

Consideraciones para la Selección y Diseño de Sistemas de levantamiento Artificial (SLA) basados en el límite Mecánico.

Ing. Clemente Marcelo Hirschfeldt – OilProduction Consulting
31 de julio de 2020

Desafíos para los Sistemas de Levantamiento Artificial
Artificial Lift Systems Challenges

www.ArtificialLift.org

Acerca del Expositor



- ▶ Clemente Marcelo Hirschfeldt, es Ingeniero en Petróleo con 30 años de experiencia en actividades relacionadas a Operaciones e Ingeniería de Producción, en Argentina y países de Latino América, así como en la Consultoría y Entrenamiento para la Optimización de Producción y Gerenciamiento de activos de producción.
- ▶ Durante 18 años formó parte de equipos de trabajo de empresas Operadoras como Astra CAPSA, Ajax Corp, CAPSA-CAPEX y Pan American Energy, entre otras.
- ▶ En el año 2000 creó OilProduction.net y en 2008 fundó Oil Production Consulting
- ▶ Docente de la carrera de Ingeniería en Petróleo en la UNPSJB, Argentina
- ▶ Forma parte del comité Técnico de las SPE Artificial Lift Conference 2020
- ▶ y se desempeña como Latin American Champion de la SPE Artificial Lift & Dewatering Technical Section.

- ▶ INTRODUCCIÓN AL CONTEXTO DE LOS DESAFÍOS DE LOS SLA
- ▶ EL LÍMITE MECÁNICO DE LOS SLA
- ▶ SISTEMA DE BOMBEO MECÁNICO
- ▶ SISTEMA DE BOMBEO POR CAVIDADES PROGRESIVAS (**PCP**)
- ▶ SISTEMA DE BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE (**ESP**)
- ▶ MACHINE LEARNING
- ▶ CONCLUSIONES
- ▶ ANEXO “ Gestión de Sistemas de Levantamiento Artificial”

CONTEXTO



OBJETIVOS FUNDAMENTALES



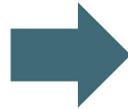
FACTORES HUMANOS

CONDICIONES AMBIENTALES



CONDICIONES DE FONDO

- ✓ Diseño
- ✓ Selección
- ✓ Adquisición
- ✓ Operación
- ✓ Mantenimiento



- ✓ **Contar con personal** con experiencia, tanto para el diseño, selección como para el Seguimiento y Optimización.
- ✓ **Entendimiento** de los principios de funcionamiento de los SLA y sus límites mecánicos, y fundamentos de Ingeniería
- ✓ **Como organización**, contar con una estrategia de gestión de SLA

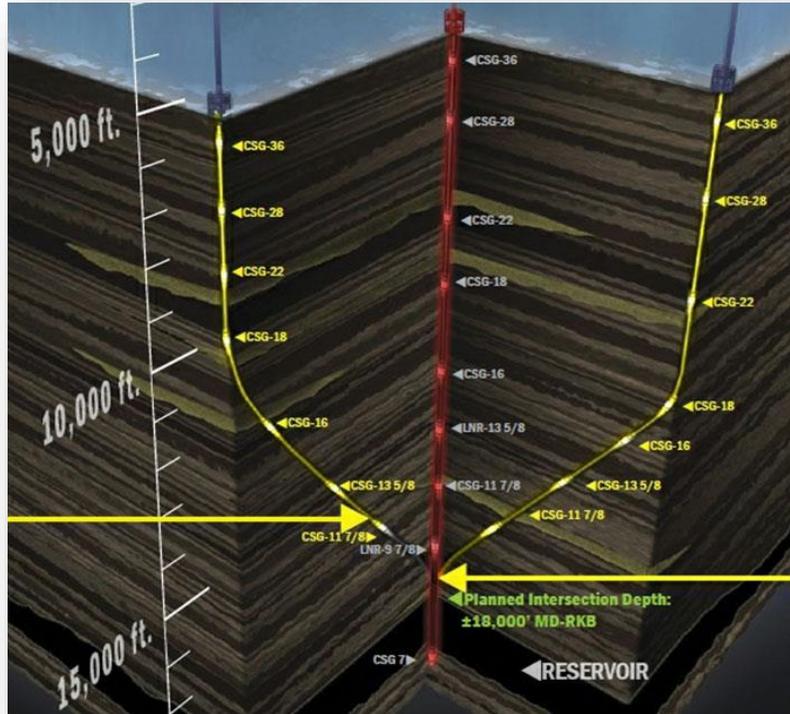


Imágenes: Marcelo Hirschfeldt

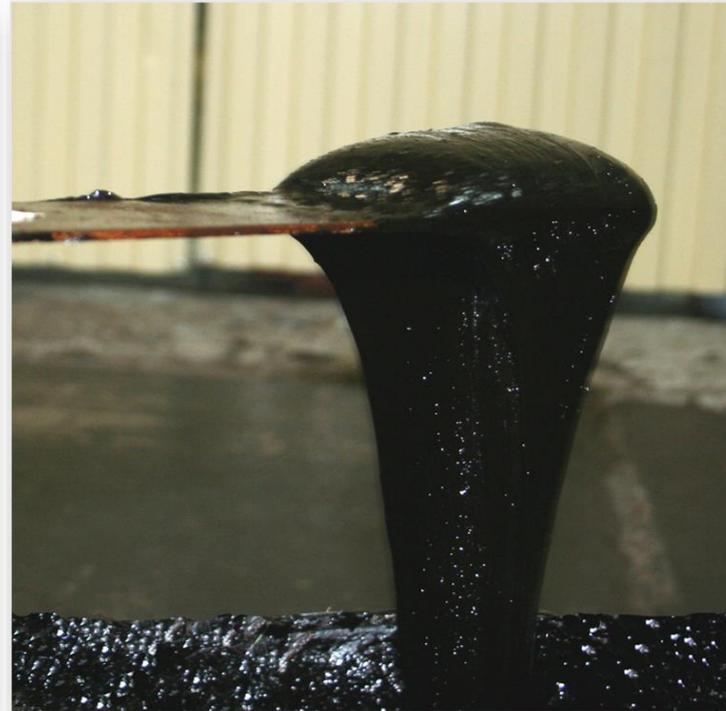
✓ Los límites de los SLA no solo están asociados a las condiciones de fondo de Pozo

CONDICIONES DE FONDO

Diseño del Pozo



Fluidos y Ambiente de Fondo

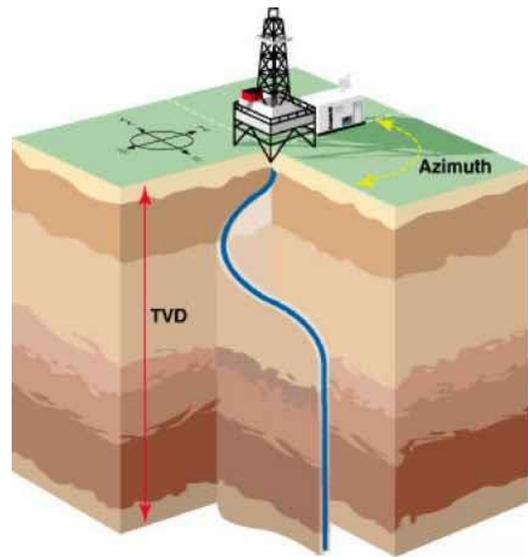


Potencial Productivo

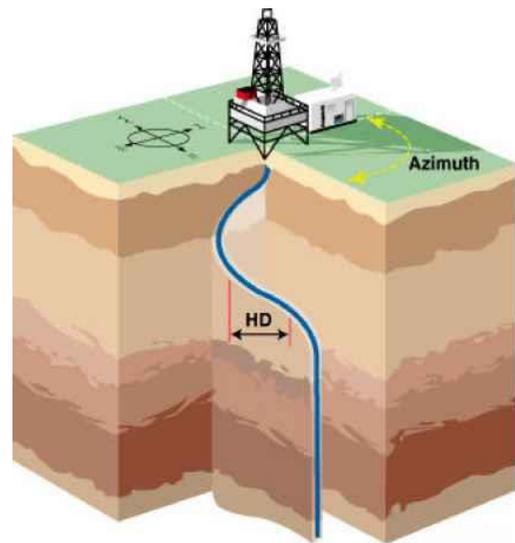


DISEÑO DEL POZO

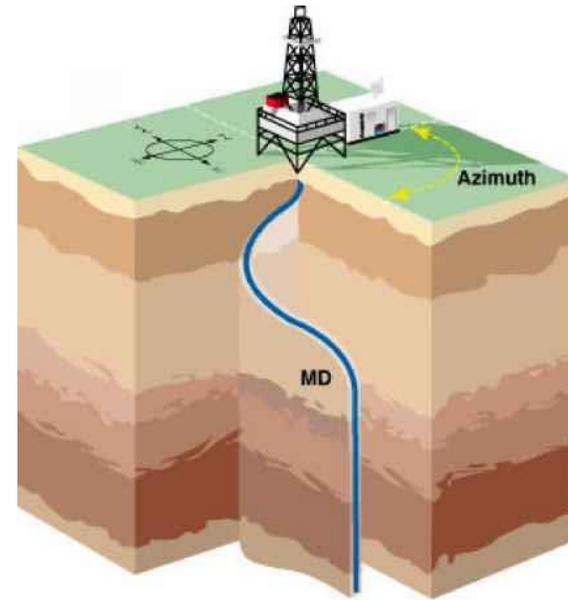
Condición de Borde



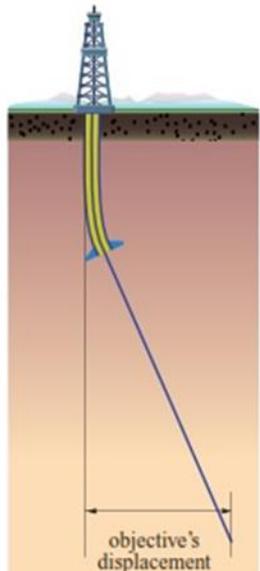
+



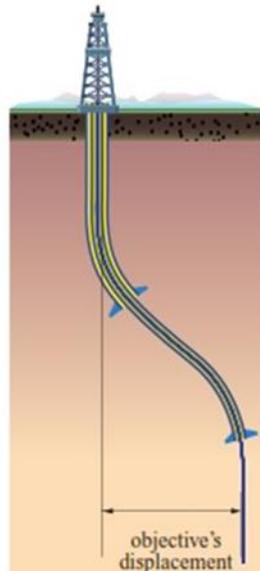
+



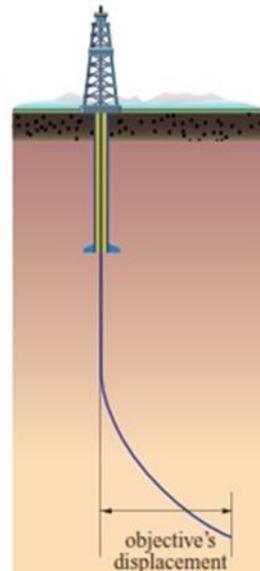
+



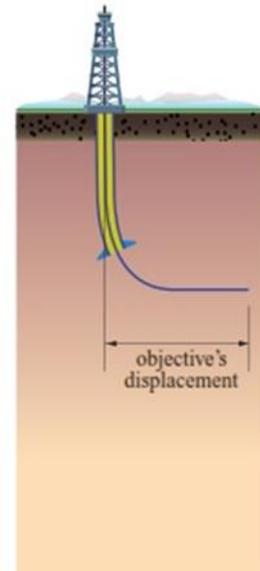
slant hole



S-shaped hole



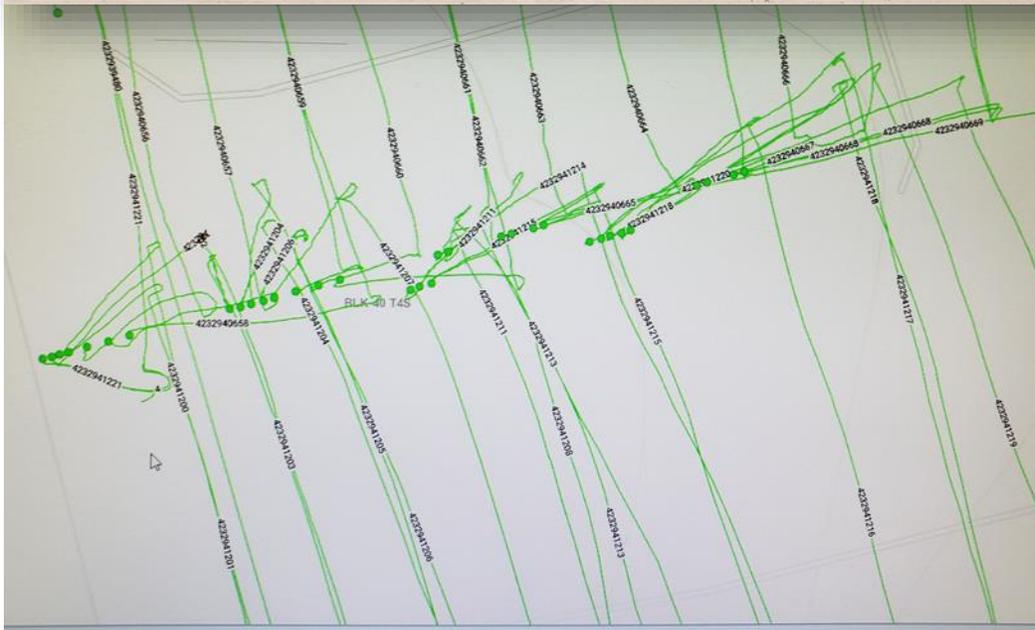
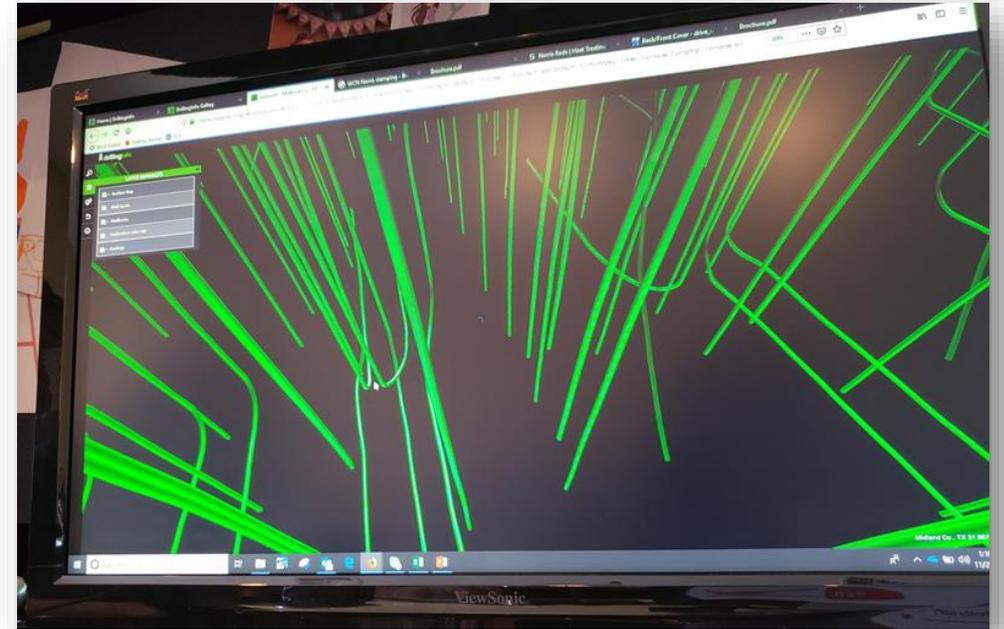
deep inclined hole



