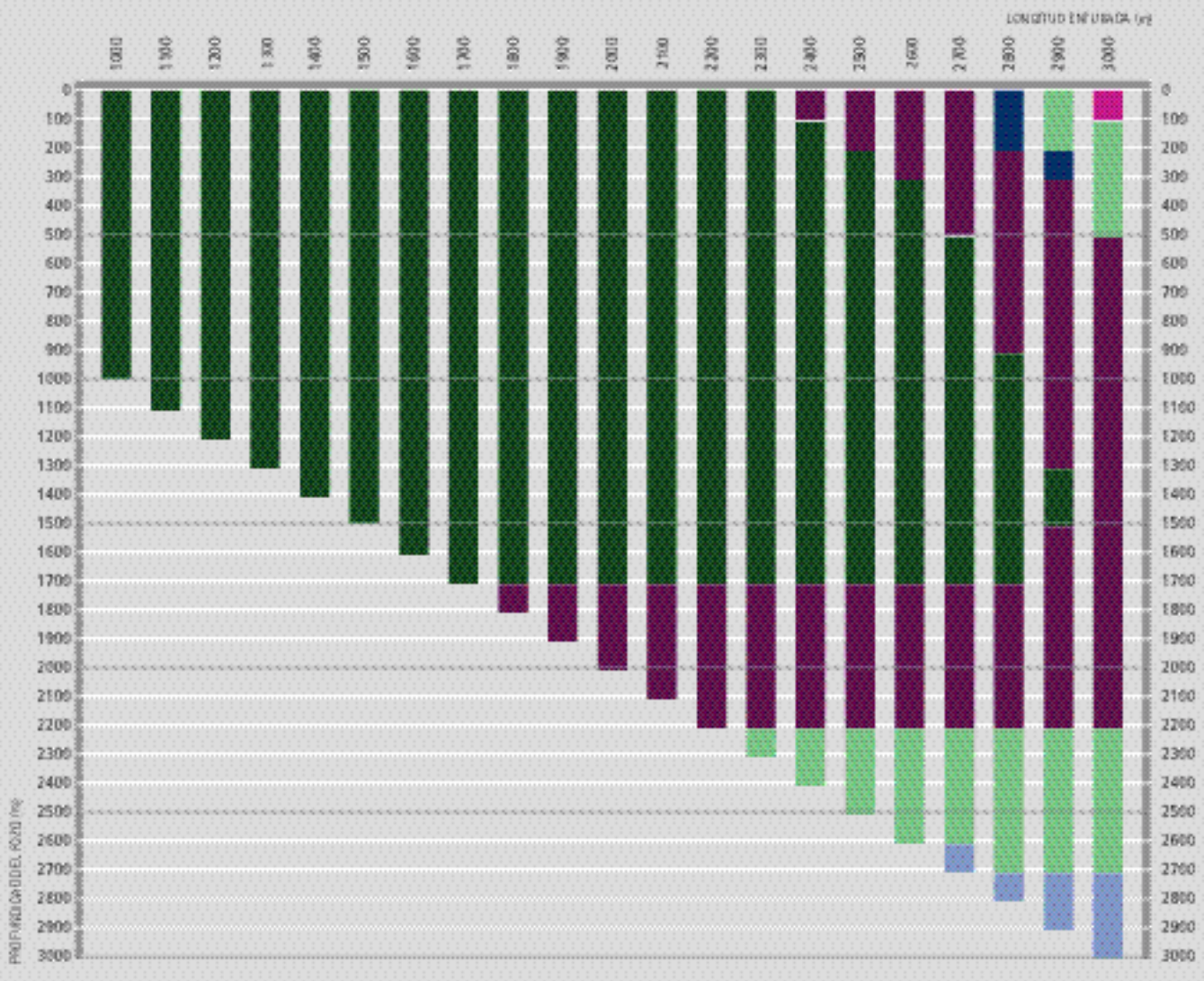


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 9,8 PPG (1174 GR/L)

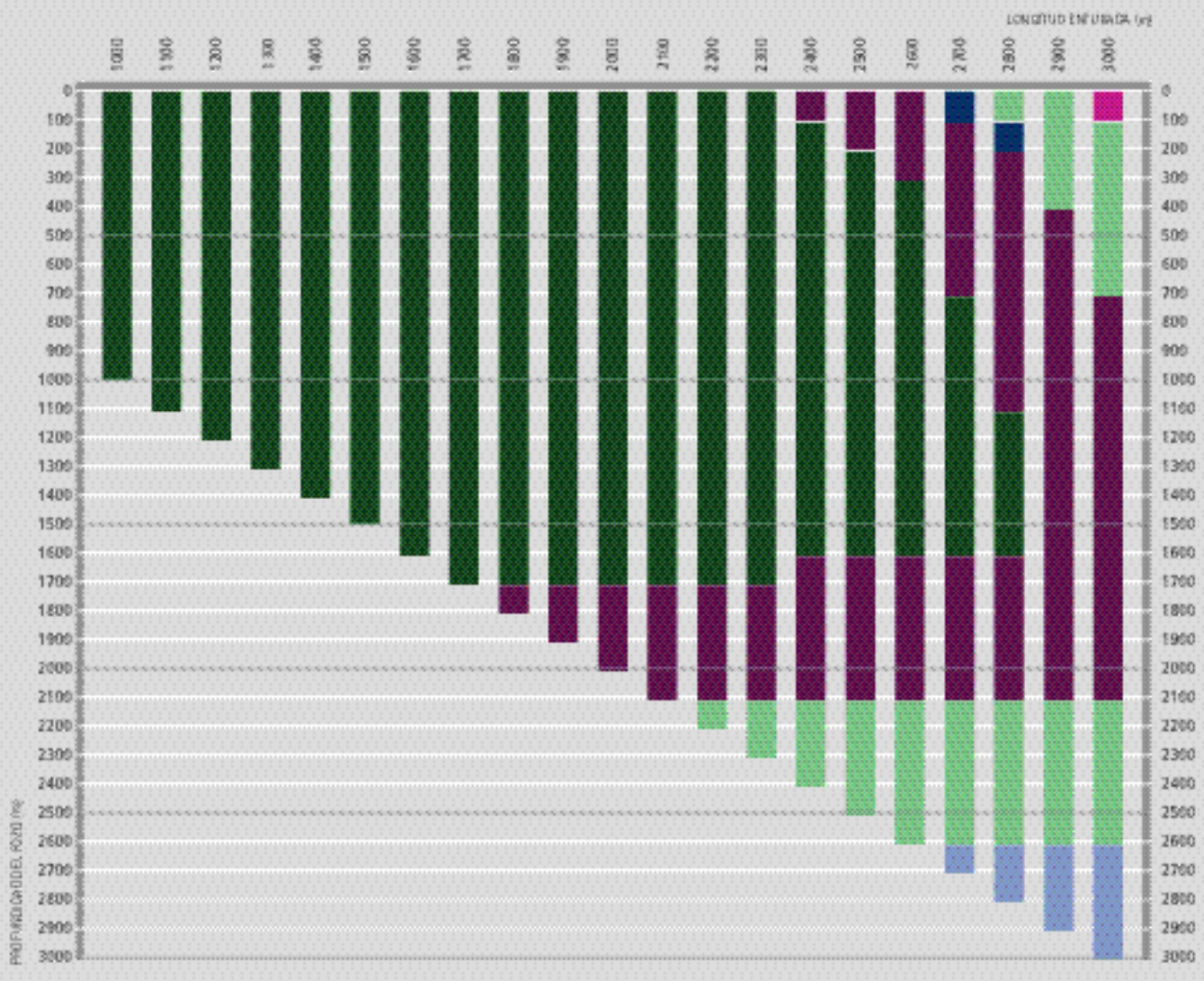


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 10,0 PPG (1200 GR/L)

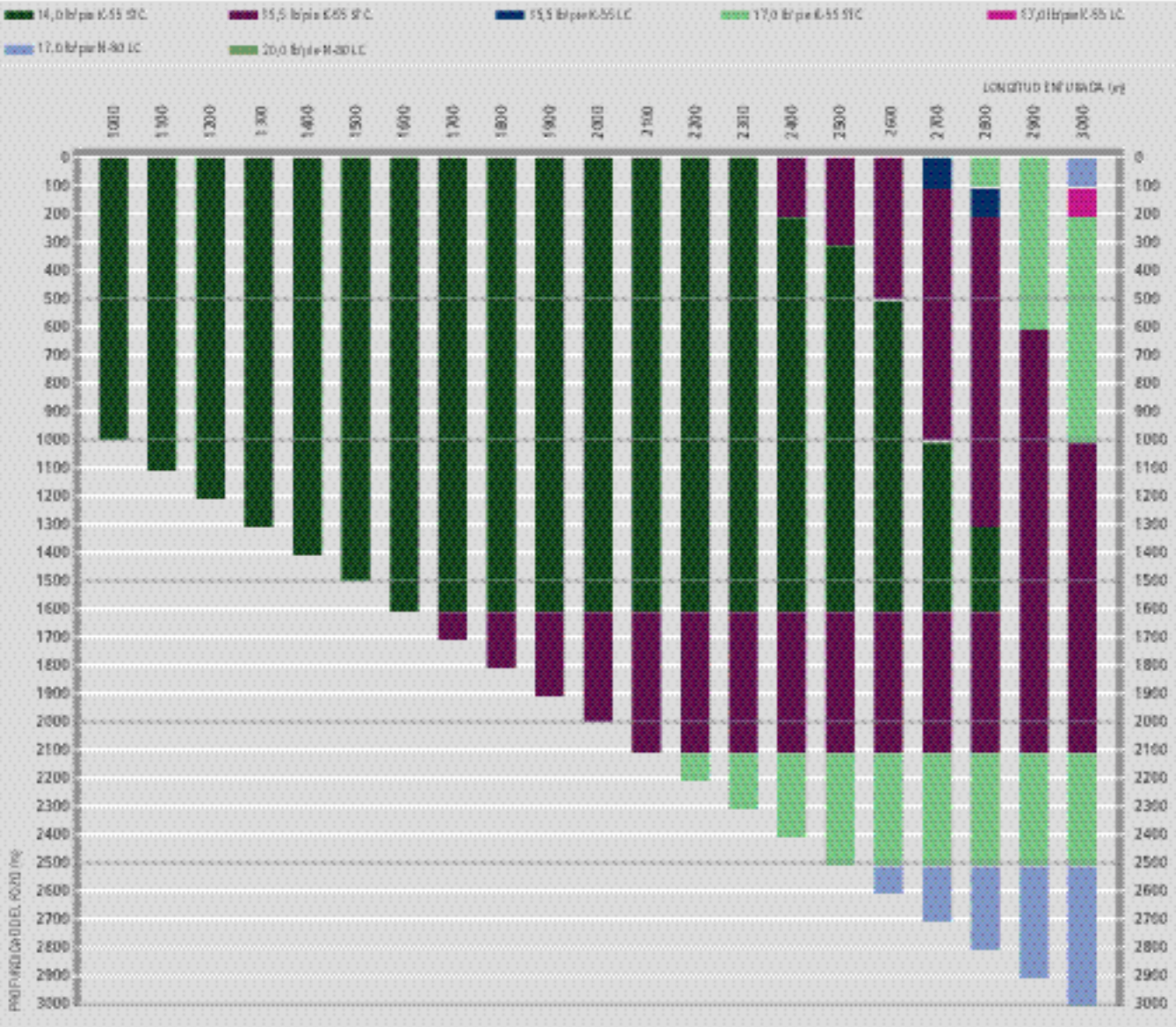


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 10,2 PPG (1222 GRL)