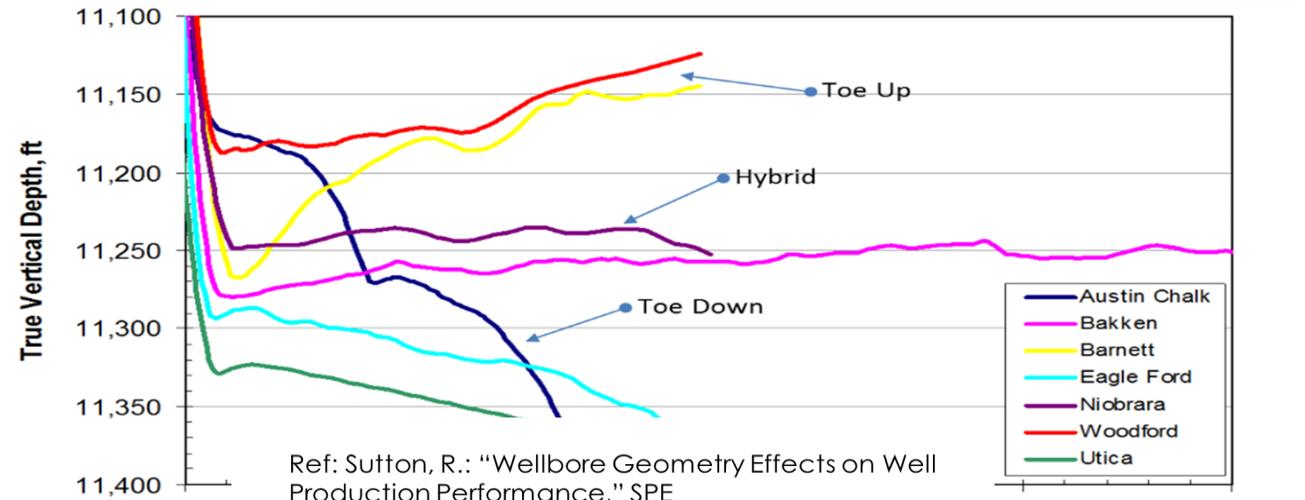
horizontal hole



Permian Basin, Midland, Texas

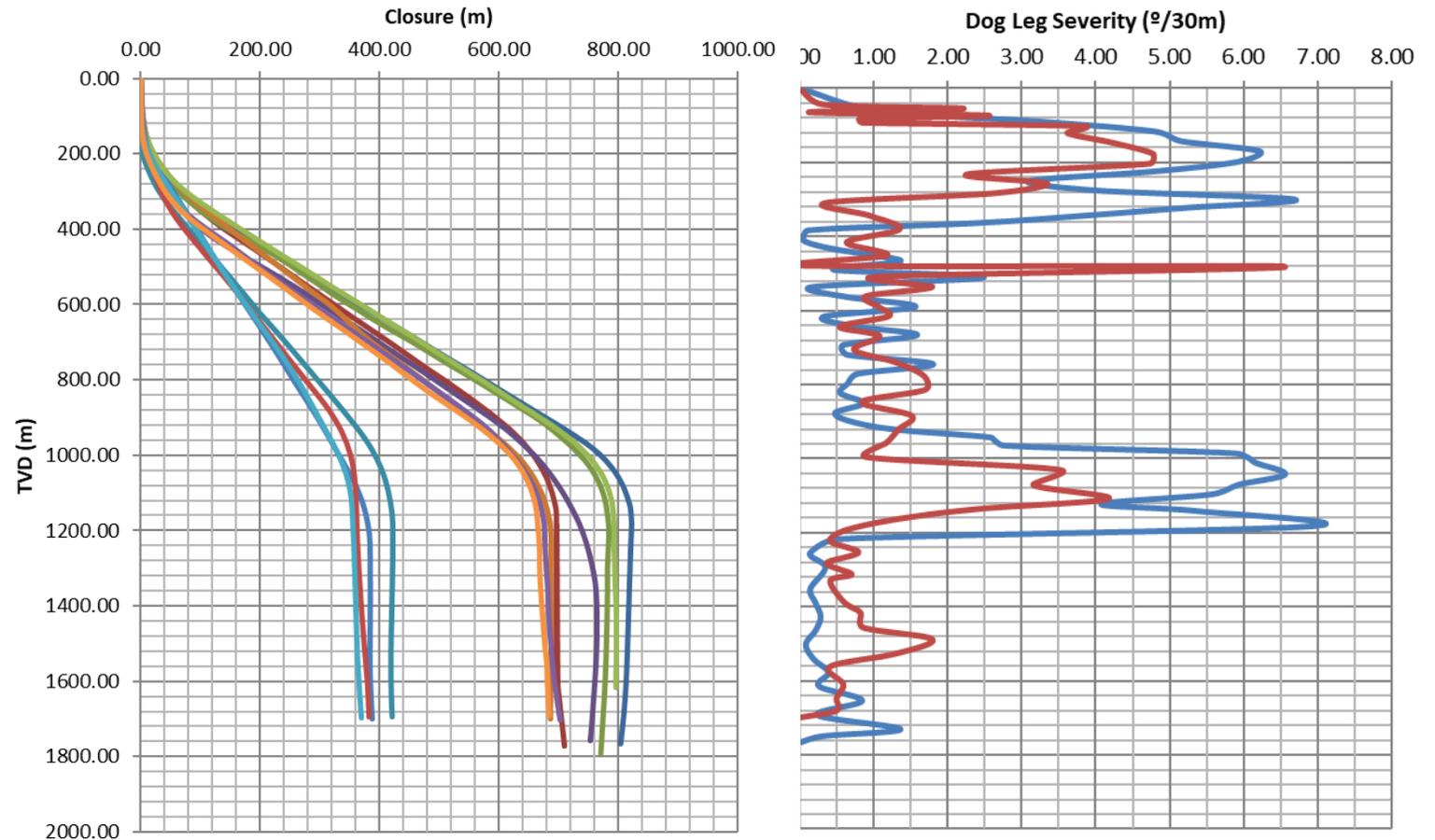


Imágenes: Marcelo Hirschfeldt



Ref: Sutton, R.: "Wellbore Geometry Effects on Well Production Performance," SPE Liquids Rich Shale Conference, Rancho Palos Verdes, CA (May 2013).

Proyecto ATG Chicontepec, Veracruz.Mexico



OMAE2012-84124 ARTIFICIAL LIFT MANAGEMENT: RECOMMENDATIONS FOR UNCONVENTIONAL OILFIELDS ((Fernando Flores Avila / Jaime Granados Caliz / PEMEX E&P – Clemente Marcelo Hirschfeldt / Oil Production Consulting)



PARAFINAS



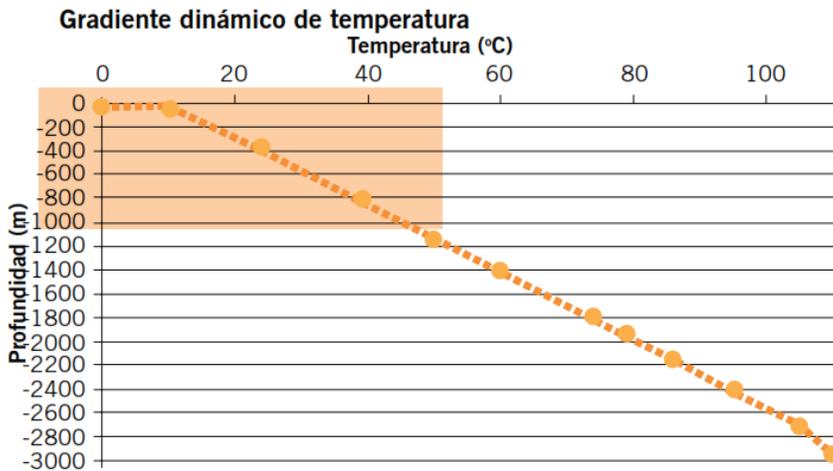
ASFALTENOS



INCRUSTACIONES



CORROSIÓN



TEMPERATURA

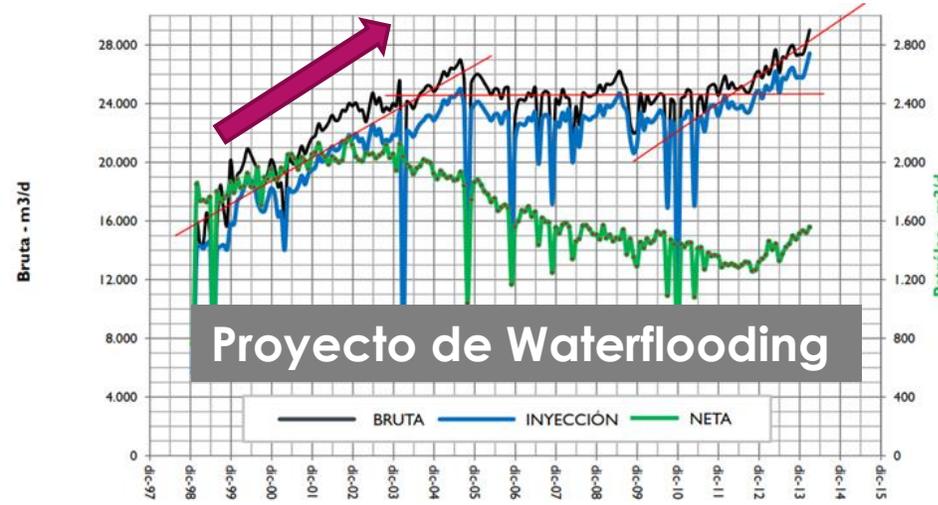
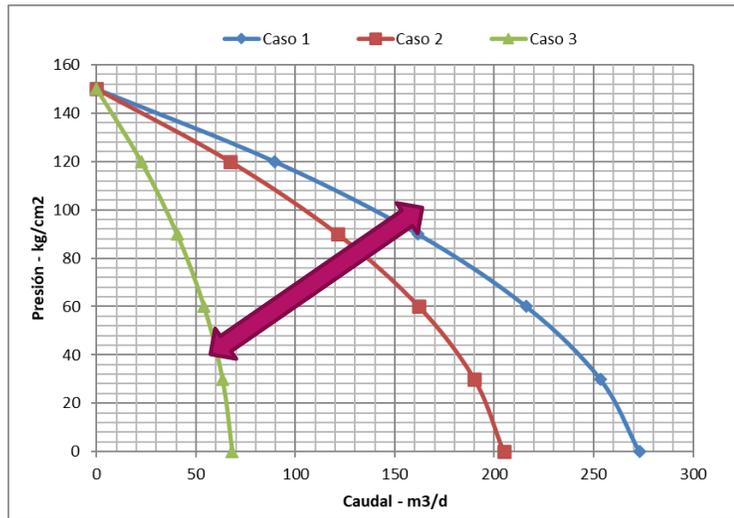
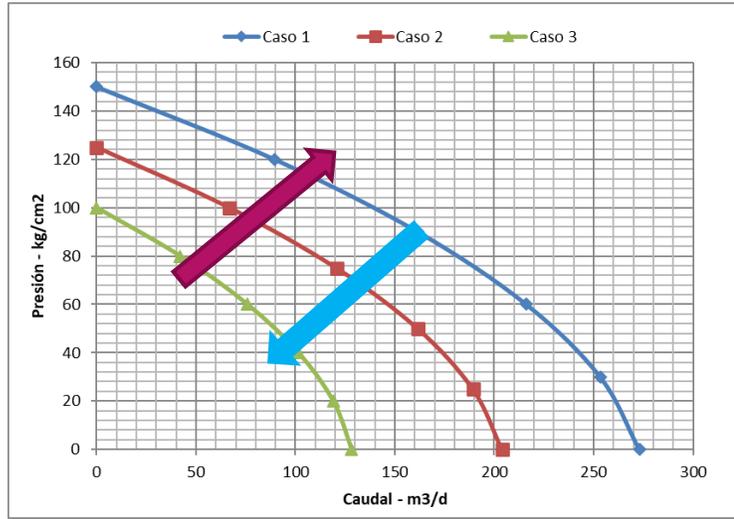


PETRÓLEO PESADO

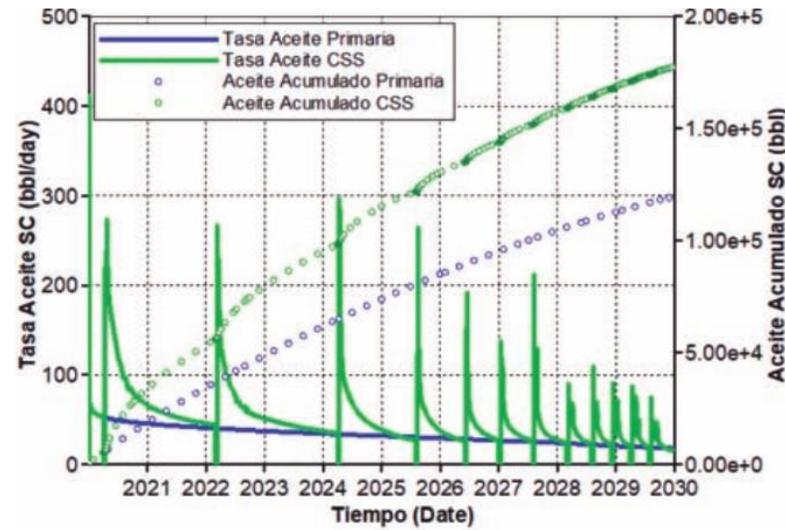
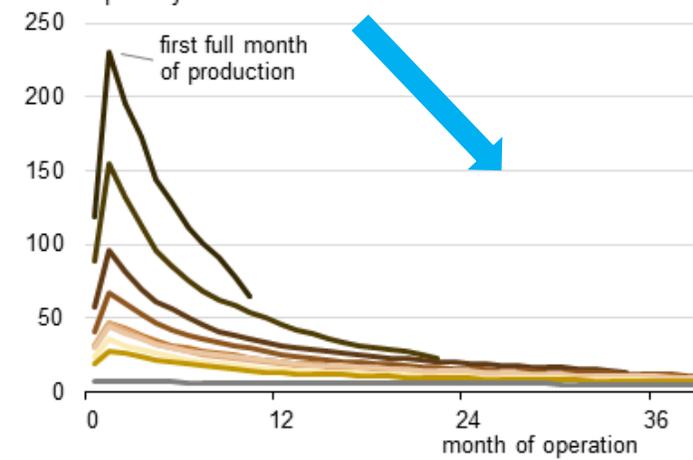


ARENA

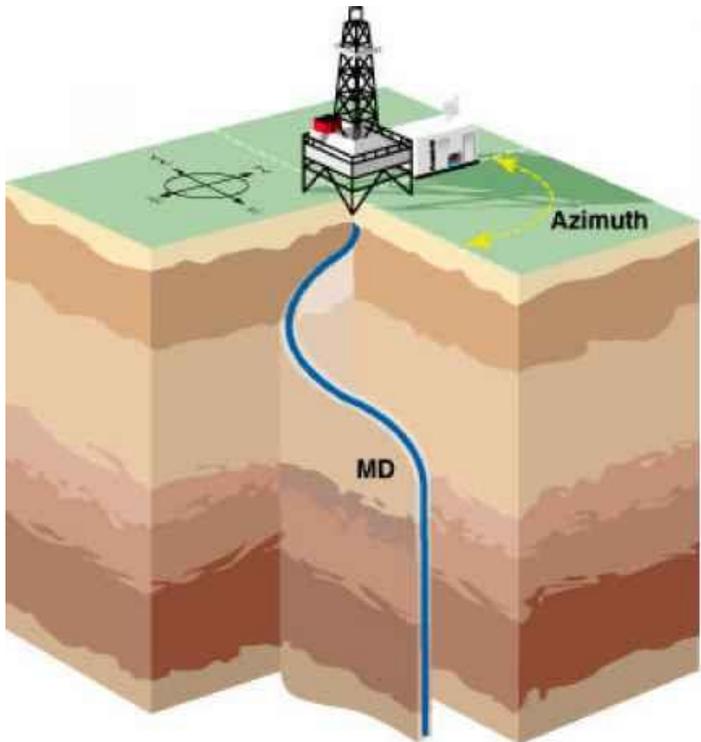
POTENCIAL PRODUCTIVO



PRODUCCIÓN PRIMARIA



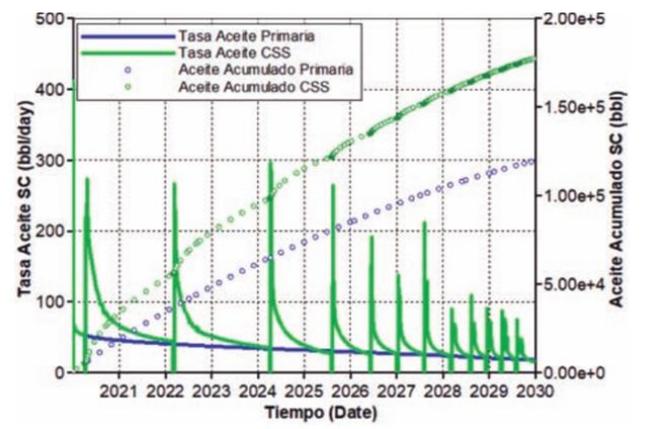
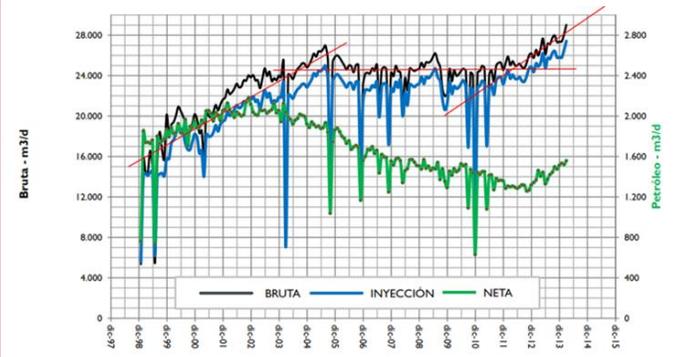
Inyección Cíclica de Vapor



Profundidad | trayectoria | Diámetro
CONSTANTE



VARIABLE



VARIABLE

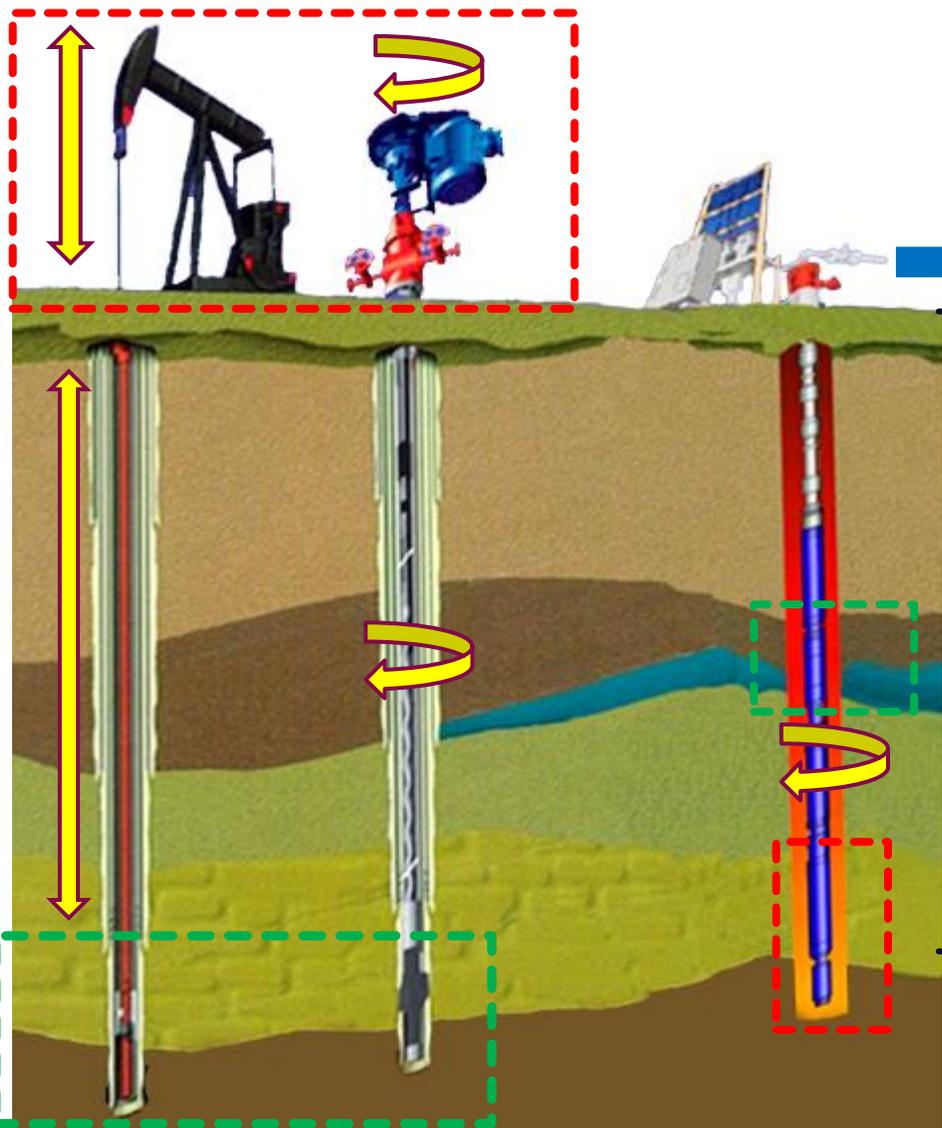
La Selección de los SLA comienza con el **Diseño del Pozo** (Plan de Desarrollo del Campo)

CONCEPTO DE LÍMITE MECÁNICO DE LOS SLA



El Límite mecánico de los SLA

POTENCIA



Caudal

PRESIÓN

bomba

Potencia Hidráulica (HHP) = Caudal x Presión

bomba

POTENCIA

INCRUSTACIONES

CORROSIVIDAD

TEMPERATURA

DISEÑO DE POZOS

PROD. DE GAS

PROD. DE ARENA

El \emptyset del casing, restringe la transferencia de potencia

Diámetro del Casing
51/2"

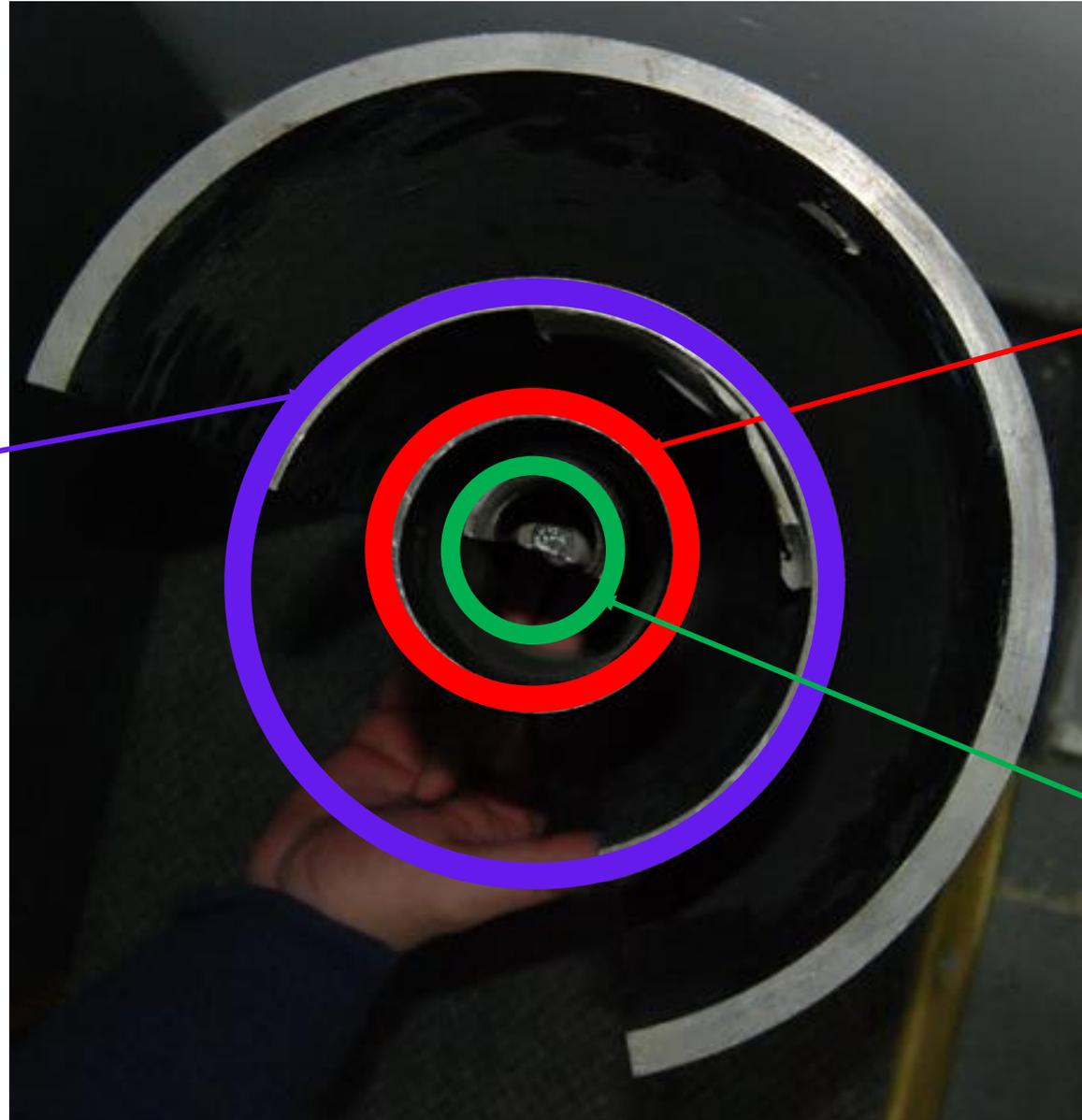
Diámetro del Tubing.

Para un Casing \emptyset 51/2"
15.5#, el \emptyset máximo de
Tubing EUE sería 27/8

BME: \emptyset de bombas TH

ESP: \emptyset de bombas 4",
motores 4.56", sellos,
ejes

PCP: \emptyset de estator 4"



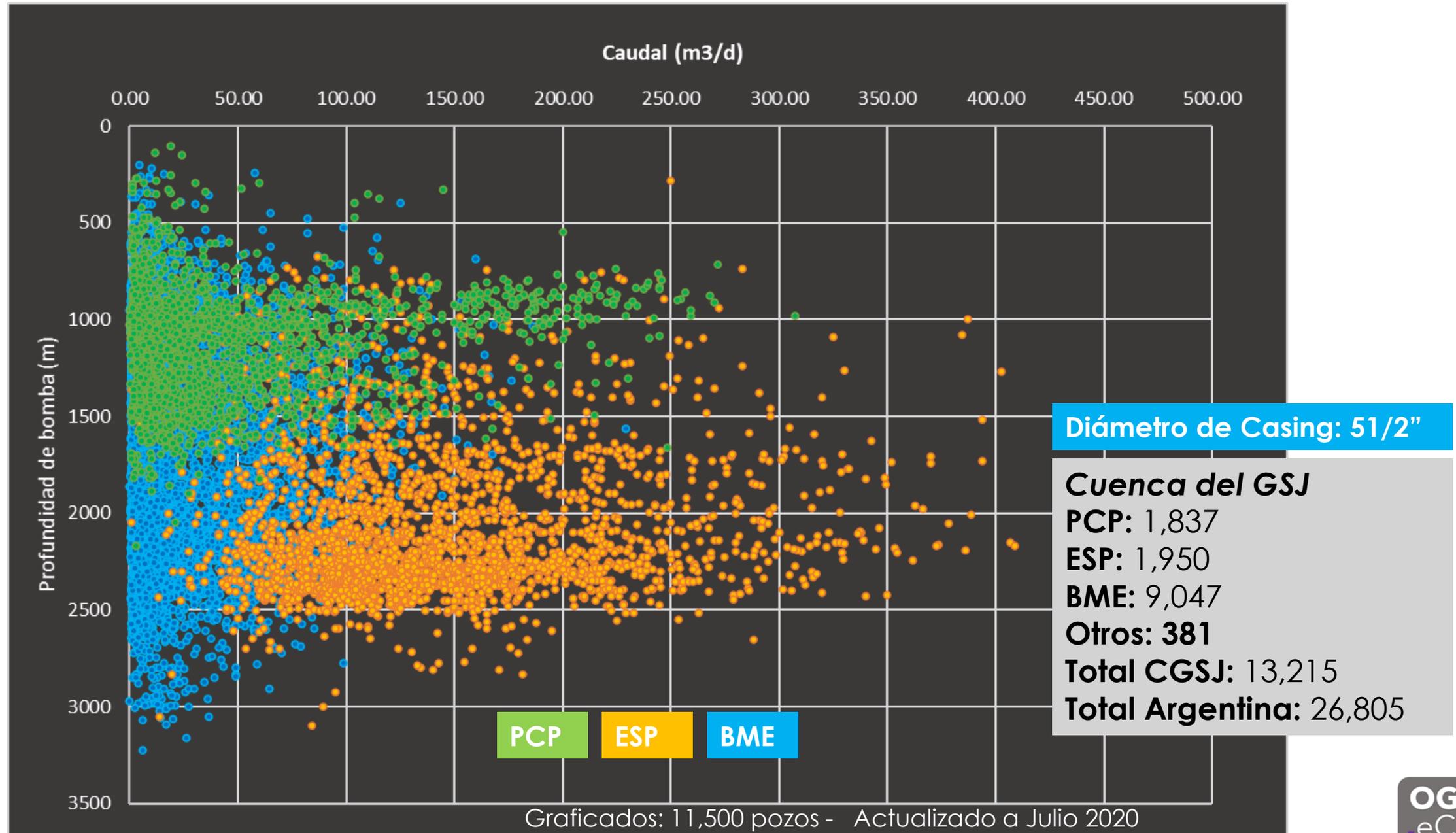
Diámetro de Tubing
27/8" EUE

\emptyset varillas de bombeo
Máximo \emptyset : 1" Cuplas
SlimHole

**\emptyset de las bombas
insertables:**
Máximo \emptyset 2"

**Cupla de varilla de
Bombeo**

Pozos Activos – Cuenca del Golfo San Jorge (Argentina)



¿Que significa Superar el límite mecánico de los SLA? ...no necesariamente significa llegar a la rotura



OPERACIÓN NORMAL



NO EFICIENTE



ROTURA

El límite mecánico define una barrera entre un normal desempeño, y un estado de falla, pasando por una ineficiencia mecánica previa.

SISTEMA BOMBEO MECÁNICO

The background of the slide features a photograph of several oil pumps (jack pumps) in an industrial setting. The image is overlaid with a semi-transparent purple filter. The pumps are arranged in a row, and their complex mechanical structures, including the walking beams and counterweights, are visible.