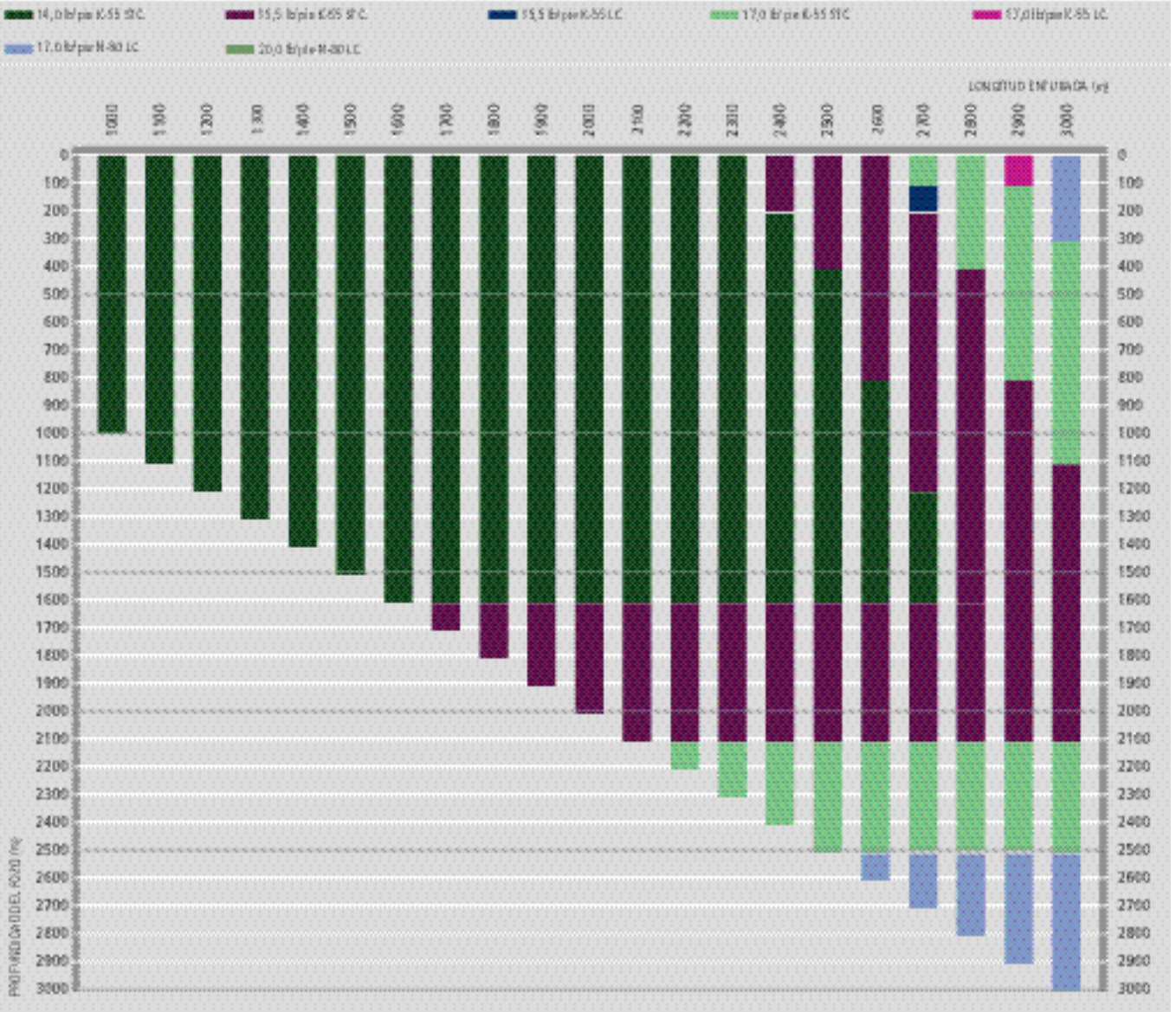


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 10,4 PPG (1246 GR/L)

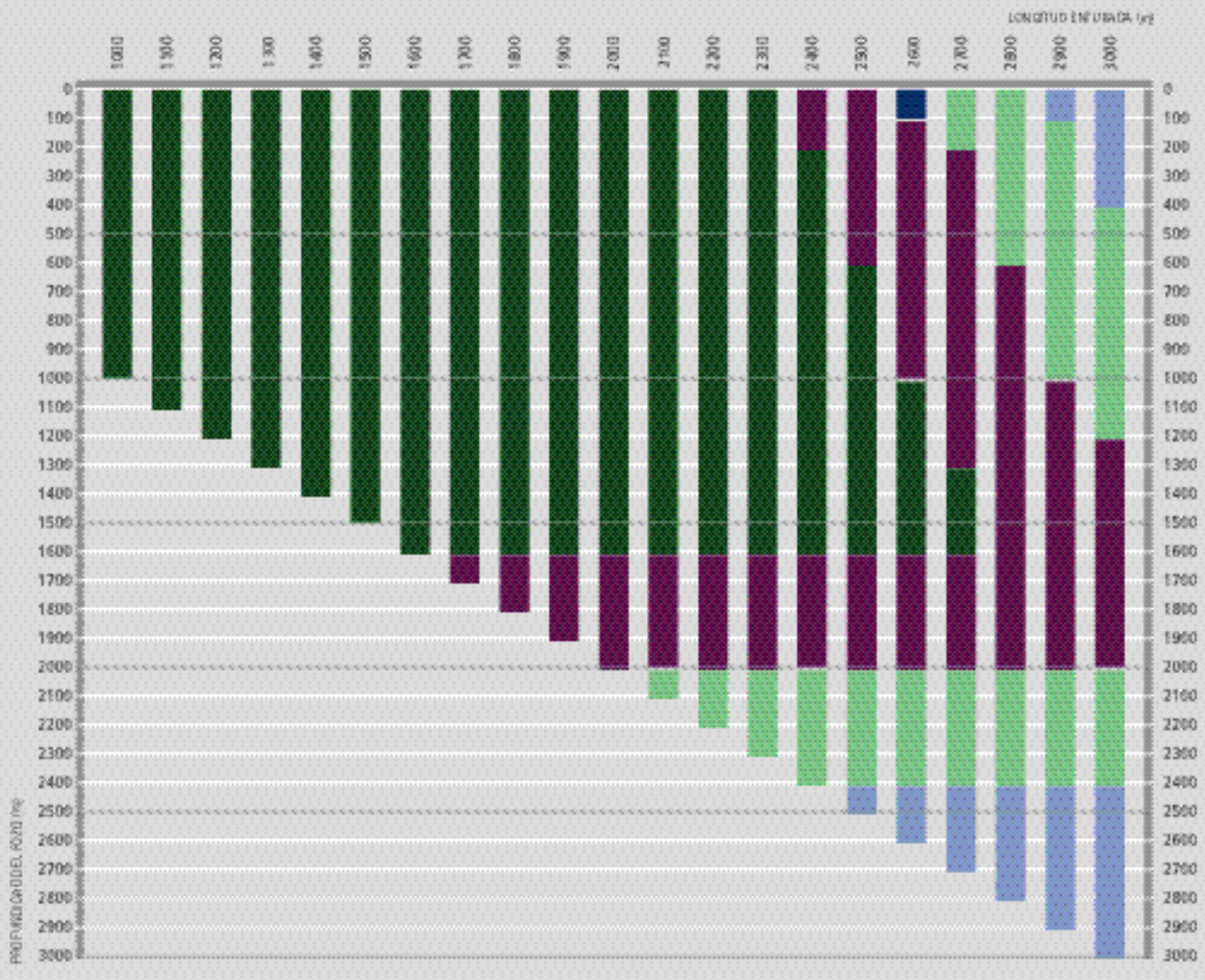


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 10,6 PPG (1270 GRL)

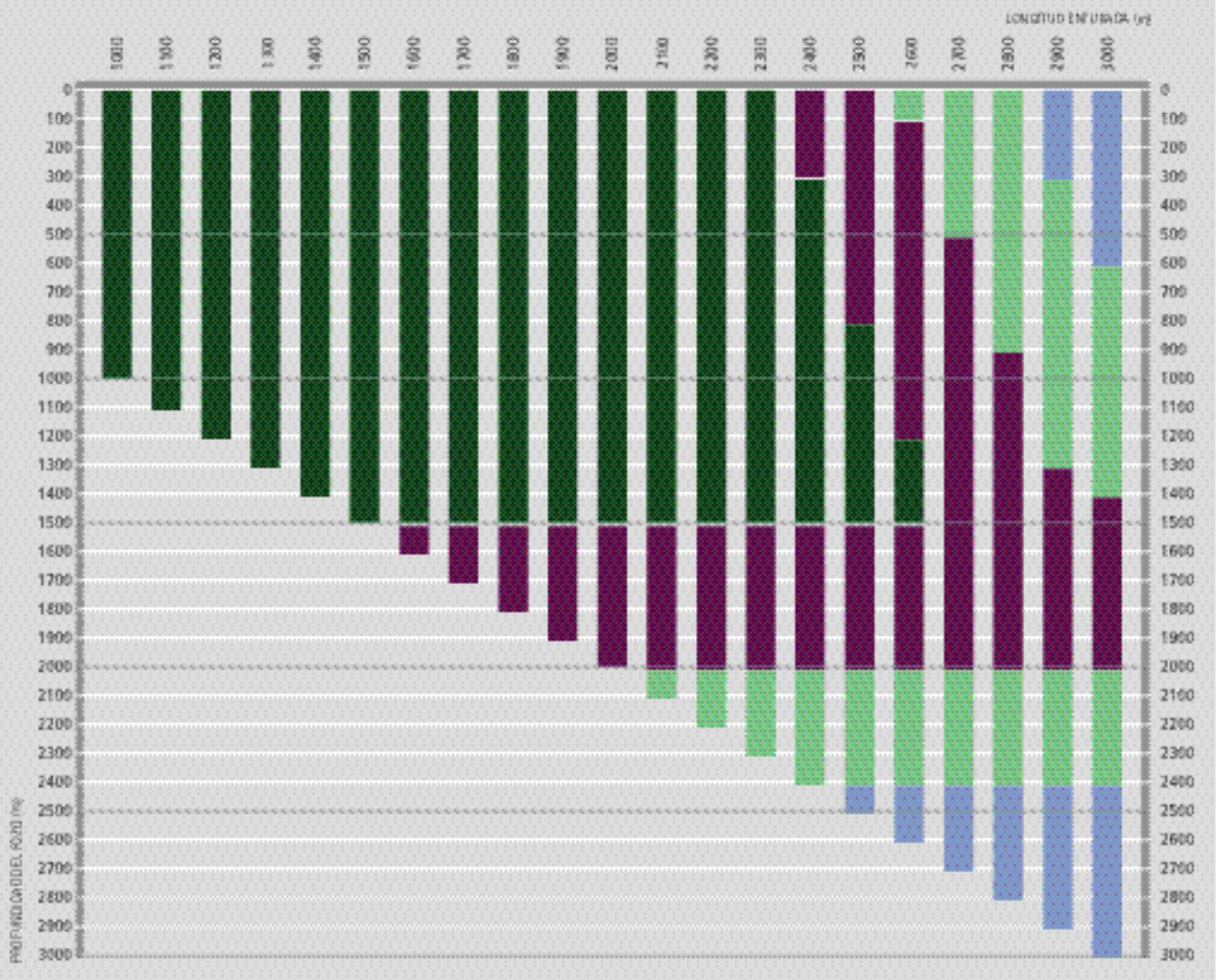


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 10,8 PPG (1294 GRL)

■ 14,0 lb/pie K-55 STC
 ■ 15,5 lb/pie K-65 STC
 ■ 15,5 lb/pie K-55 LC
 ■ 17,0 lb/pie K-55 STC
 ■ 17,0 lb/pie K-65 LC
■ 17,0 lb/pie H-80 LC
■ 20,0 lb/pie H-80 LC

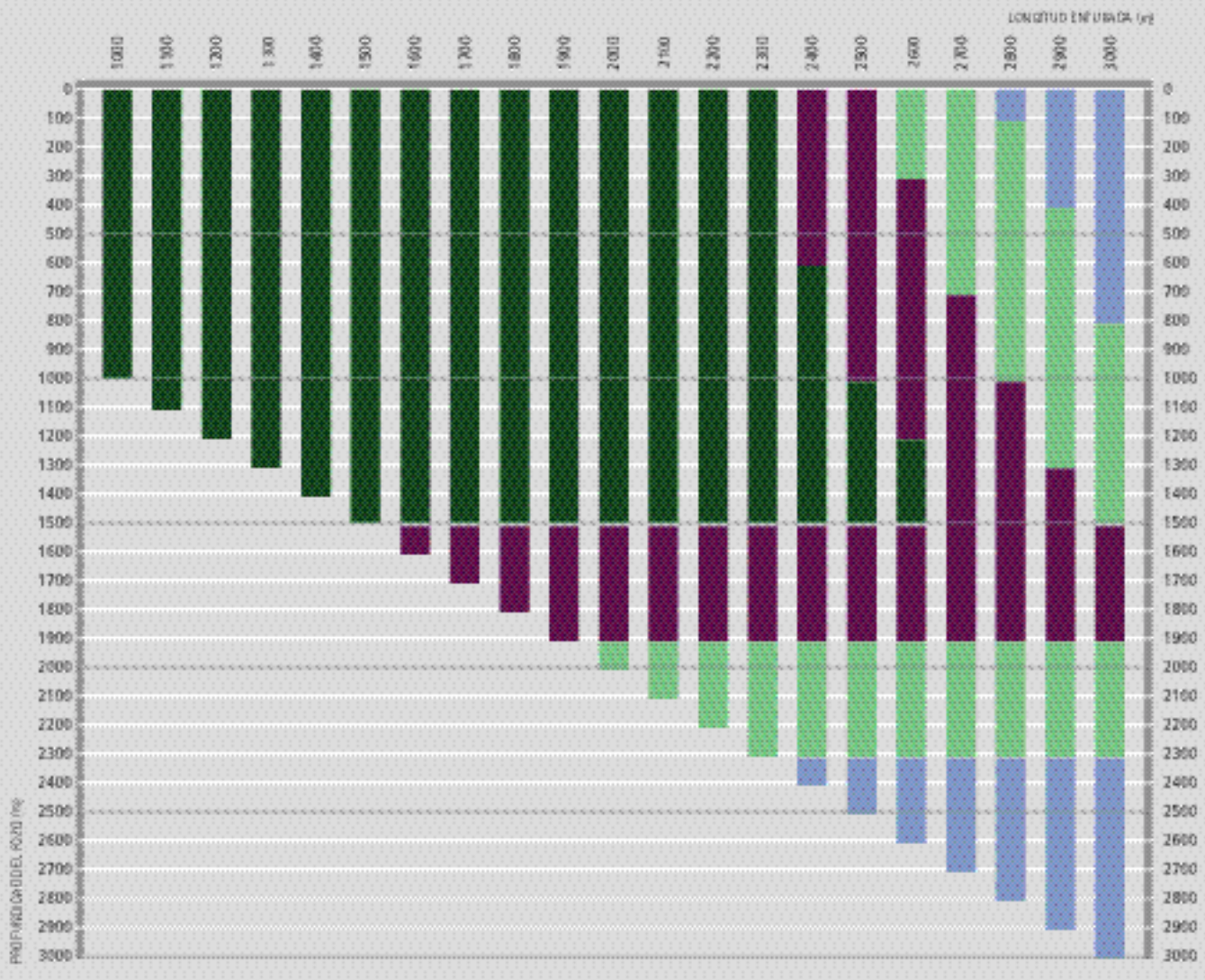


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
5 1/2" 11,0 PPG (1318 GRL)

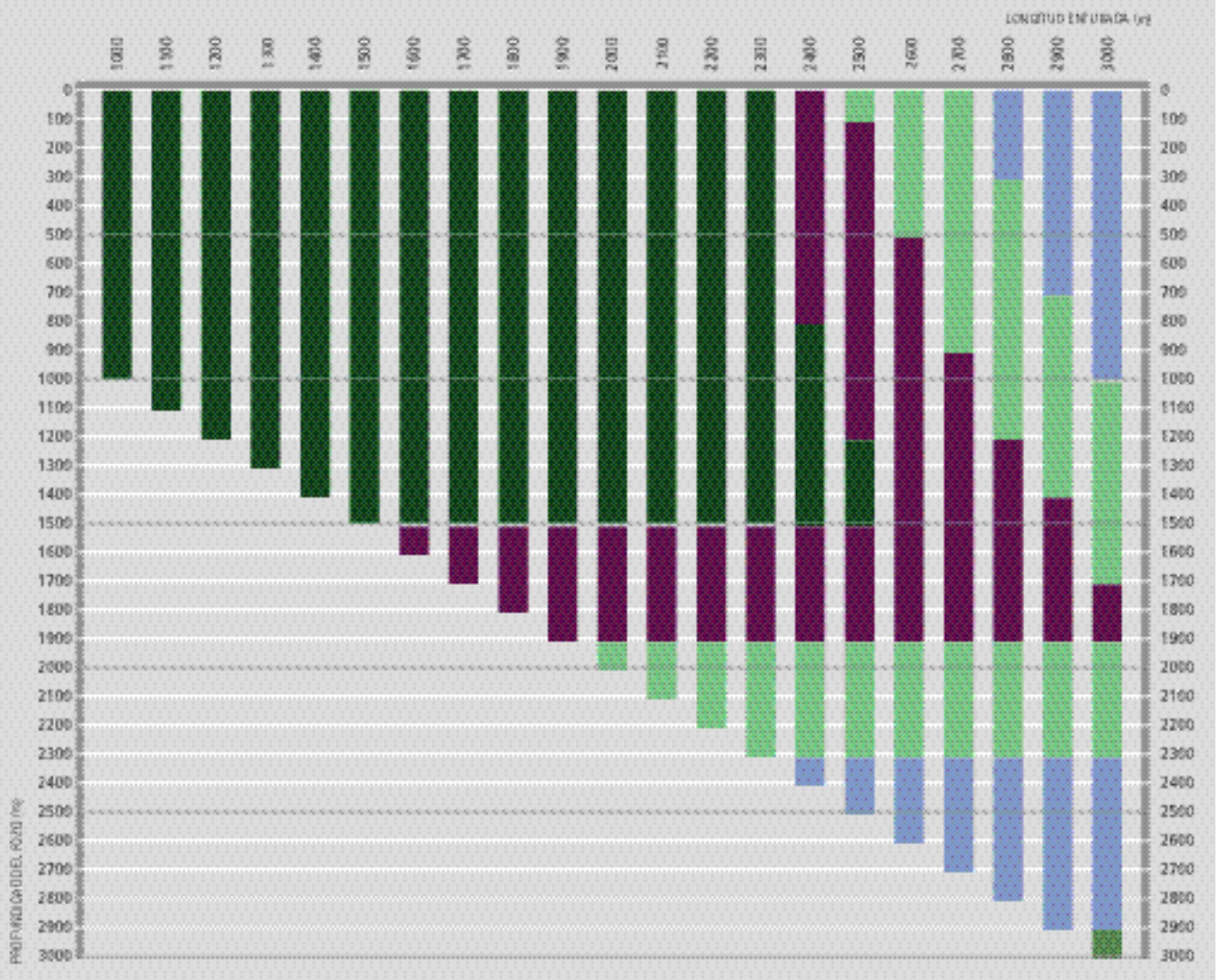


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 8,6 PPG (1030 GRL)