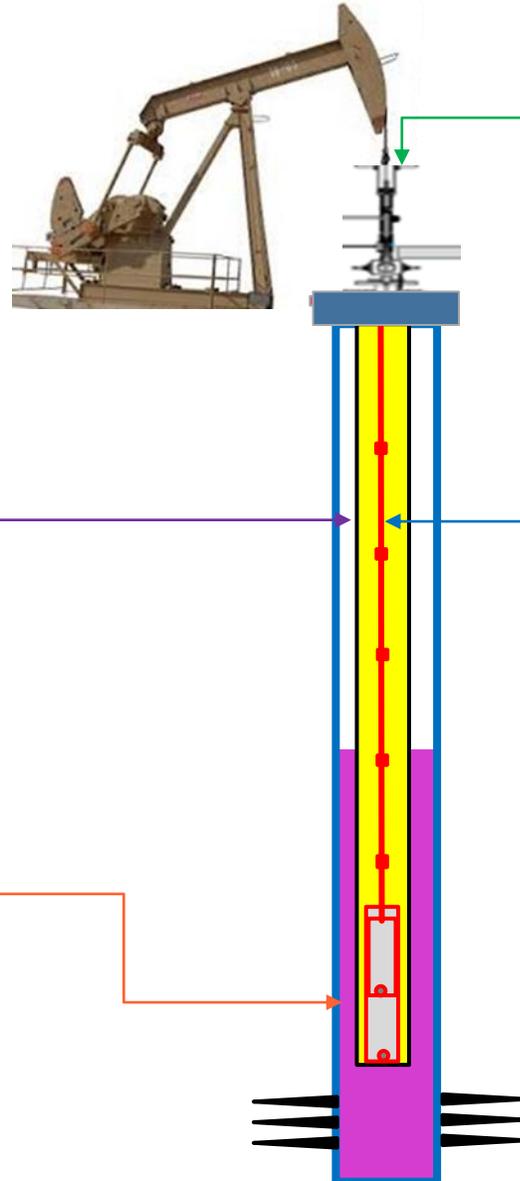
Desafíos del BME

CONDUCCIÓN (TUBING)

- Desgaste
- Fuerza de tracción

IMPULSIÓN (BOMBA)

- Presión de estallido y colapso
- Fuerza de tracción
- Desgaste
- Taponamiento
- Gas, arena, Petróleo viscoso



TRANSMISIÓN

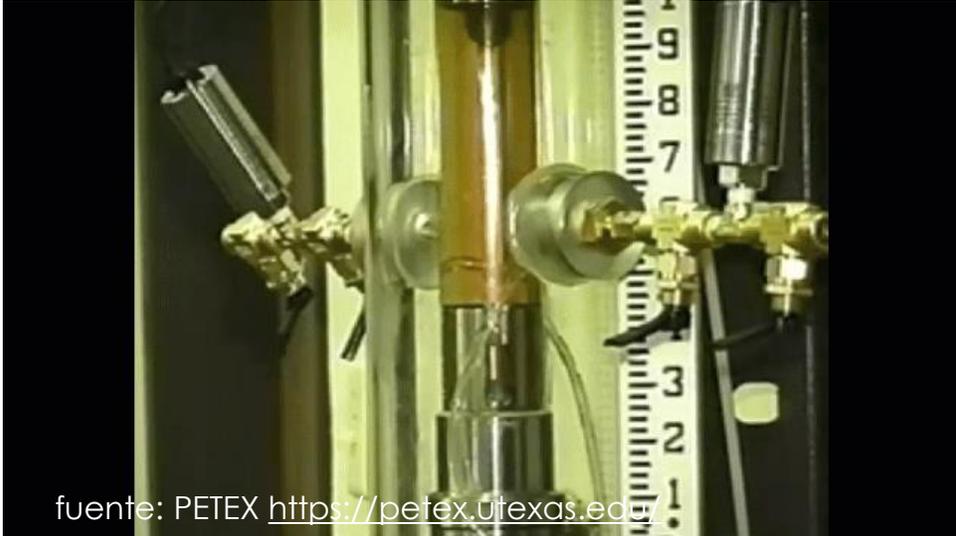
VÁSTAGO

- Cargas de tracción
- Flexión
- Desgaste

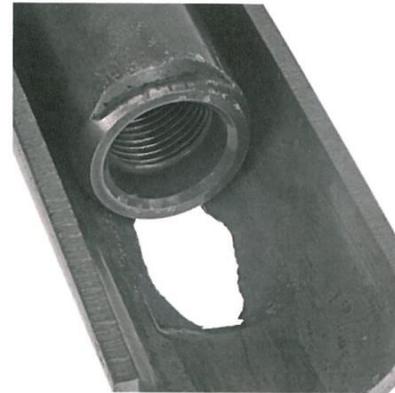
VARILLAS DE BOMBEO

- Cargas de tracción / compresión
- Fatiga
- Desgaste
- Corrosión

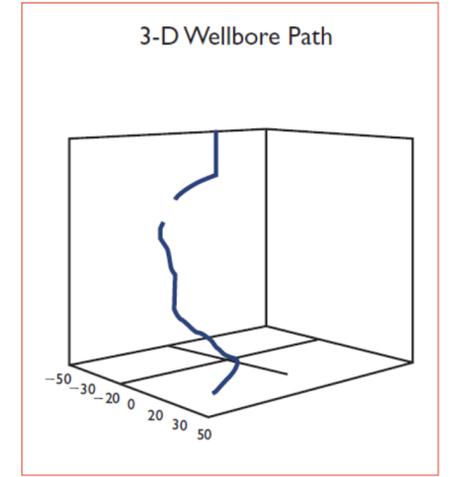
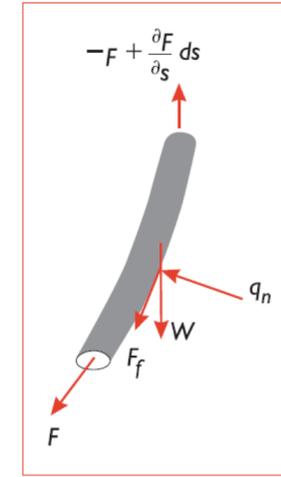
IMPULSIÓN



fuente: PETEX <https://petex.utexas.edu/>



TRANSMISIÓN/CONDUCCIÓN



Tracción	Compresión	Flexión	Torsión	Corte
a	b	c	d	e

✓

✓

✓

✗

✗



Tipos de Varillas de Bombeo

Tipos de varillas de bombeo

► Acero Macizas



- Dimensiones API
- Grado de Acero: K, D, Alta Resistencia, Aceros especiales
- Continuas

► Huecas



- Con Conexión
- Coiled Tubing

► Fibra de Vidrio

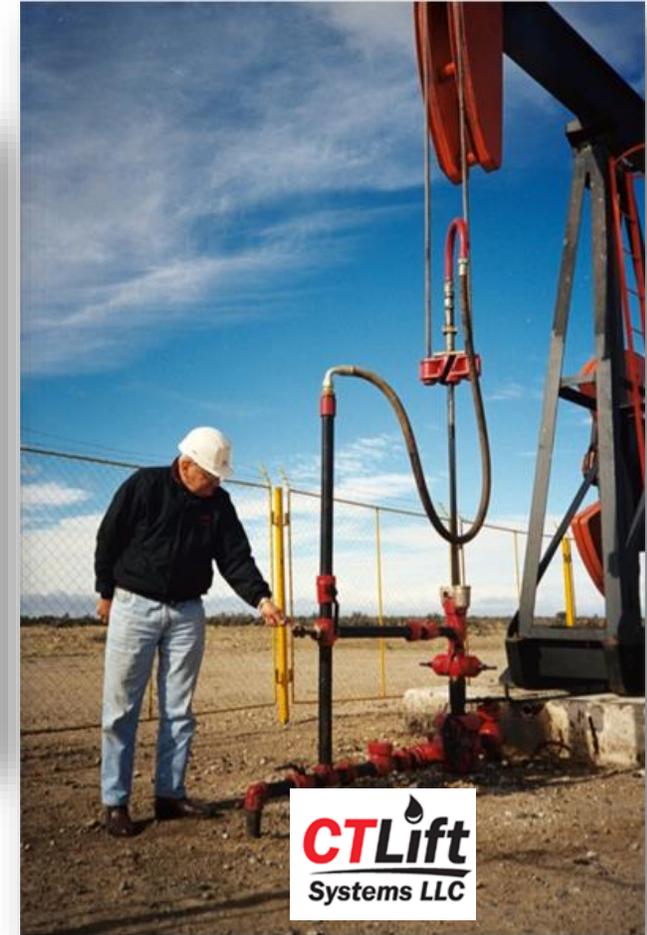


Barras Huecas



Fuente: Utilización de Varillas de Bombeo Huecas para Aplicaciones Especiales . Pablo Funes (Tenaris), Andrés Alam (Tenaris), Federico Camara Guillet (Tenaris)- IAPG 2017

Coiled Tubing

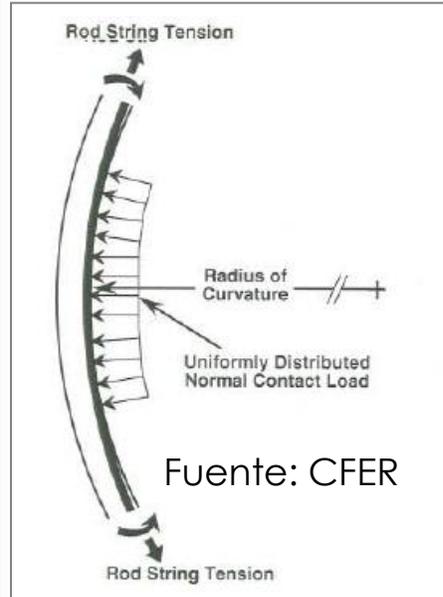


Rod pumping with Coiled Tubing

Varillas Continuas

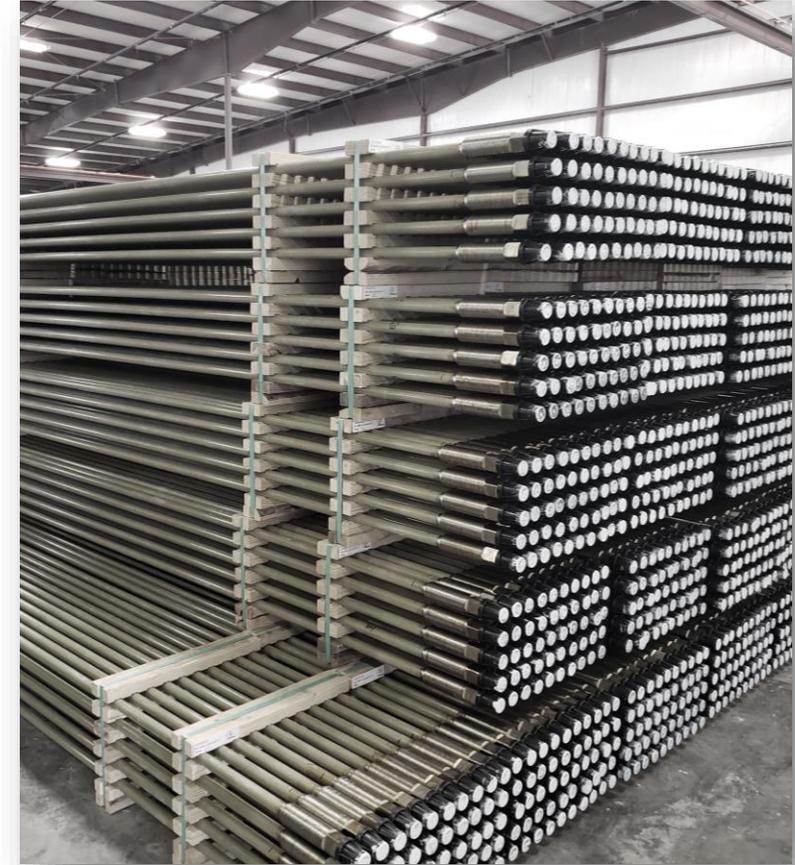


CoRod™
Fuente: Weatherford



Fuente: "EXPERIENCIA CON VARILLA CONTINUA EN BOMBEO MECANICO – Pan American Energy 2009 – Presentación en el IAPG

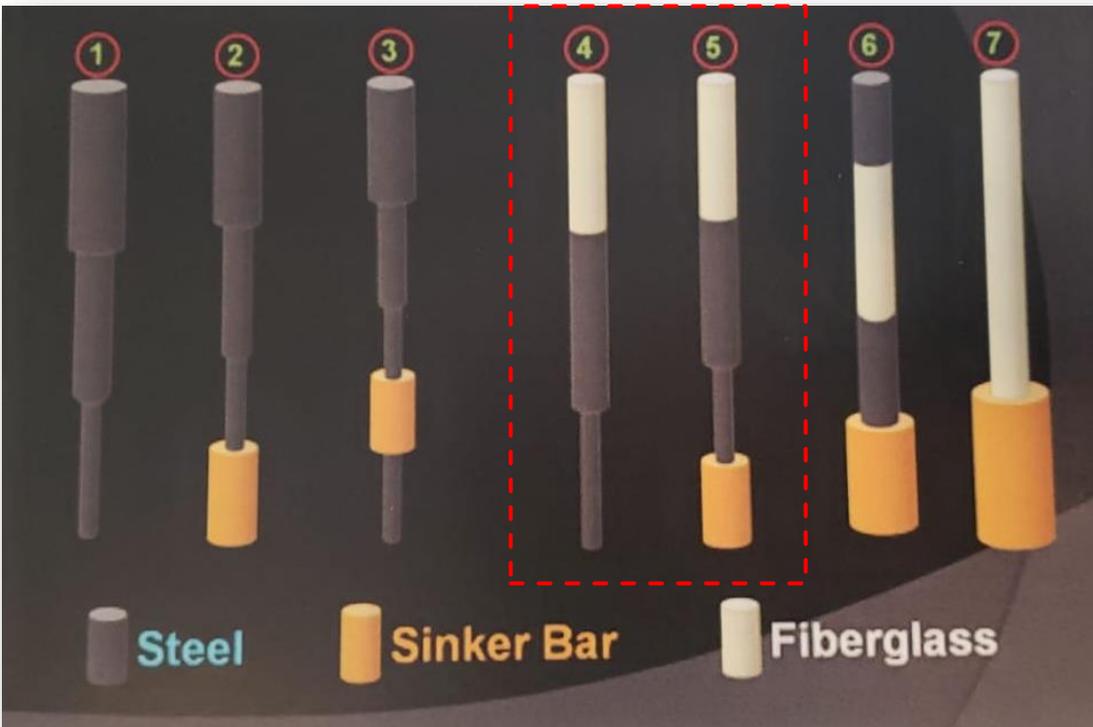
Varillas de Fibra de Vidrio



- Pesa 1/3 de lo que pesa una barra de acero de igual diámetro.
- No solo apta para ambientes corrosivos, sino También para pozos profundos.
- Menor requerimiento de energía

Imágenes: Marcelo Hirschfeldt

Varillas de Fibra de Vidrio- Criterios de Diseño



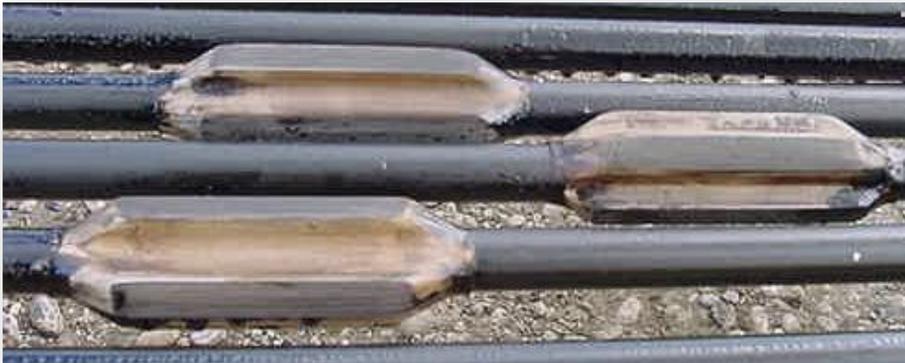
Case	SSR	FSR - 2in	FSR - 1.5in
Unidad de Bombeo	M 1280-437-216	C 912-365-192	C 912-365-192
Carga en GB [%]	90	98	98.8
Carga Structural [%]	93	97	74
Produccion [m3/d]	48.7	52.9	52.6
Carrera Superficie [in]	191.5	193.3	193.3
Carrera Fondo [in]	129.1	140	204.7
Ratio Carrera S/F [%]	67%	72%	106%
GPM	6	6	7.25
Diam. Bomba [in]	2	2	1.5
Profundidad [m]	3032	3032	3032
PPRL [lbs]	39791	35393	27093
PPRL % to SSR	-	-11%	-32%
Rod design		1 1/4" \$	1 1/4" \$
FSR 1 1/4"		133	186
D Alloy 1"		183	104
D (sinker bar) 1 5/8"		16	17

PREVENCIÓN DE DESGASTE

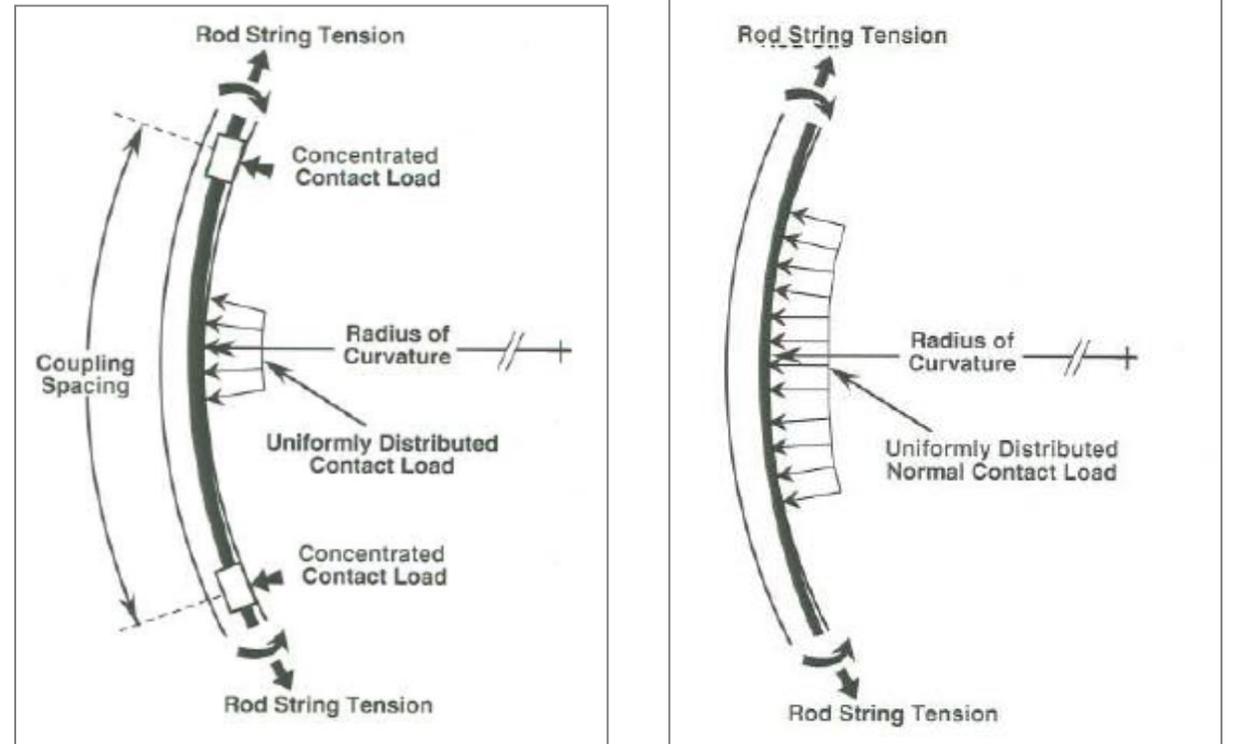


Rotador de Varilla

Fuente: Tulsa Oilfield Equipment

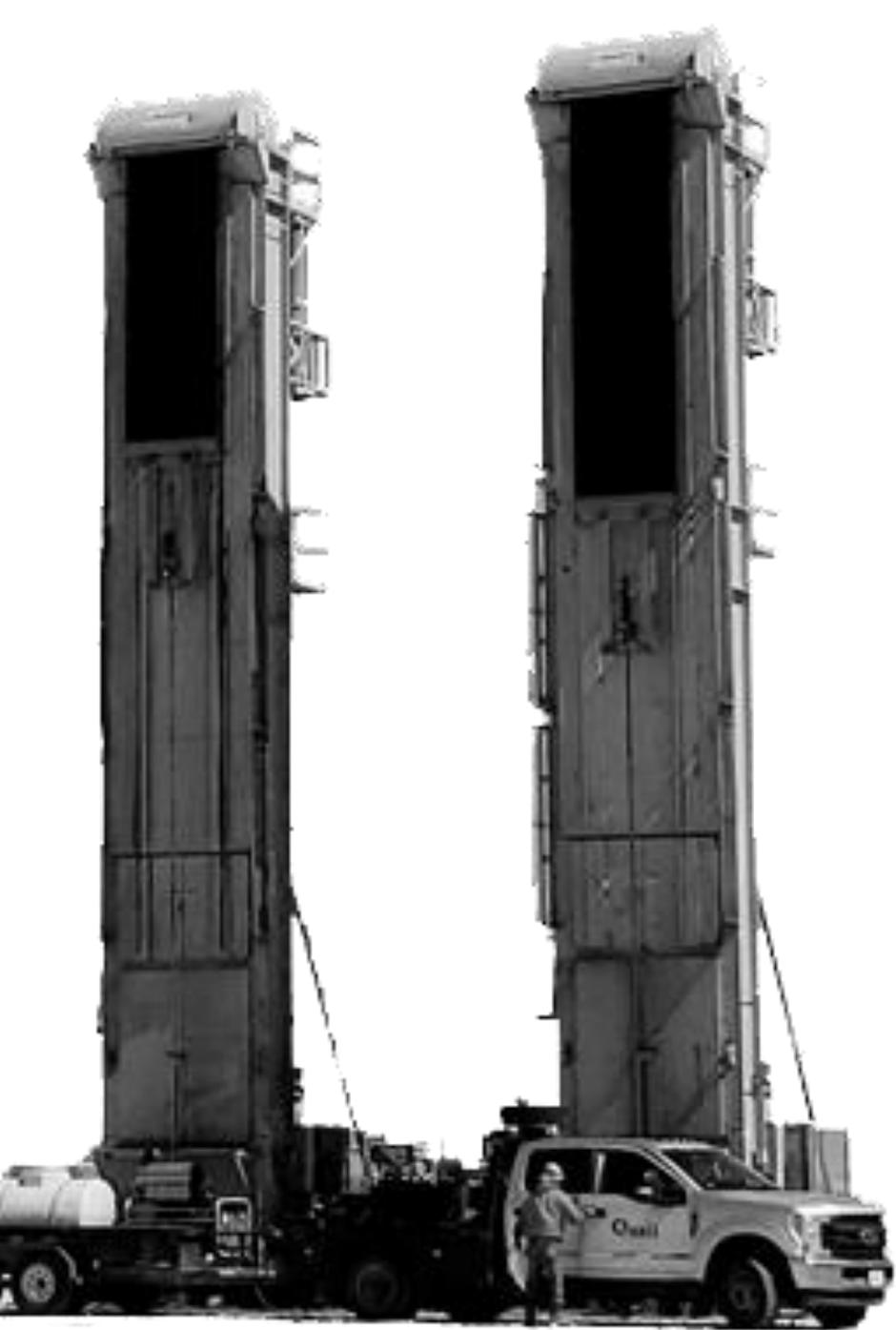


Centralizadores de Varillas



Fuente: CFER

- Uso de varillas sin conexiones (Continua, Huecas, Coiled Tubing)
- Uso de Rotadores de Tubing



Unidades de Bombeo

Unidades Hidráulicas e Hidro Neumáticas



CorLift – NOV (Image: M.Hirschfeldt)



ICI Cameron
(Image: M.Hirschfeldt)

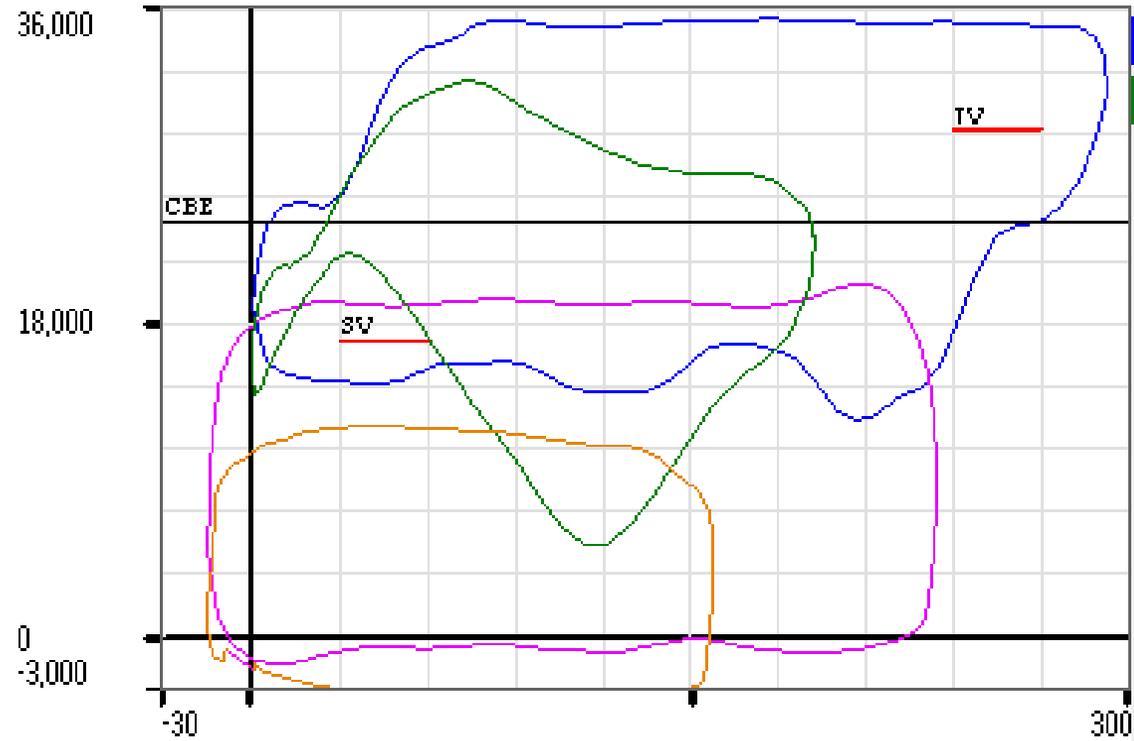
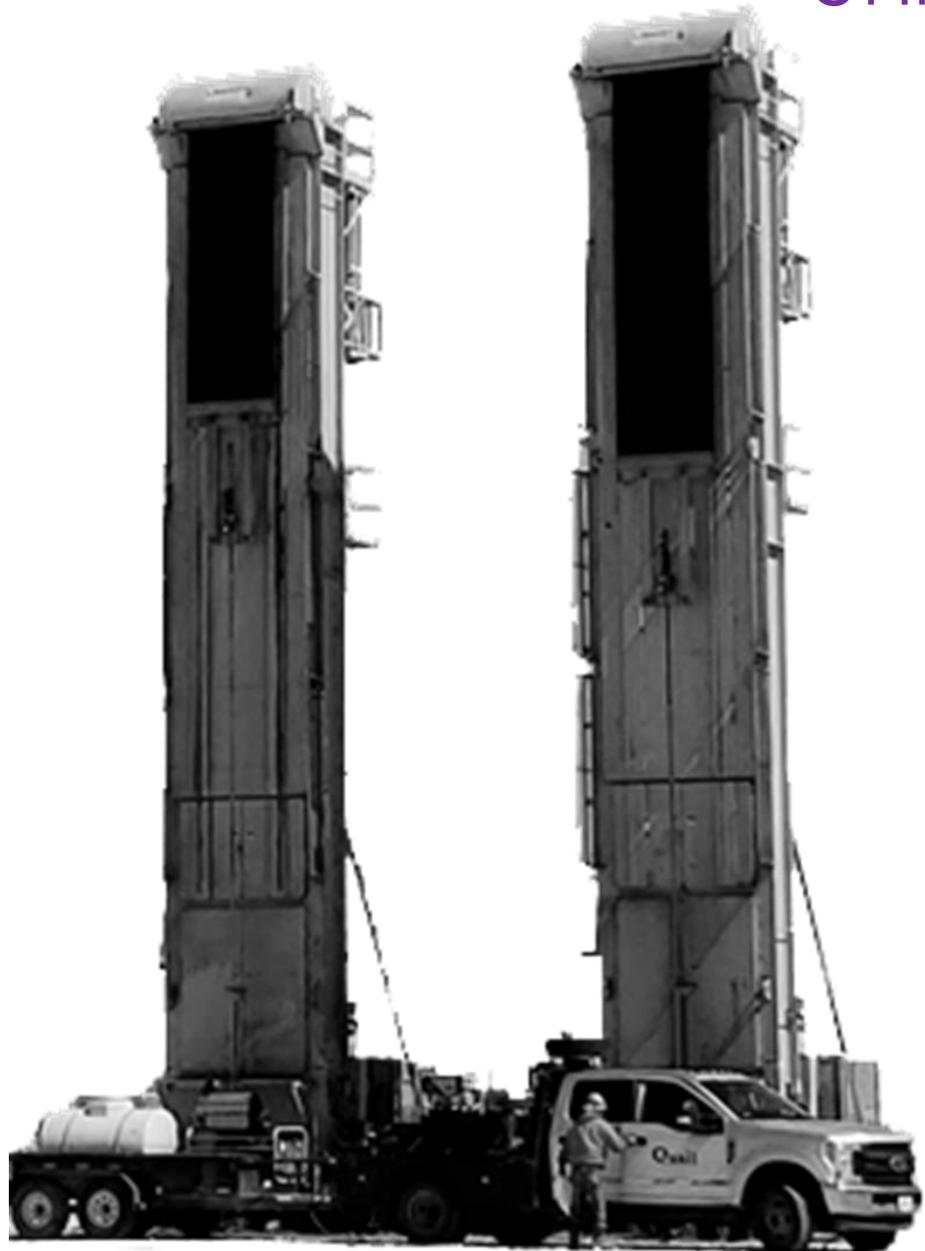


VSH2 – Weatherford
Imagen: Marcelo Hirschfeldt



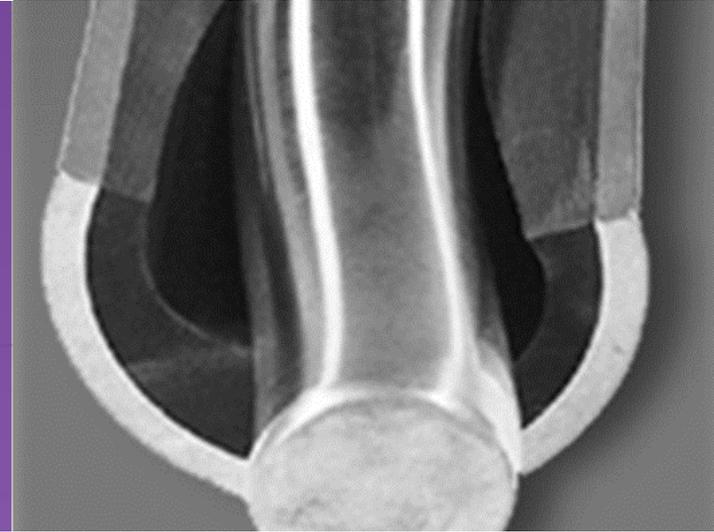
DynaPump

Unidades de carrera larga tipo Rotaflex®



- ↓ SPM
- ↑ Carrera
- ↓ Cargas dinámicas
- ↑ Aumento de Carga Mínima
- ↓ Baja la solicitud en Goodman