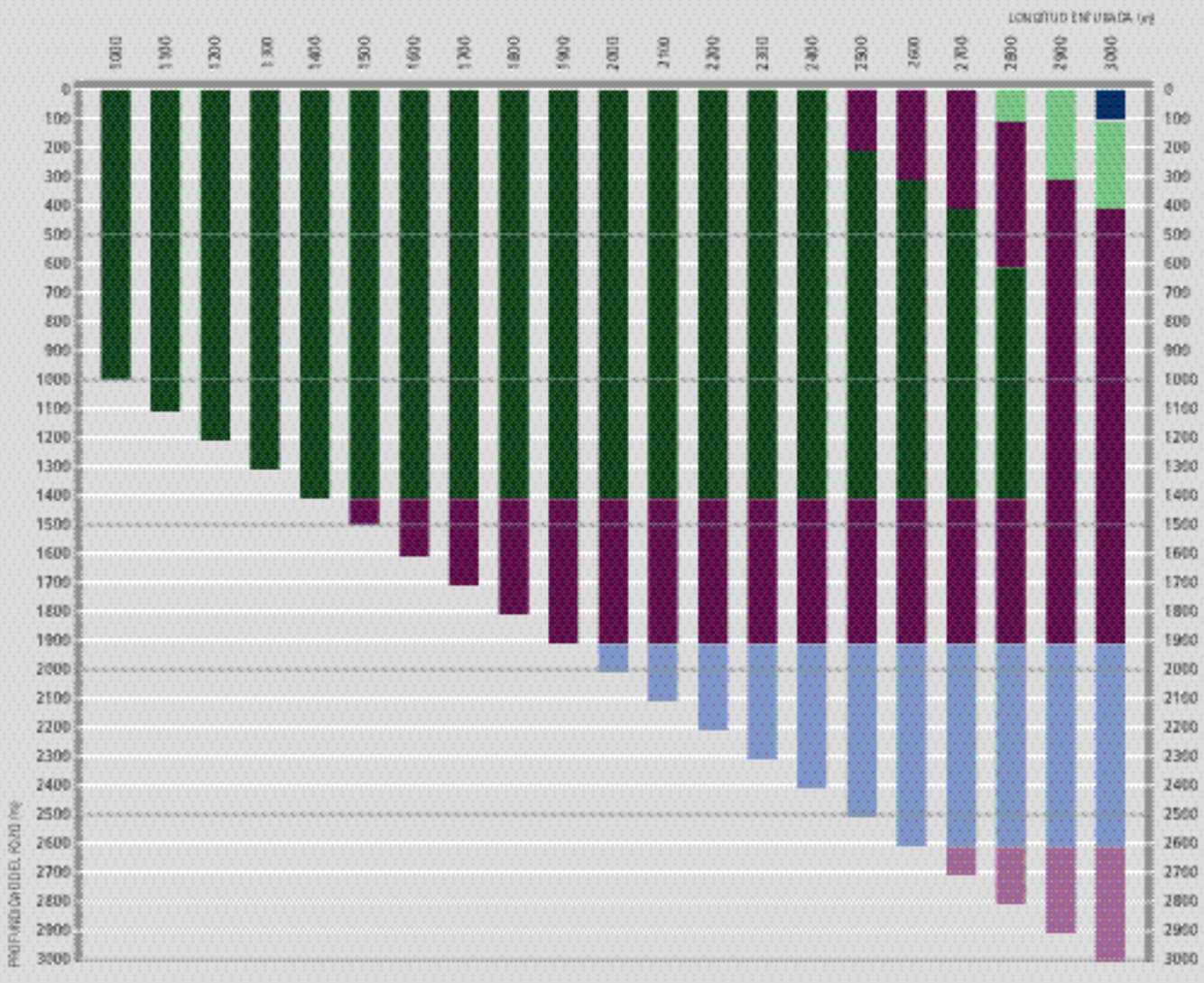


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 8,8 PPG (1054 GRL)

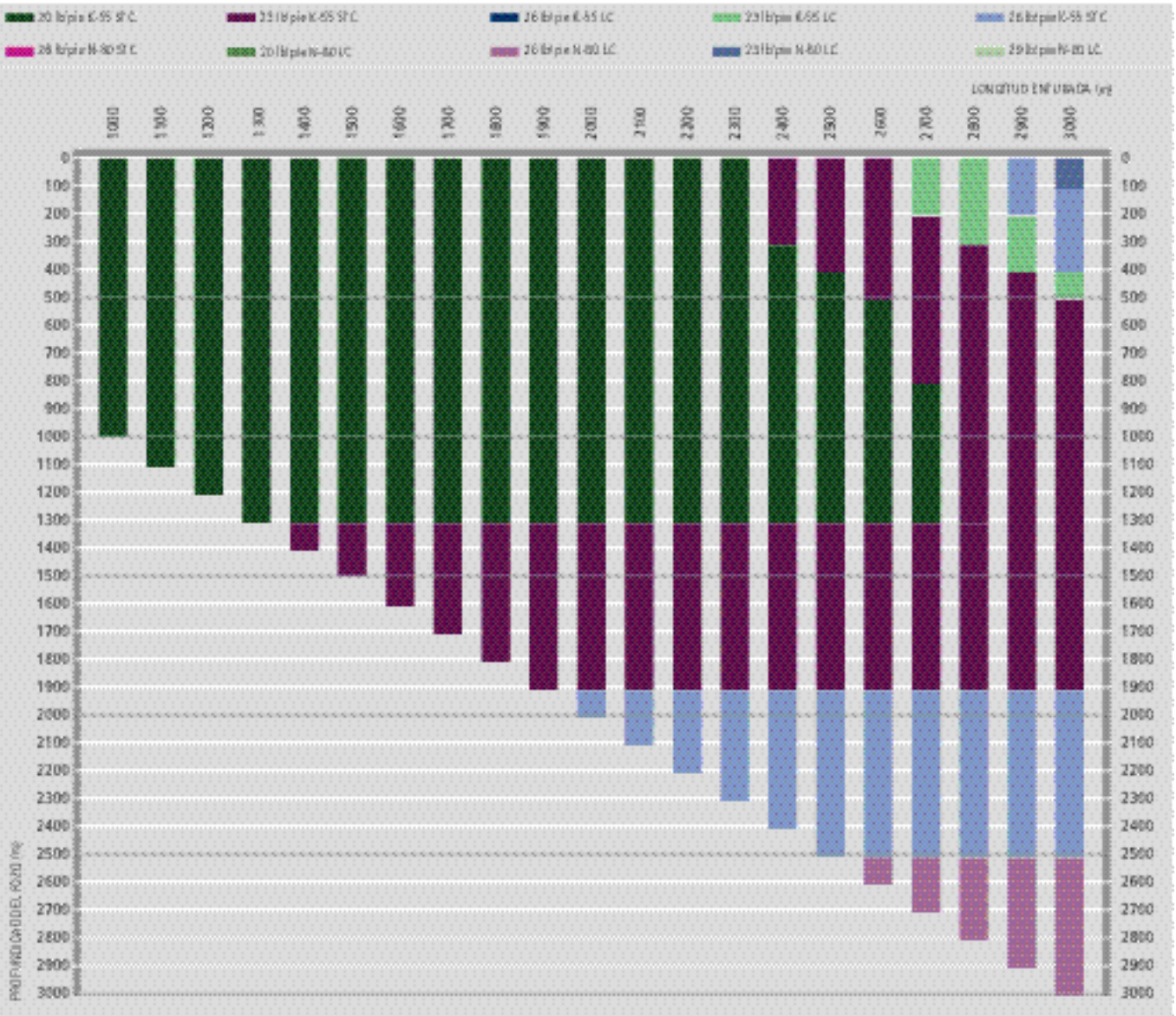


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 9 PPG (1078 GRL)

- 20 lb/pie K-95 STC
- 25 lb/pie K-95 STC
- 26 lb/pie K-95 LC
- 23 lb/pie K-95 LC
- 26 lb/pie K-95 STC
- 28 lb/pie N-80 STC
- 20 lb/pie N-80 LC
- 26 lb/pie N-80 LC
- 23 lb/pie N-80 LC
- 29 lb/pie N-80 LC

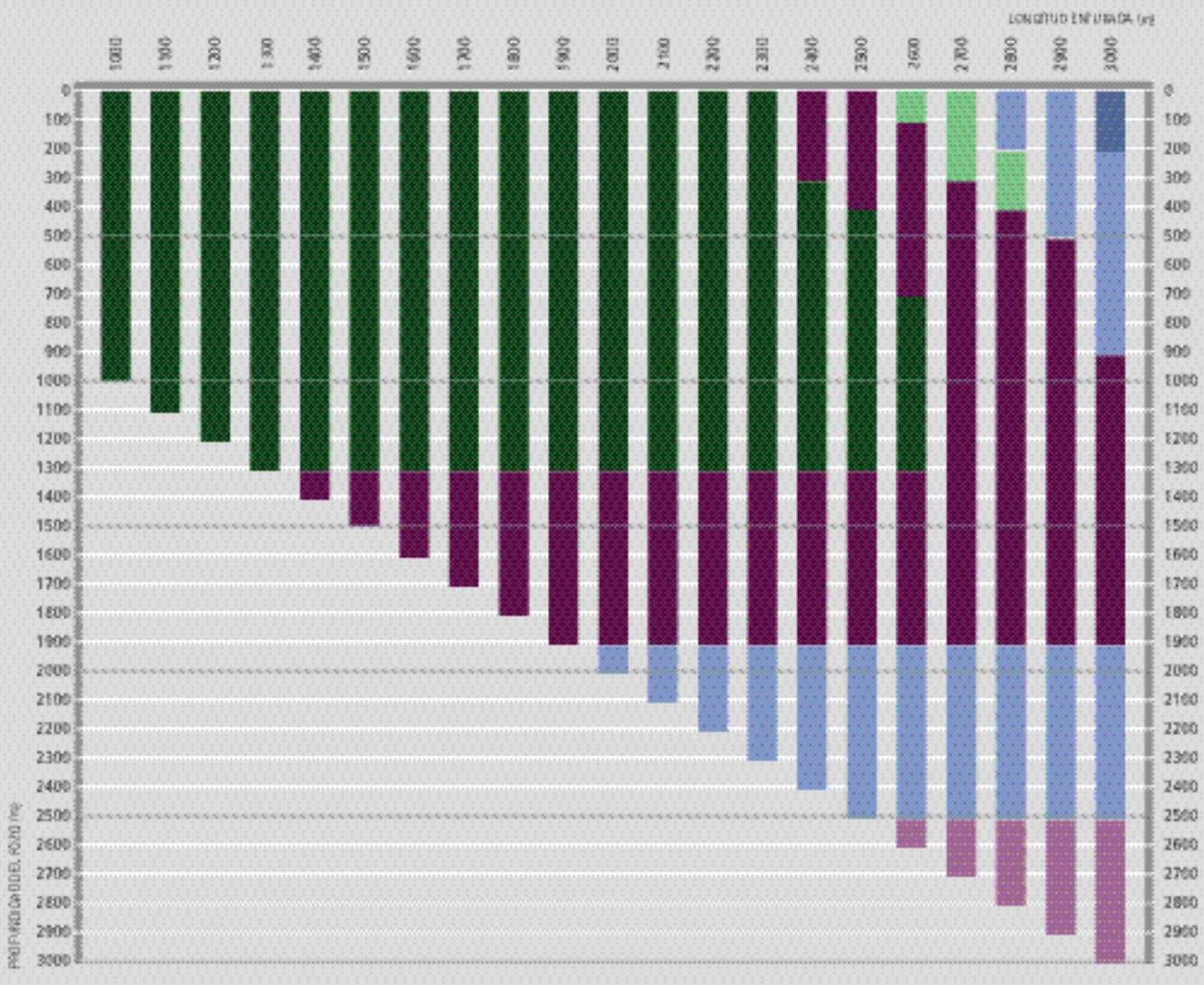


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 9,2 PPG (1100 GRL)