SISTEMA PCP



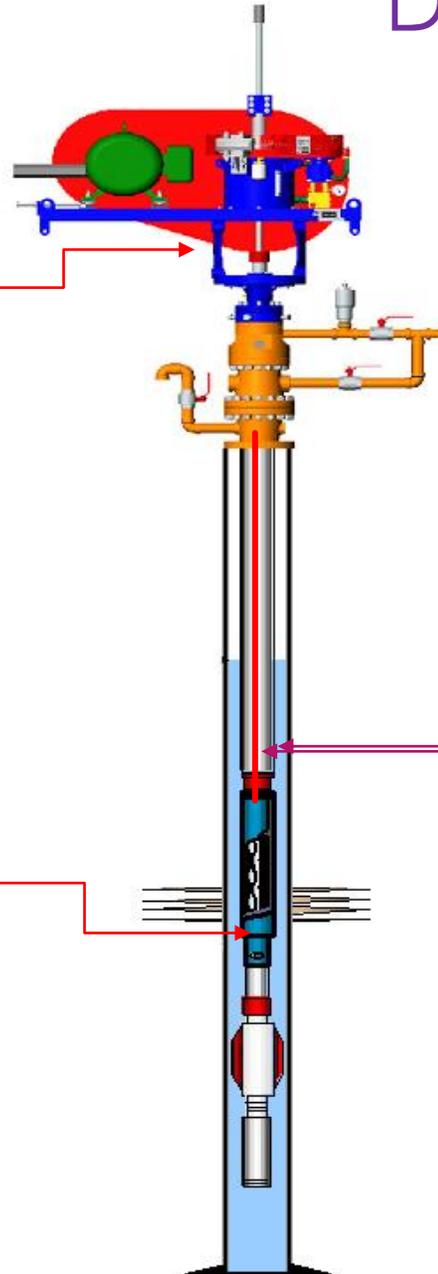
Desafíos para el sistema PCP

CABEZAL (DRIVE HEAD)

- Cargas axiales
- Control de Back Spin y de entrega de potencia
- Control de Pérdidas de fluido

IMPULSIÓN - ESTATOR Y ROTOR

- Fatiga del Elastómero
- Efectos del gas, arena y temperatura
- Compatibilidad con fluidos producidos
- Abrasión



TRANSMISIÓN- VARILLAS DE BOMBEO

- Esfuerzos combinados (Torsión/Tracción)
- Flexión (en pozos dirigidos)
- Desgaste

CONDUCCIÓN - TUBERÍA DE PRODUCCIÓN

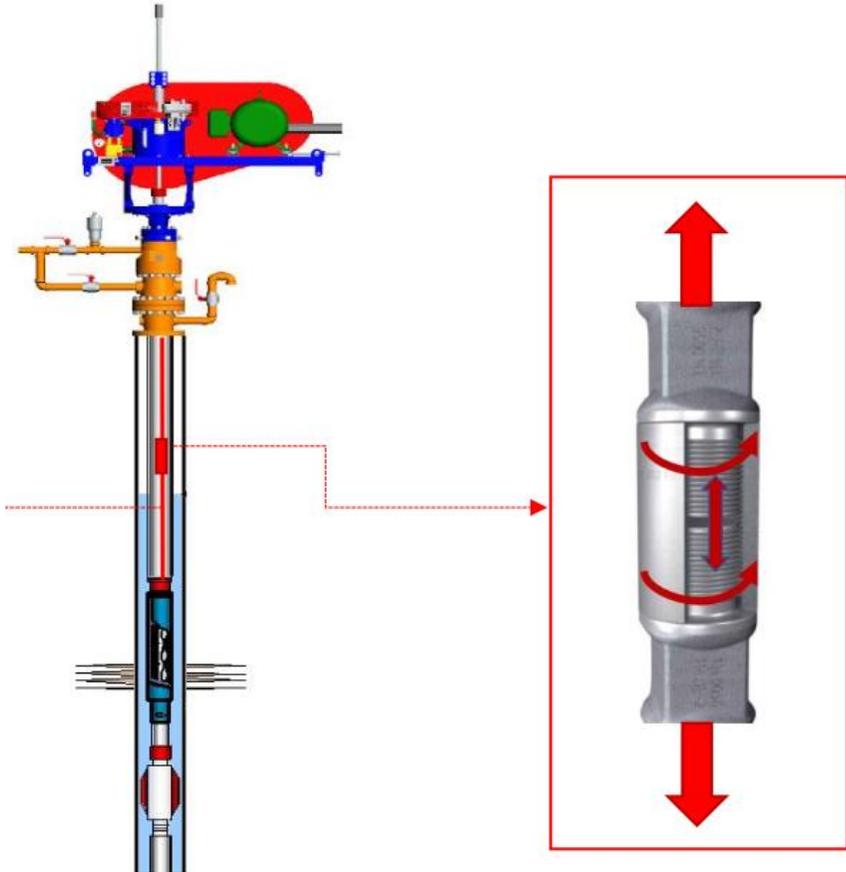
Desgaste Interior



Varillas de Bombeo

Transferencia de Torque y carga Axial

Transferencia de Torque y Carga Axial en Varillas



Tracción	Compresión	Flexión	Torsión	Corte
<p>a</p>	<p>b</p>	<p>c</p>	<p>d</p>	<p>e</p>



“La tensión combinada entre **Tensión por Torsión y Tensión por tracción**, no debe superar la Tensión admisible de la varilla”

En Pozos Direccionales, hay que considerar el efecto de la fatiga por flexión

Varillas Continua



Conventional sucker rod with coupling



Coiled rod

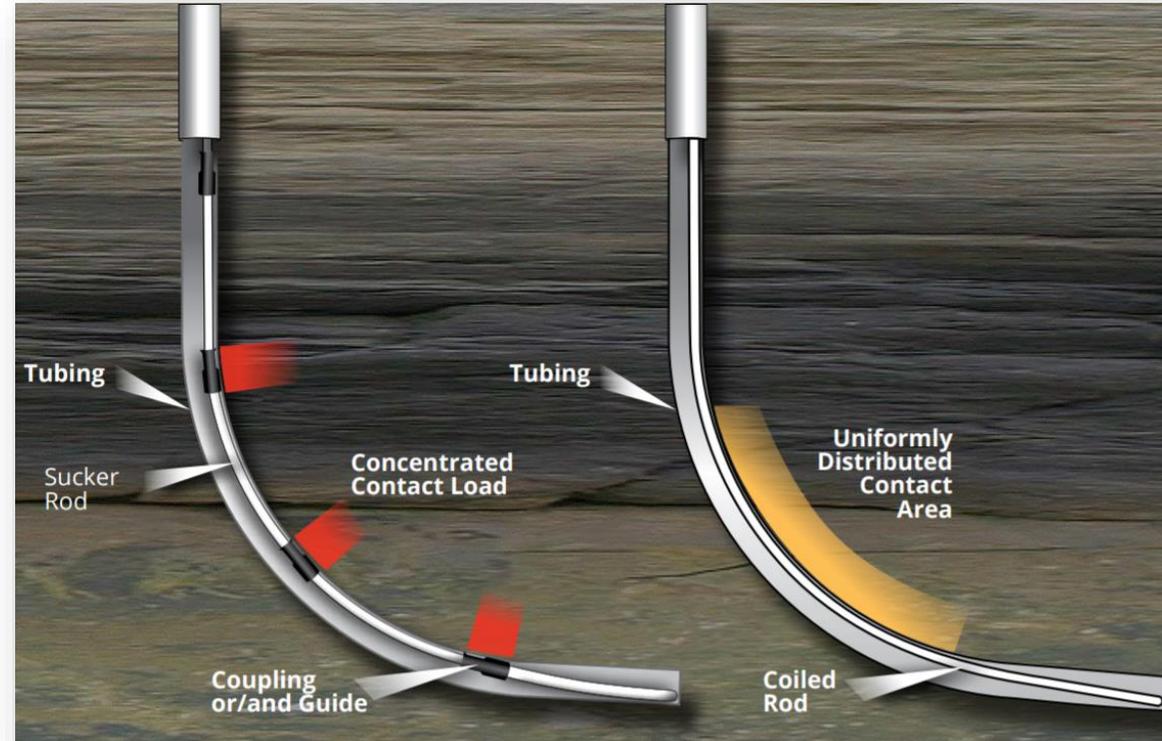


Conventional coupled rod



Coiled rod

Fuente: ChampionX (Apergy Artificial Lift)

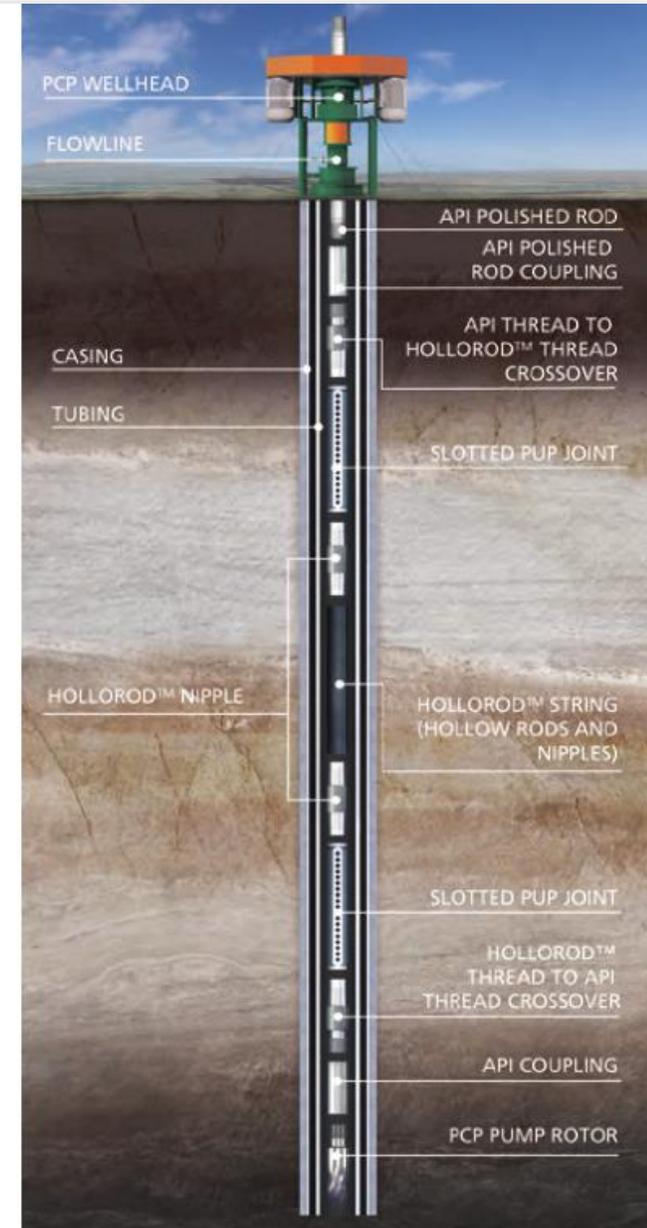
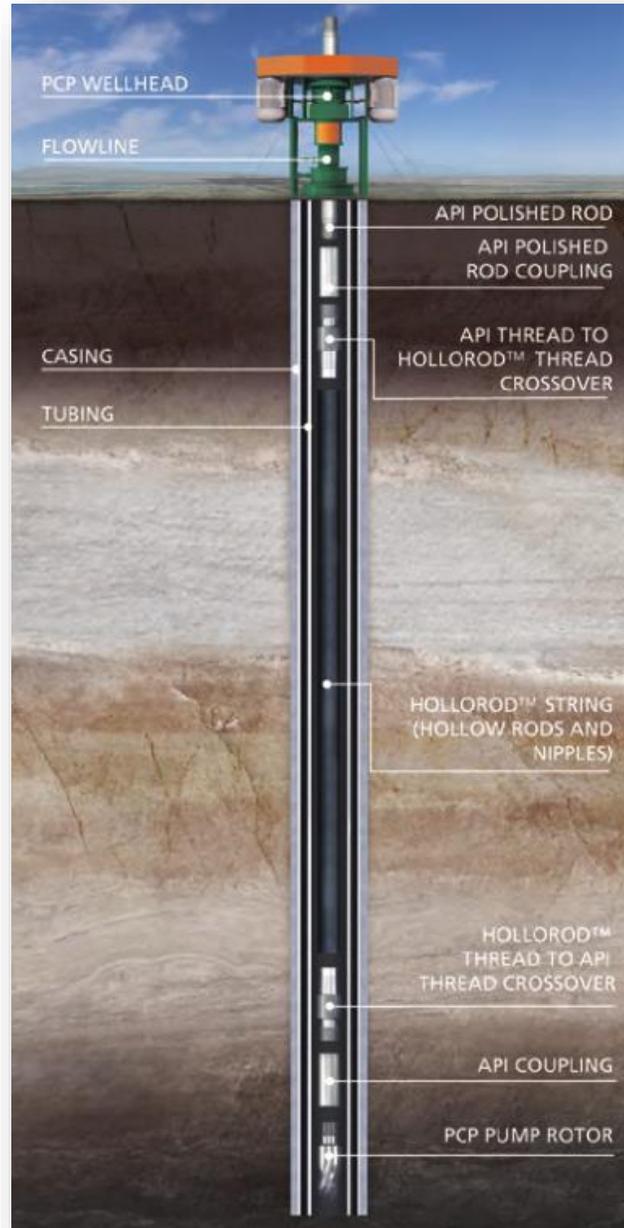


- Al no tener cuplas, permite usar varillas de mayor diámetro que las API, en un mis tubing, permitiendo mayor capacidad de torque.
- Carga friccional distribuida (menor desgaste del tubing)
- Mayor pasaje de fluido en anular tubing-varilla (menor pérdida de presión)
- **Dificulta su implementación la Logística, disponibilidad de equipos y materiales en la zona de trabajo**