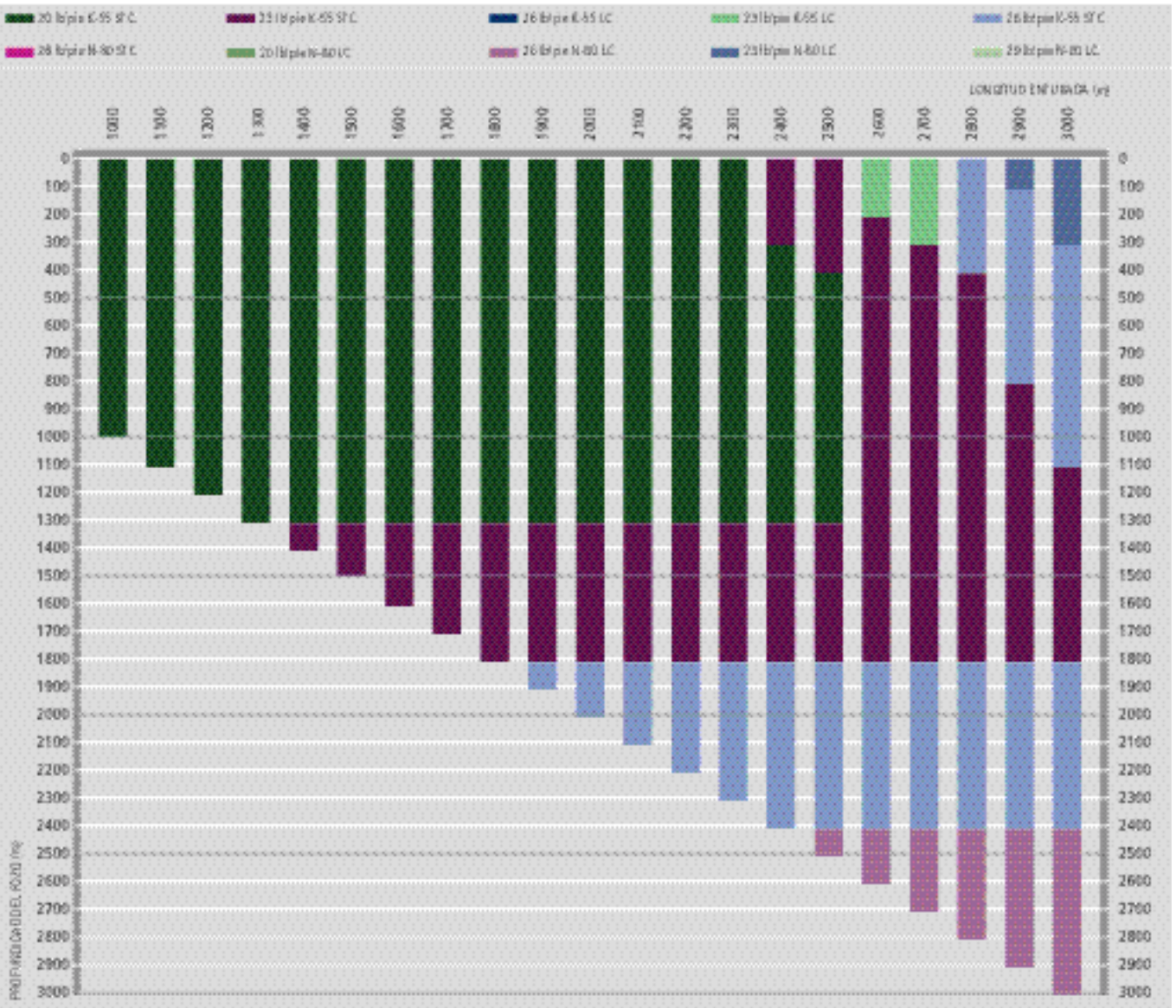


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 9,4 PPG (1126 GRL)

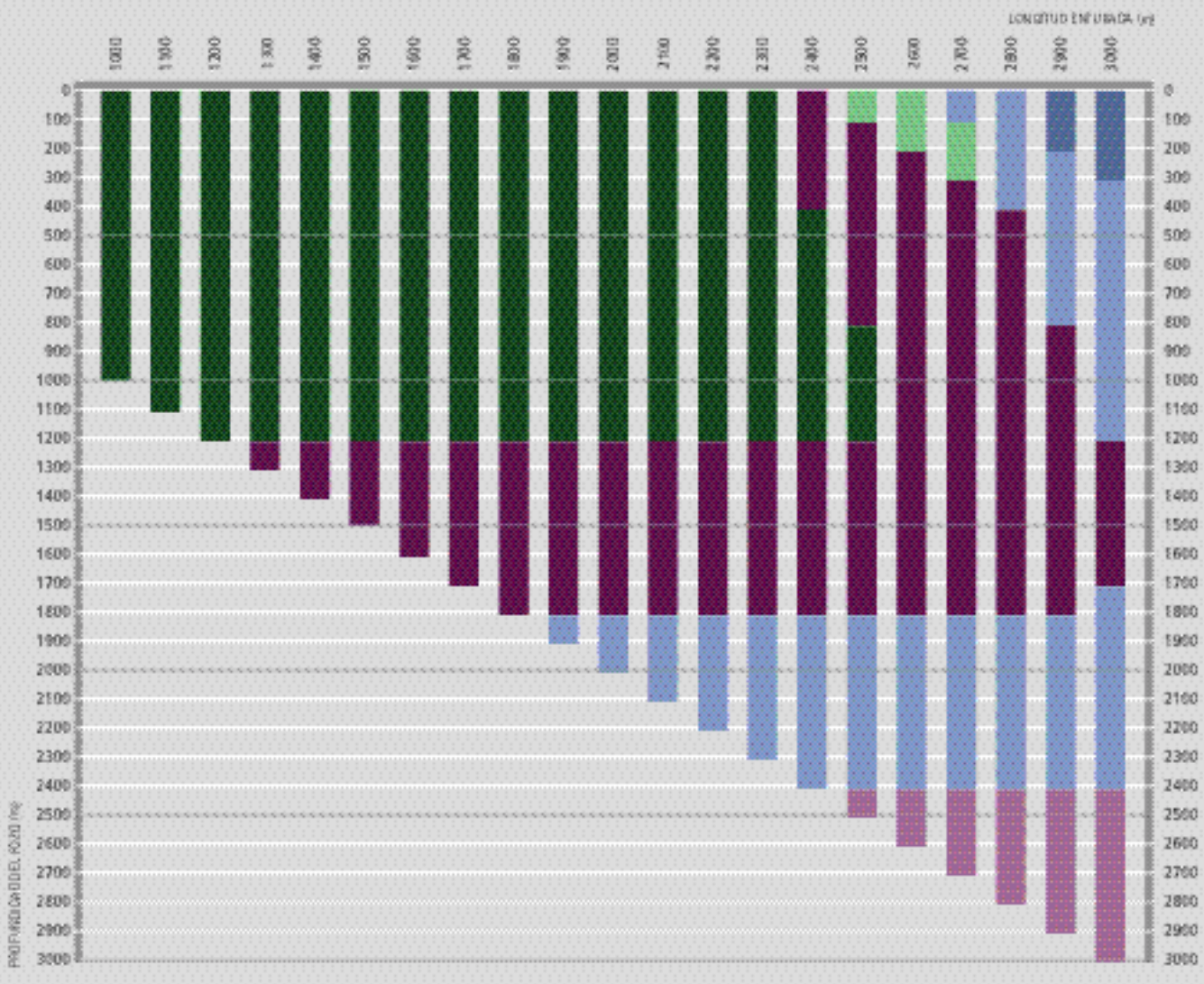


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 9,6 PPG (1150 GRL)

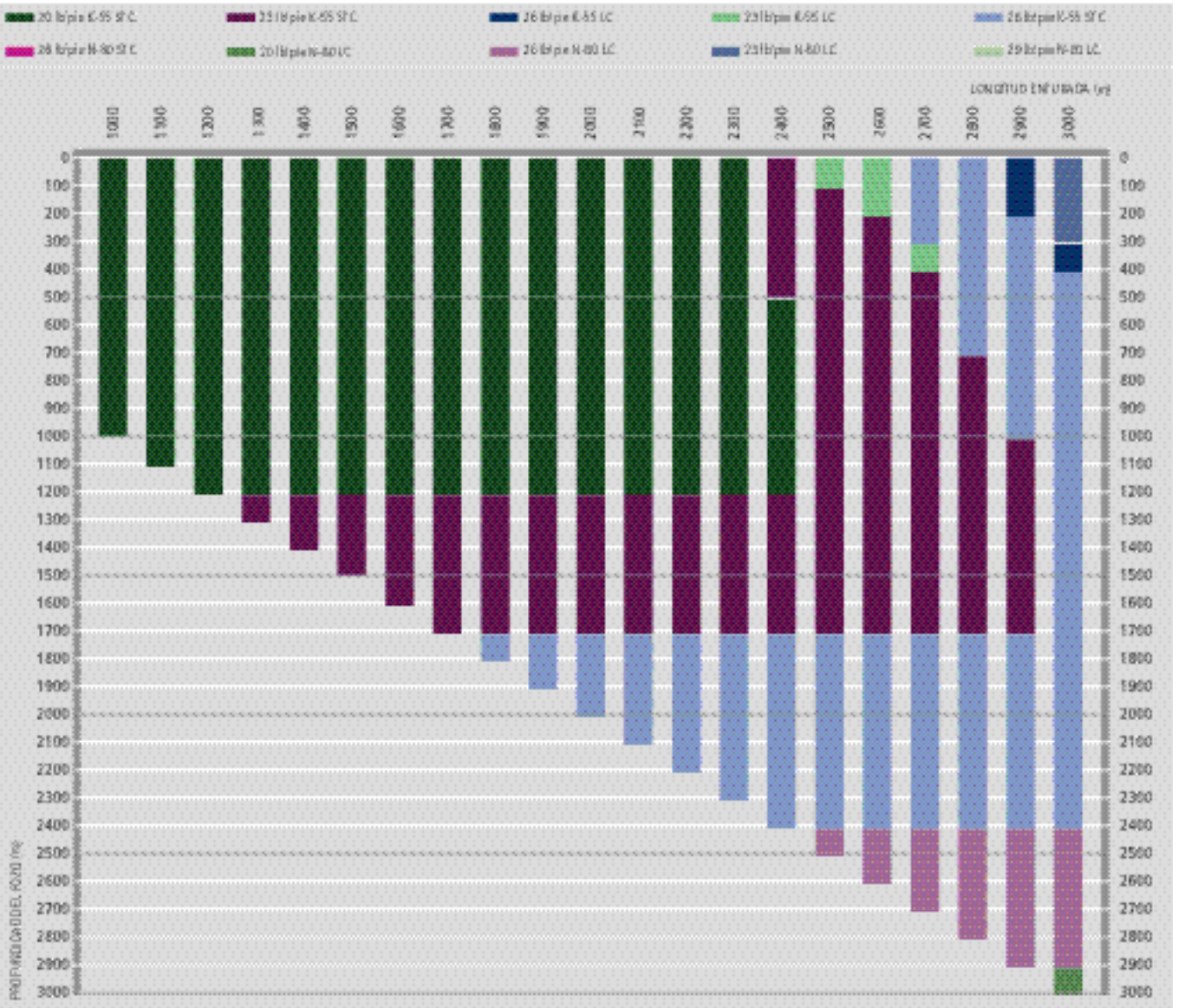


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 9,8 PPG (1174 GRL)

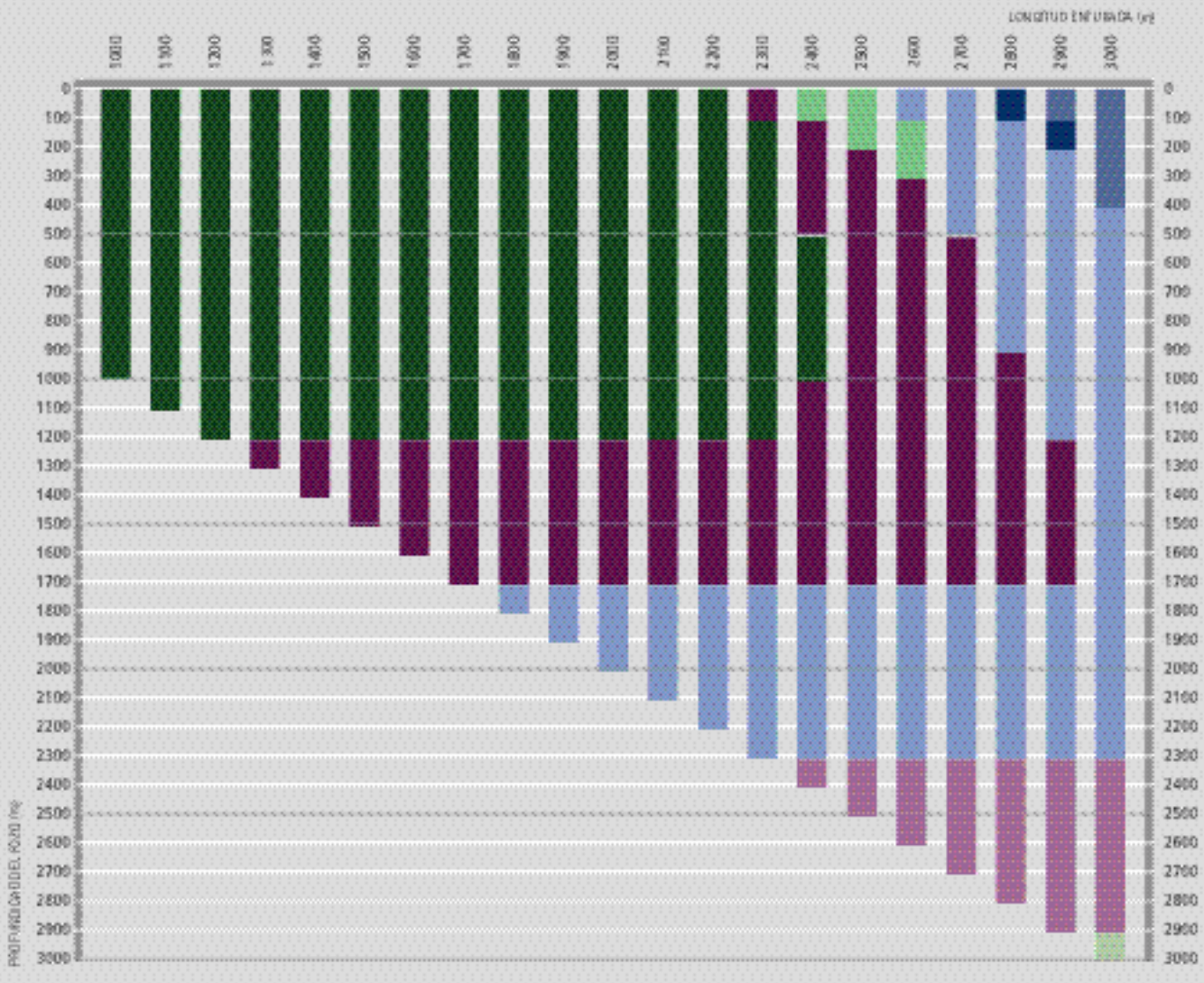


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 10,0 PPG (1200 GRL)

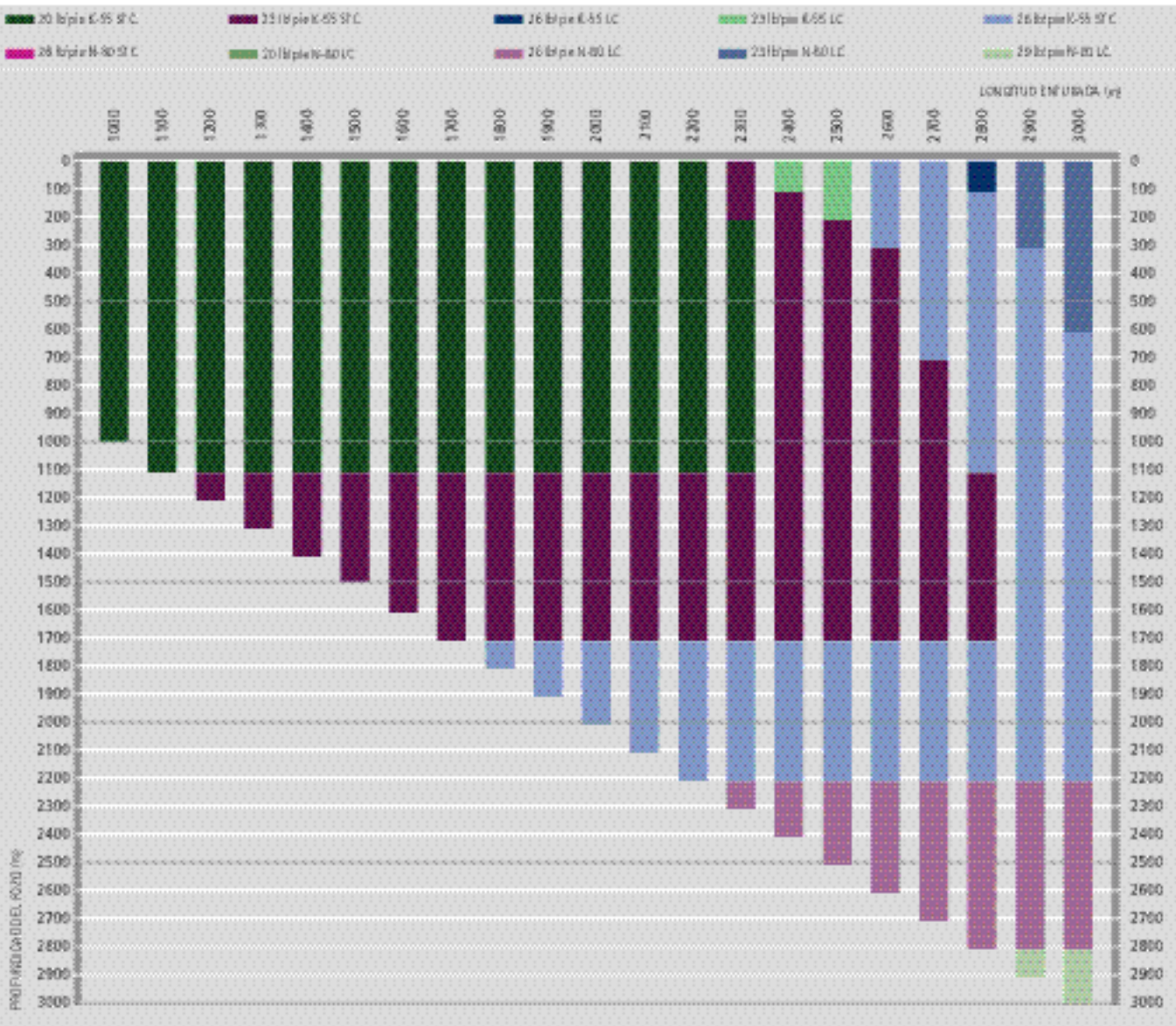


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 10,2 PPG (1222 GRL)

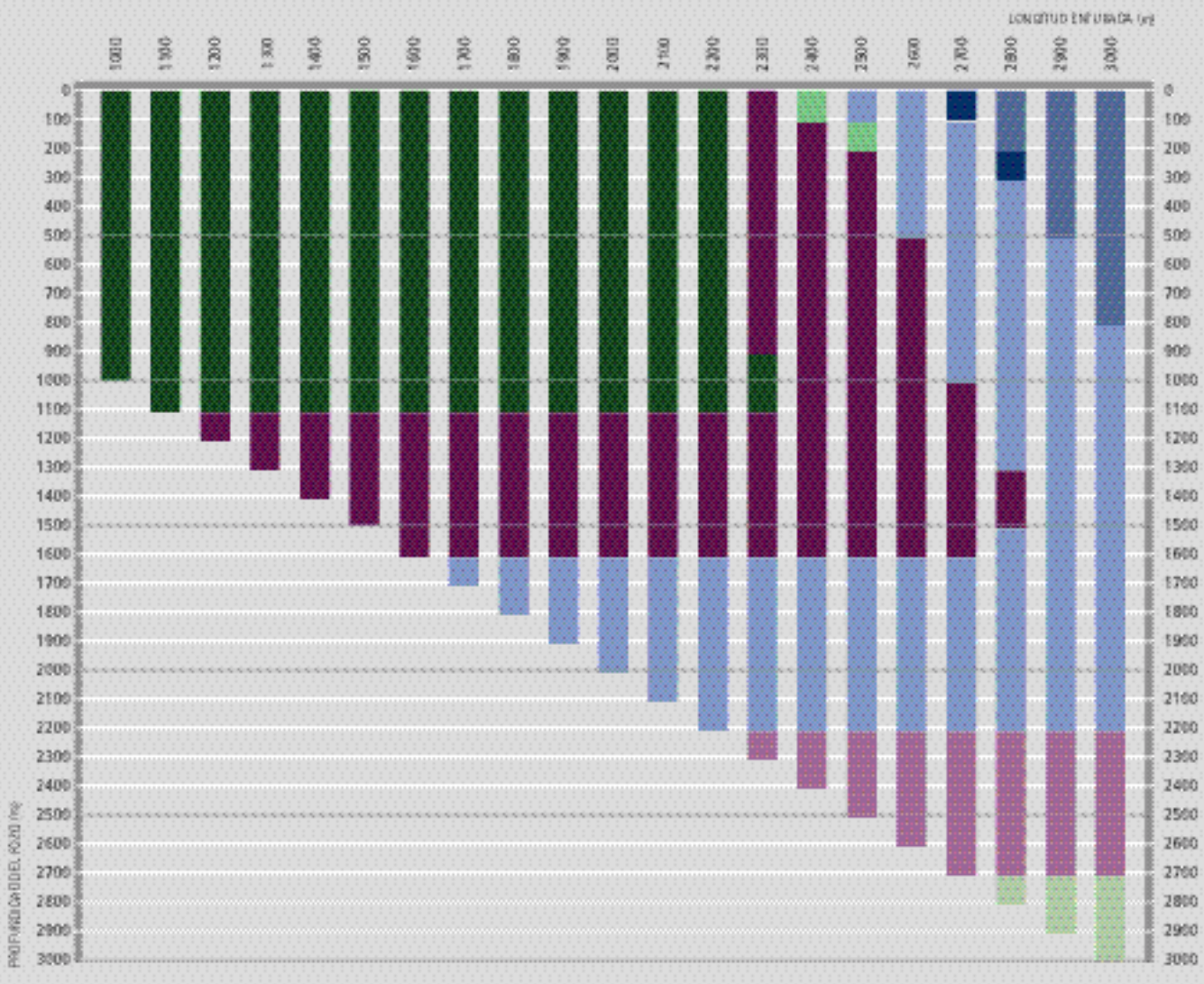


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 10,4 PPG (1246 GRL)