Barras Huecas



HolloRod™
Fuente: Tenaris



Conexiones especiales



Drive Rod™
Fuente: Apergy



BlueRod™
Fuente: Tenaris



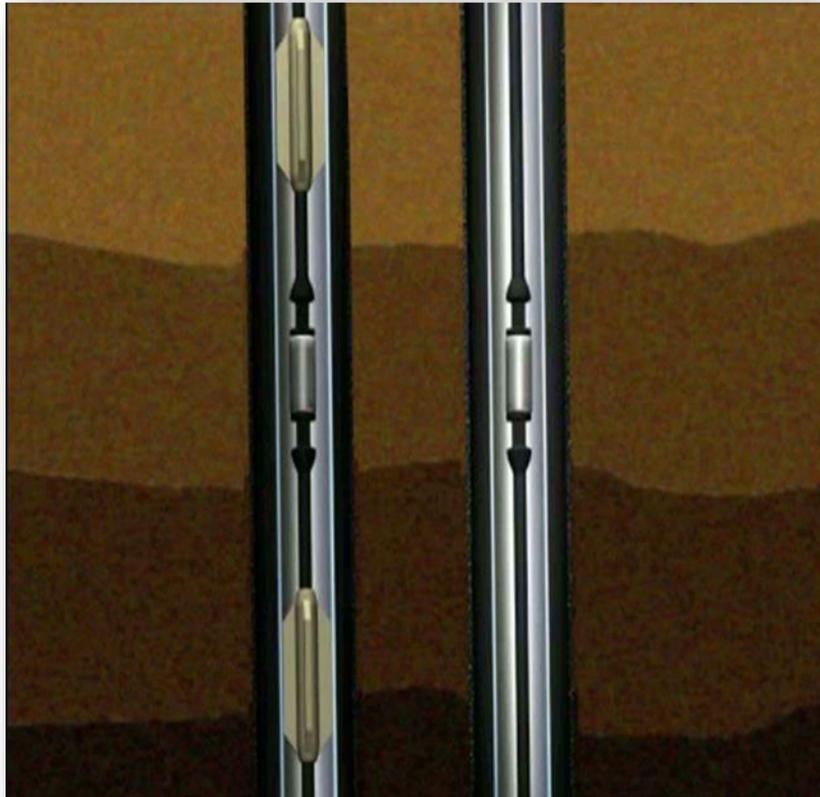
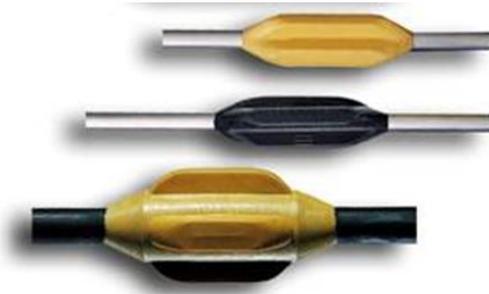
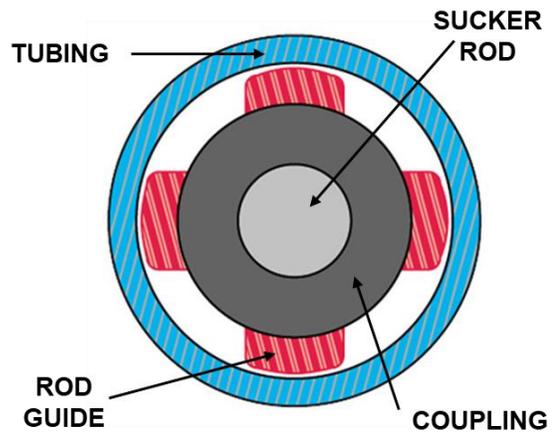
EHT™
Fuente: Excced / Duxatech



Maximum Torque for PCP Application

Body Size		Maximum Torque	
7/8"	22.2 mm	1254 ft·lbs	1700 N·m
1"	25.4 mm	1512 ft·lbs	2050 N·m
1-1/8"	28.58 mm	2876 ft·lbs	3900 N·m
1-1/4"	31.75 mm	3909 ft·lbs	5300 N·m
1-1/2"	38.1 mm	4647 ft·lbs	6300 N·m

Prevención de desgaste



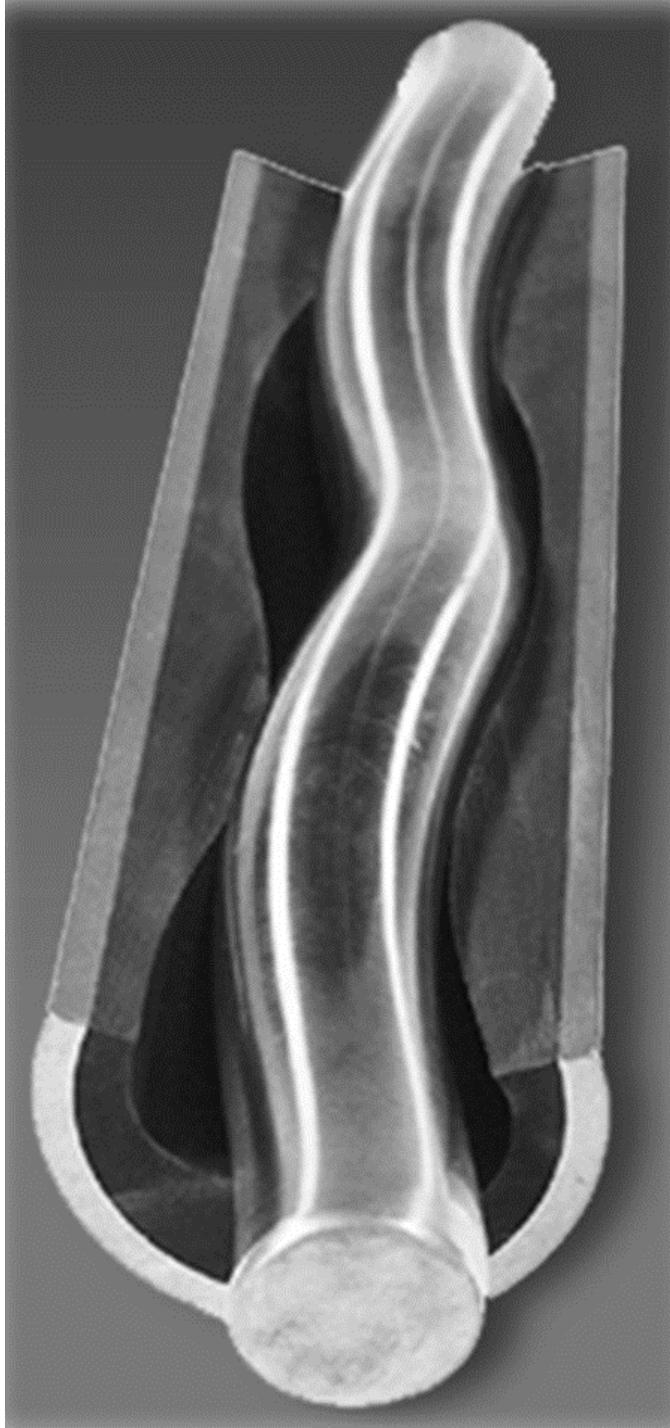
Fuente: R&M Energy



Electric Drive

Liner Plástico Interior





Estator + Rotor

- Compatibilidad con fluidos producidos
- Manejo de Gas | Arena | Petróleo Viscoso

¿ Que provoca las fallas mecánicas?

ELASTÓMERO

- Degradación mecánica y física (Fatiga, incompatibilidad con fluidos, altas temperaturas)
- Desgaste mecánico
- Fabricación

HOUSING

- Problemas mecánicos
- Compatibilidad con fluidos
- Fabricación



ROTOR

- Esfuerzo de tracción / torsión
- Ataque químico
- Fluidos abrasivos
- Desgaste mecánico
- Fabricación
- Temperatura

Compatibilidad con fluidos producidos

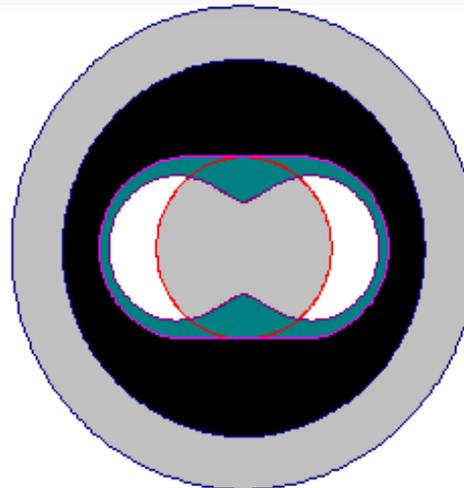
- **Degradación**

- ✓ Hinchamiento
- ✓ Ablandamiento (Aromáticos)
- ✓ Descompresión explosiva (CO₂)
- ✓ Endurecimiento (H₂S)



- **Hinchamiento**

- ✓ Líquidos (Agua y/o Petróleo)
- ✓ Hidrocarburos Aromáticos
- ✓ Gas
- ✓ **Temperatura**



Producción de arena en crudos pesados y altos %W



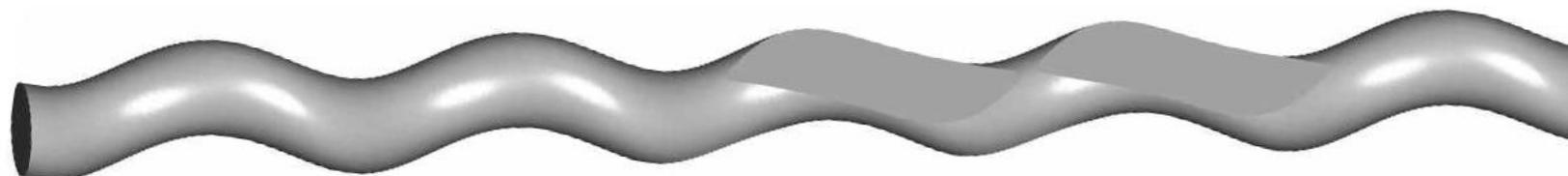
ARENA + PETRÓLEO PESADO



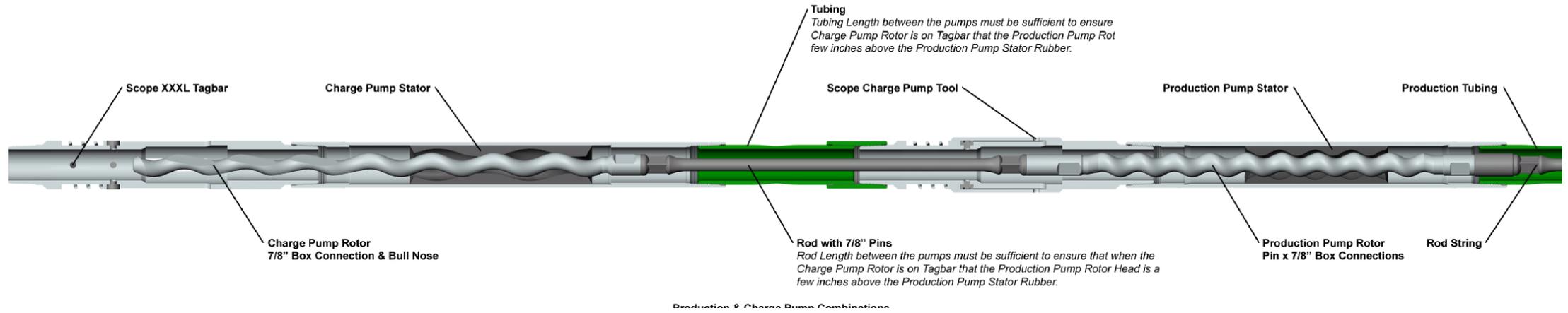
ARENA + ALTO % DE AGUA

Imágenes: Marcelo Hirschfeldt

Arena - Rotor Paleta (Paddle)

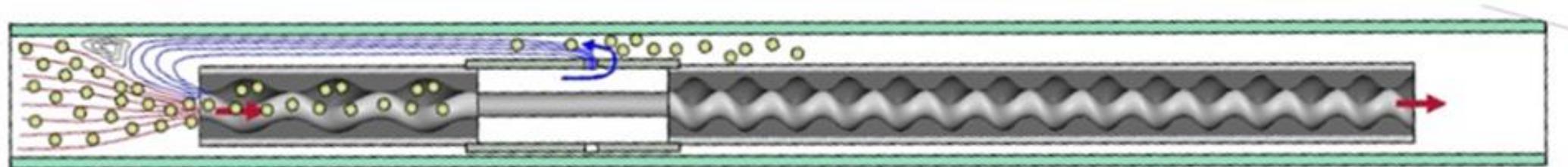


Arena / Gas - Charge Pump

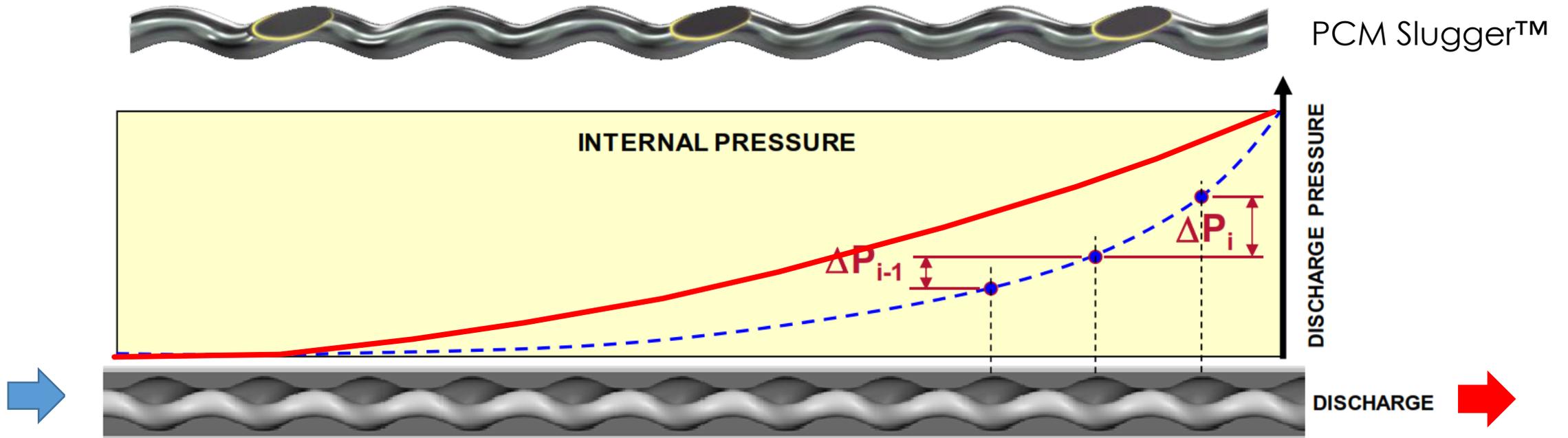


Alto Caudal
Bajo Lift

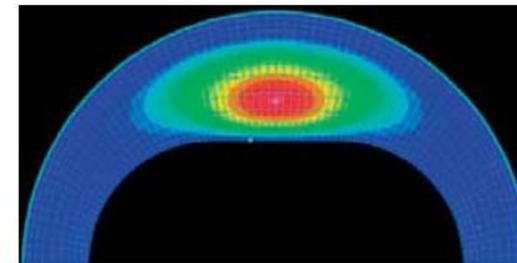
Bajo Caudal
Alto Lift



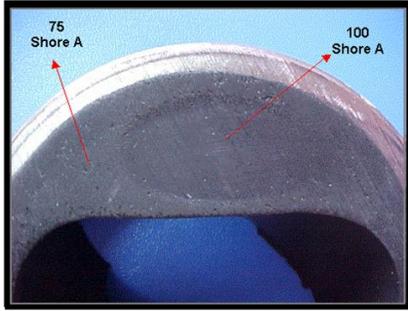
Fuente: Weatherford



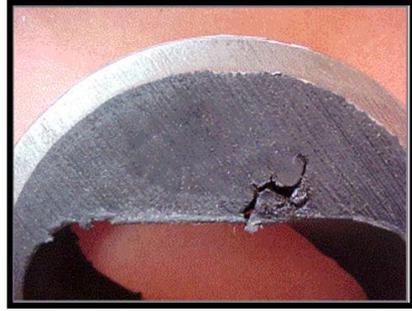
Problema: Distribución No Homogénea de la presión