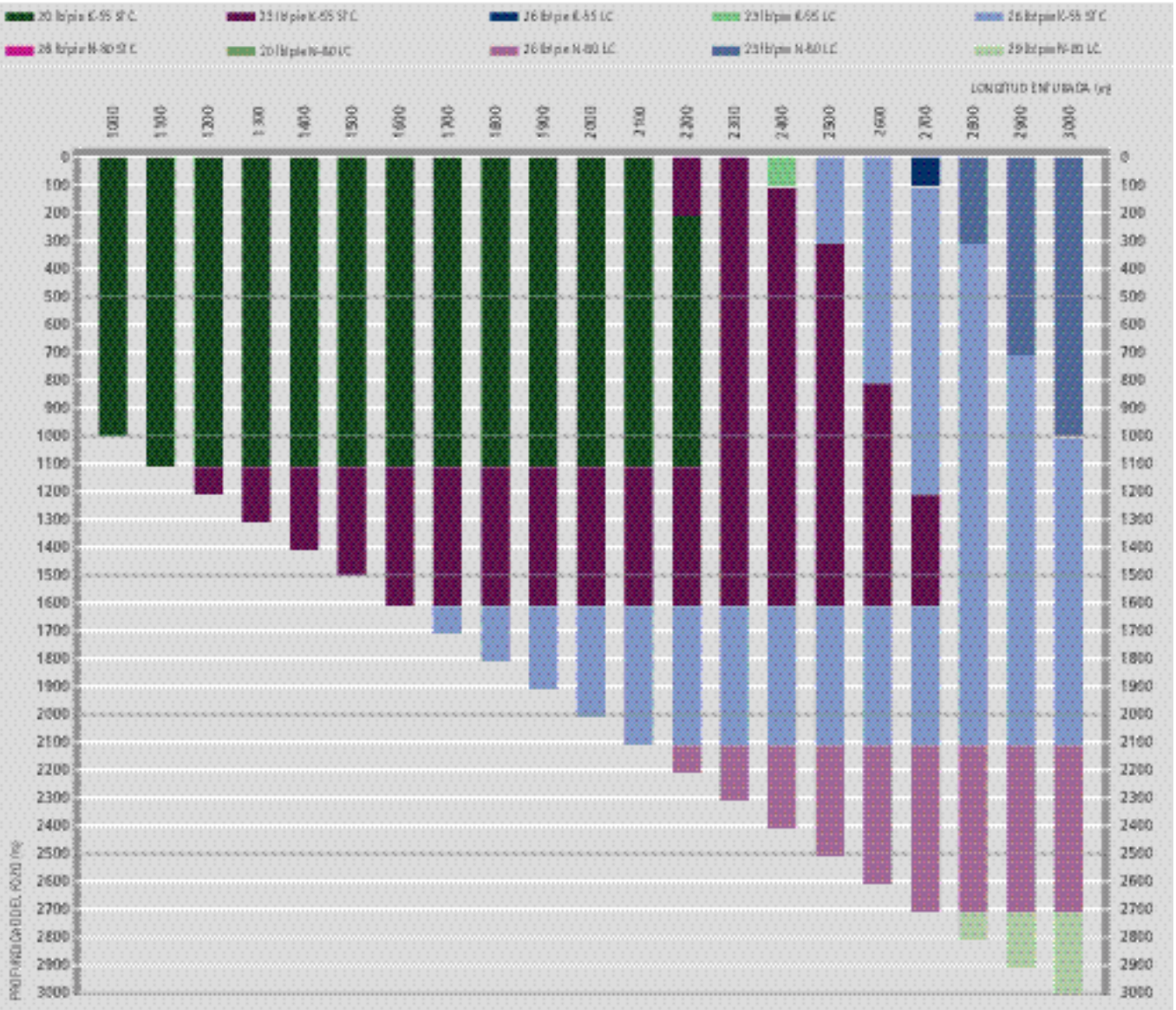


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 30,6 PPG (1270 GRL)

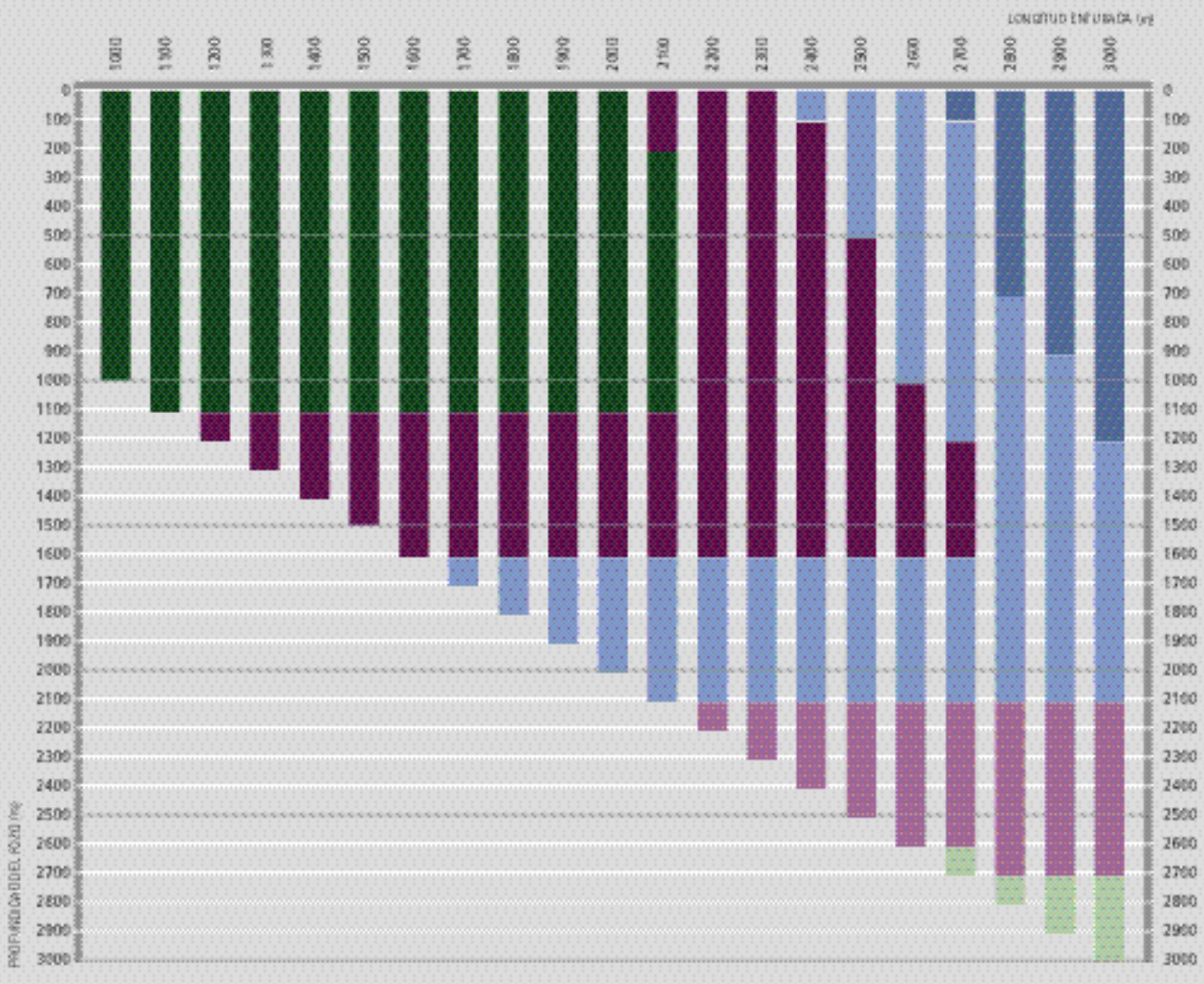


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 10,8 PPG (1294 GR/L)

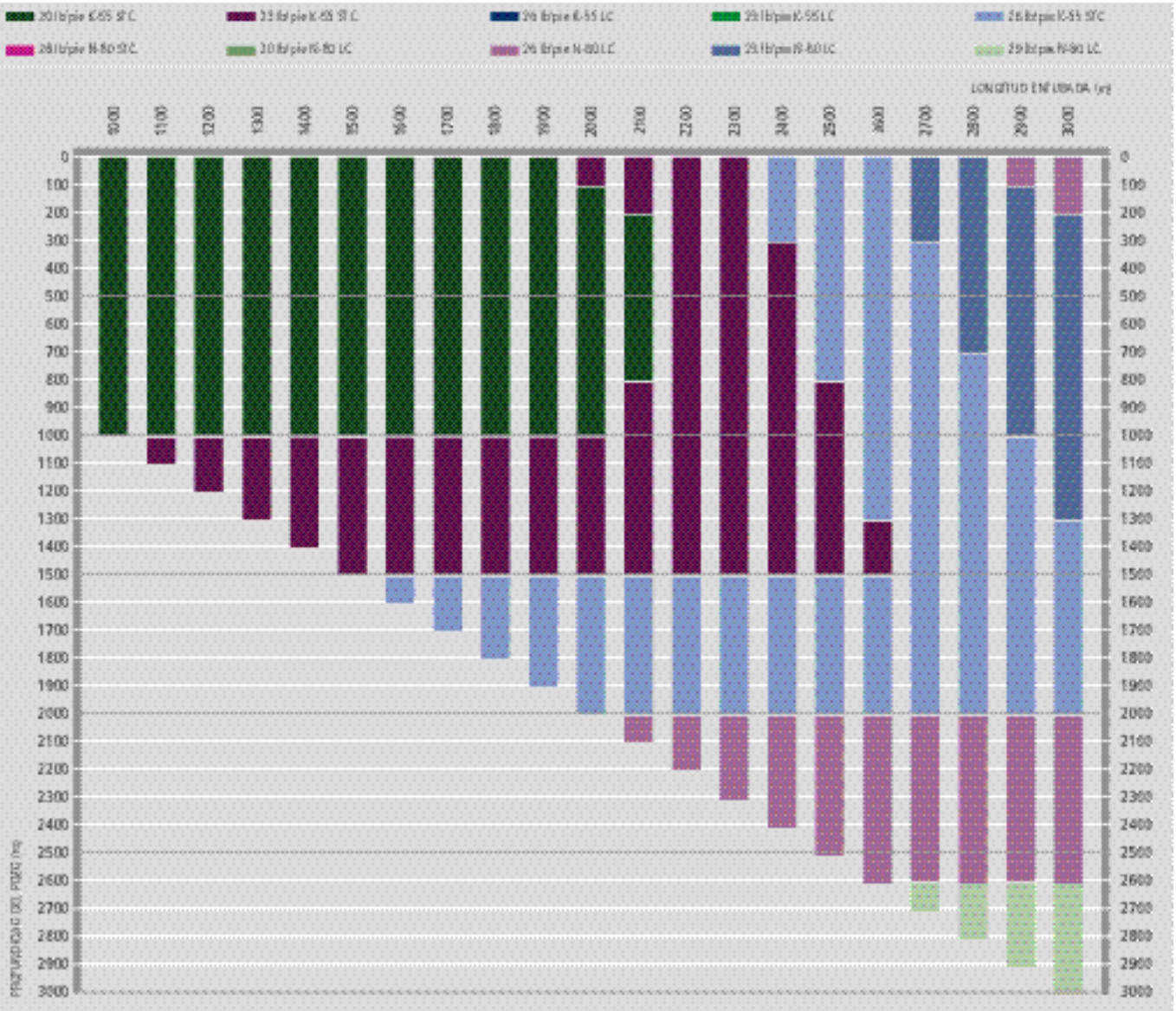


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS
7" 11 PPG (1318 GRL)

- 20 lb pie K-65 STC
- 25 lb pie K-65 STC
- 26 lb pie K-55 LC
- 28 lb pie K-65 LC
- 26 lb pie K-55 STC
- 28 lb pie N-80 STC
- 20 lb pie N-80 LC
- 26 lb pie N-80 LC
- 28 lb pie N-80 LC
- 29 lb pie N-90 LC

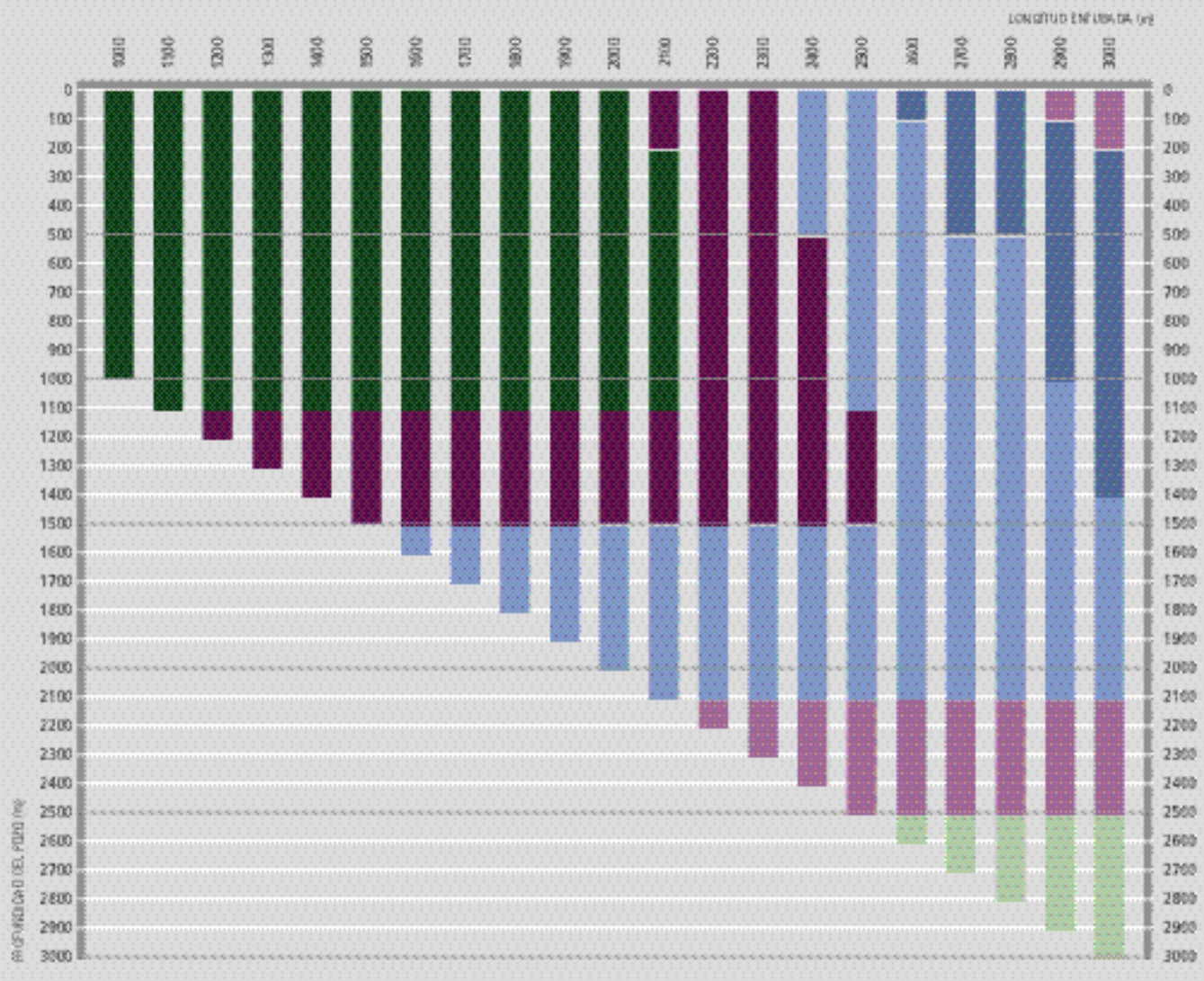
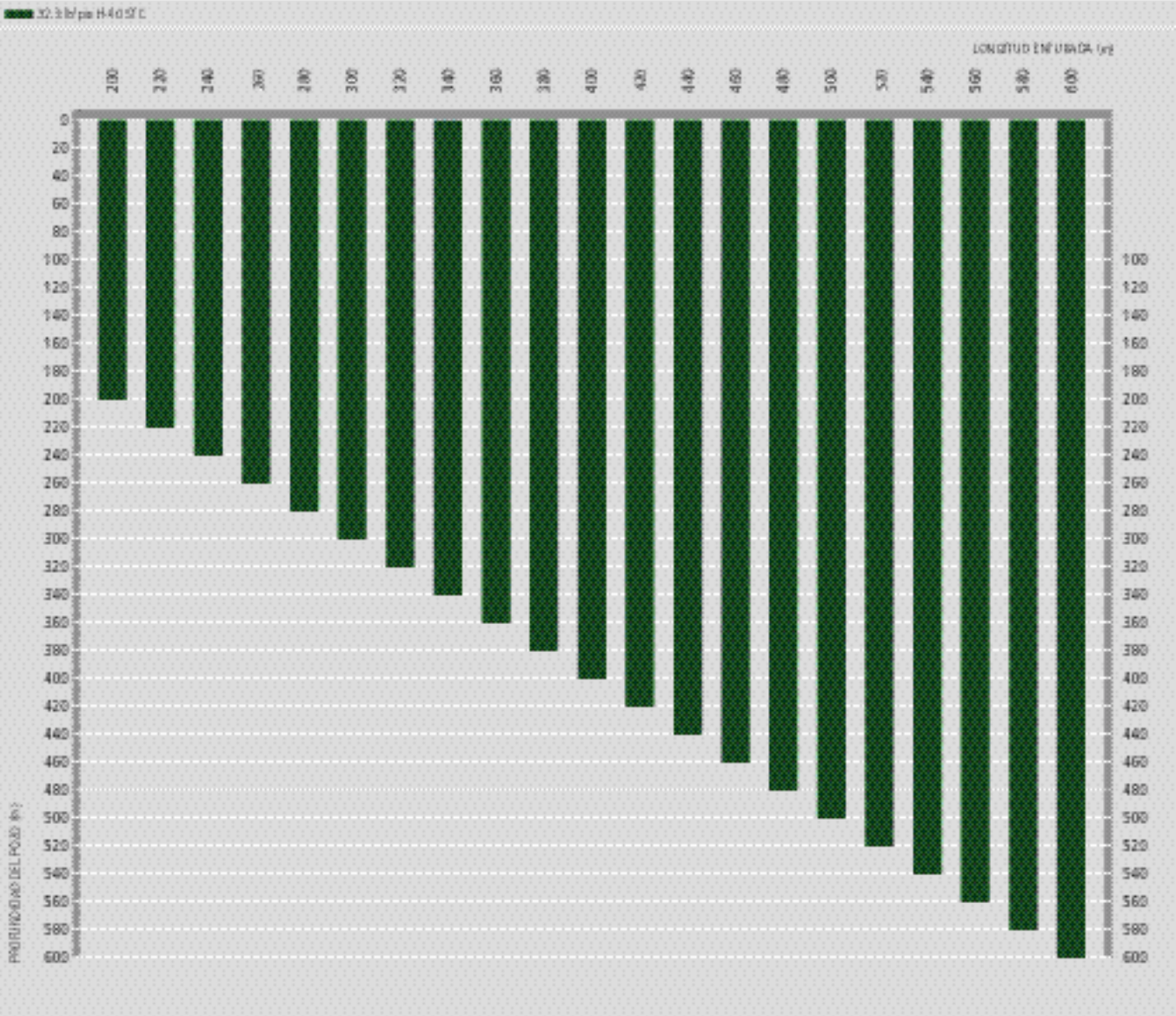


GRAFICO DE SELECCION DE TUBERIAS DE SUPERFICIE
 9.625" DESDE 8,4 HASTA 11 PPG (1030 - 1318 GRM)



Tenaris y sus compañías miembro han elaborado el presente folleto para fines informativos generales. Tenaris no asume ninguna responsabilidad ni obligación por pérdidas, daños o lesiones emergentes del uso de la información y los datos contenidos en este folleto. Las garantías, indemnizaciones y cualquier otra obligación resultará sólo de los contactos de licencia o venta respectivos, según corresponda. Favor contactar a un representante de Tenaris para información más detallada.



DIVISIÓN PETRÓLEO Y GAS

Rubén Fidalgo
(011) 4018 2582 tel
(011) 4313 9280 fax
rfidalgo@siderca.com

ASISTENCIA TÉCNICA

Daniel Ghidina
(03489) 43 3466 tel
(03489) 43 3802 fax
dghidina@siderca.com

CENTROS DE SERVICIO REGIONALES

Comodoro Rivadavia

Las Heras
Río Gallegos
Guillermo Mackey
(0297) 448 0187 tel
(0297) 448 3750 fax
gmackey@siderca.com

Neuquén

Desfiladero Bayo
Barrancas
Juan Maldonado
(0299) 441 3400 tel
(0299) 441 3400 fax
jmaldonado@siderca.com