Fatiga del elastómero - Histéresis



1- Endurecimiento



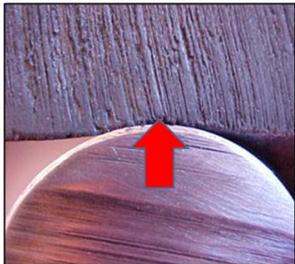
2 - Fisuras



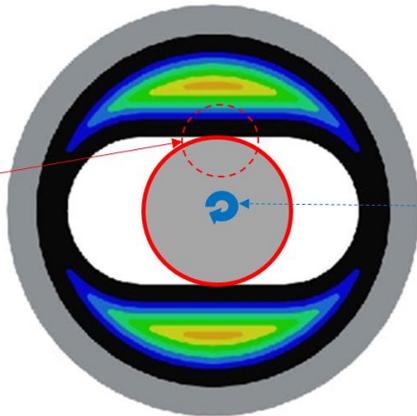
3 - Desprendimiento del elastómero

Imágenes: Marcelo Hirschfeldt

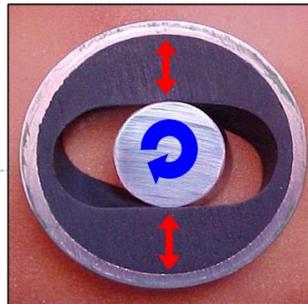
Interferencia



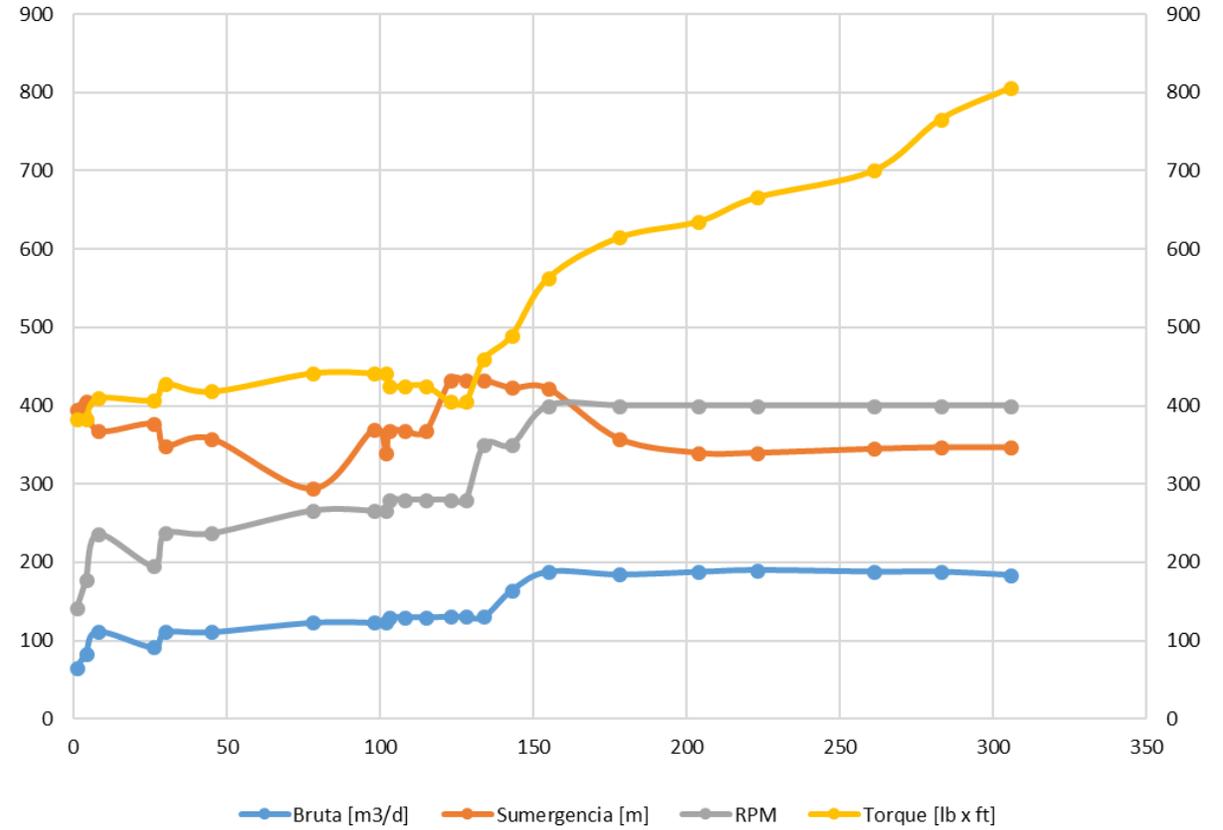
Dimensiona la amplitud de la deformación



Velocidad (RPM)



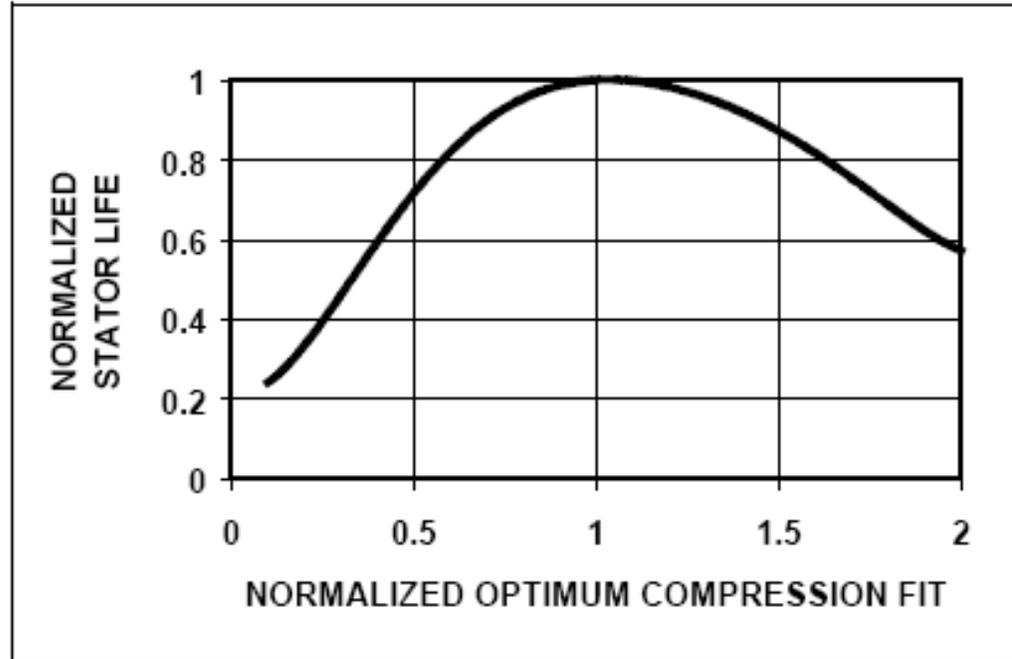
Controla la frecuencia de deformación



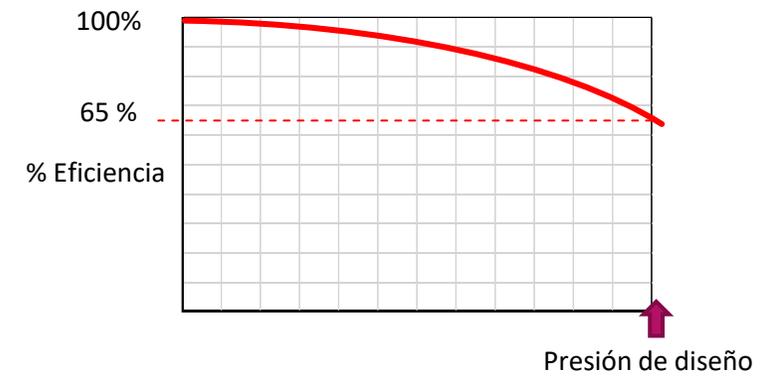
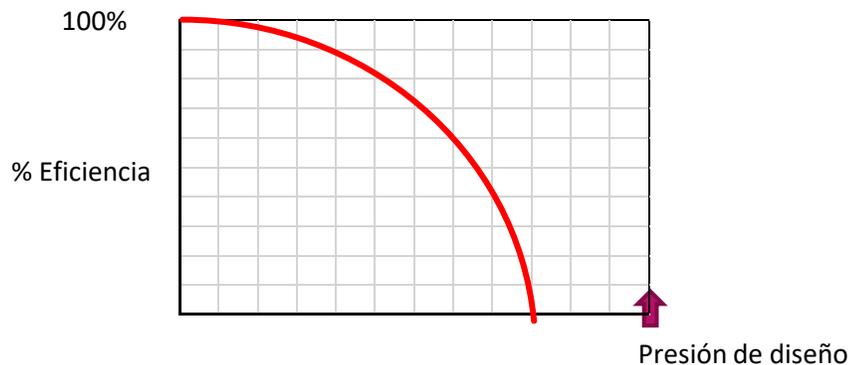
RECOMENDACIONES



► Selección de Interferencia entre Rotor y Estator, EL GRAN DESFÍO



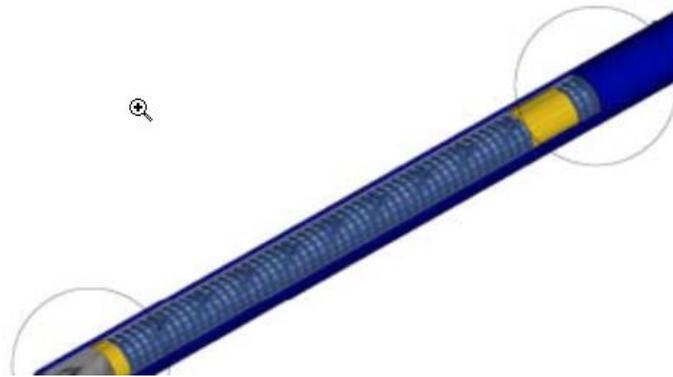
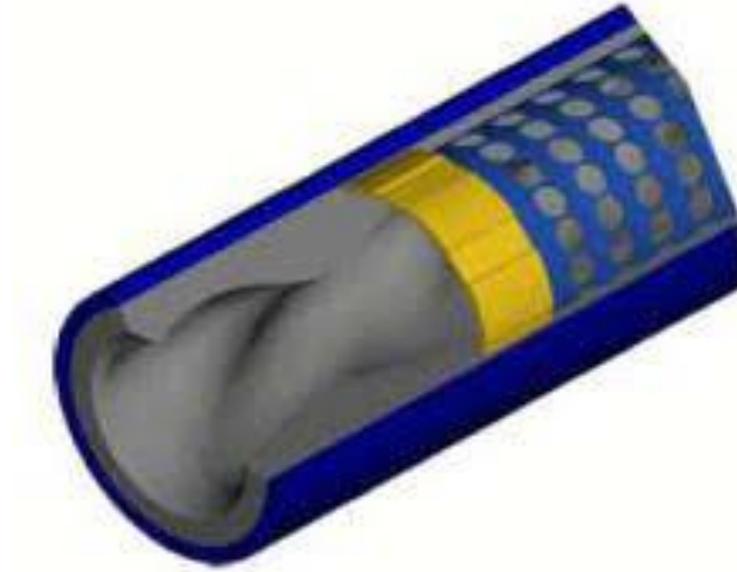
STATOR LIFE OF A POSITIVE DISPLACEMENT DOWN-HOLE DRILLING MOTOR
Majid S. Delpassand
R&M Energy Systems - A Unit of Robbins & Myers, Inc. Conroe, Texas



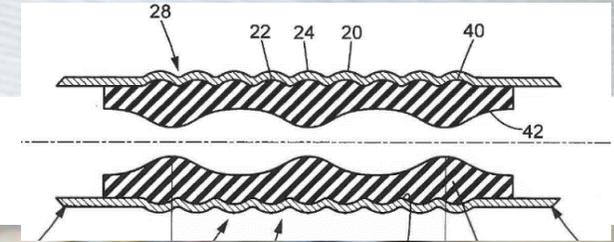
Adherencia de Elastómero al Housing



Fuente: Marcelo Hirschfeldt



Fuente: Weatherford - Metal Lock™



Fuente: PCM X-BOND™

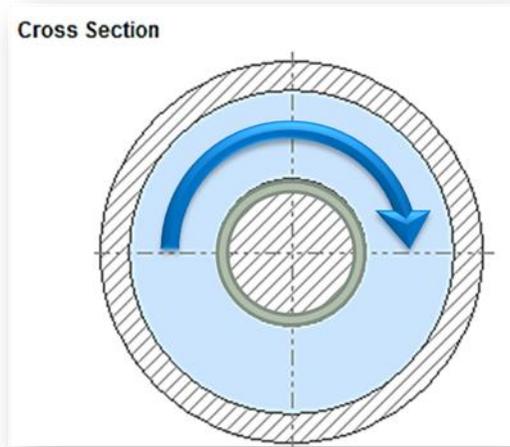
PÉRDIDAS DE PRESIÓN

$$\Delta P_{Friccion} = \frac{C \cdot Q \cdot \mu \cdot L_{tbg}}{(D_t - D_r)^2 \cdot (D_t^2 - D_r^2)}$$

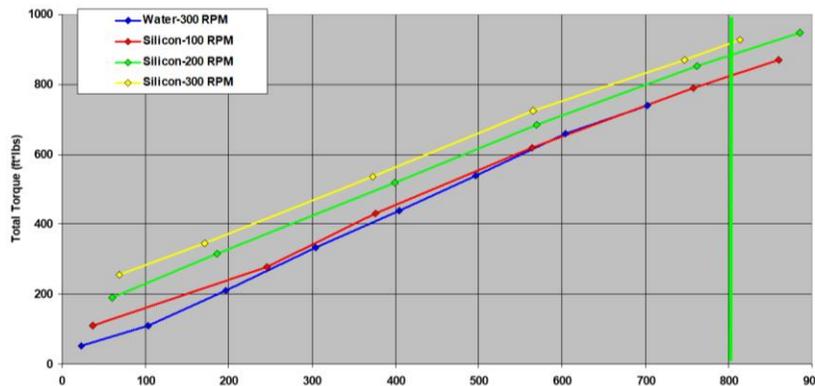


TORQUE FRICCIONAL VARILLAS-TUBING

$$\sum T_{resistivo} = \frac{CD_R^2 D_T^2 L \mu N}{D_T^2 - D_R^2}$$



TORQUE VISCOSO ROTOR-ESTATOR



Fluidos Viscosos

ÁREA DE FLUJO EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA

Pump Volume (m³ per 100 rpm)	Stator Tube OD	Cavity Opening Cross-Sectional Area		Cross Sectional View*	Rotor Pitch View*
	mm	sq mm	% Increase		
7	75.0	477			
8	88.9	871	83		
13	101.6	1103	35		
15	90.0	819			
22	88.9	1006			
23	108.0	1452	44		
32	88.9	987			
35	114.3	1767	79		
52	114.3	1839	55		
56	100.0	1187			

Fuente: Technological Enhancement of PC Pumps for Heavy Oil Production- Ken Saveth – Weatherford International, Ltd Weatherford . 2010

Fuente: Understanding how Viscosity and Gas can affect short and long term performance in PC Pumps. Evan Noble. 2010 SPE Artificial Lift Systems Applied Technology Workshop Cancun, MX2010



Cabezal (Drive Head)

Seguridad + Eficiencia +
Confiable

Cabezales Directos con PMM

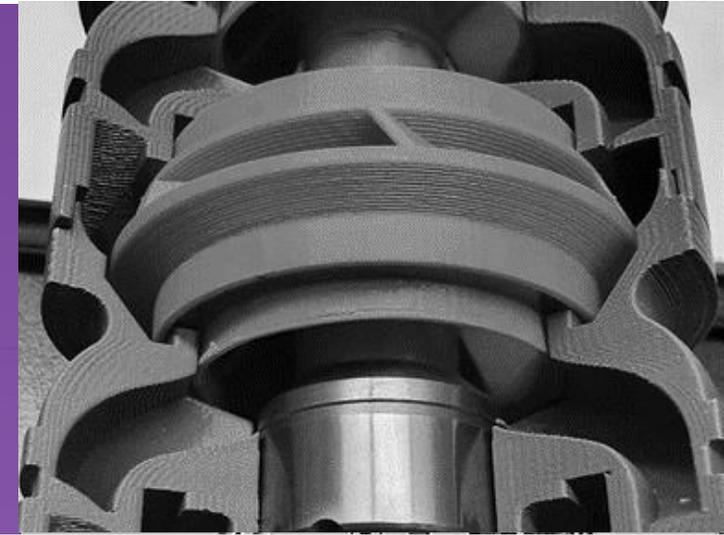


- Sin Caja Reuctora, Coreras y Poleas
- Reducción en el consume de energía del(10% – 20%)
- Practicamente, mantenimiento cero
- Cambio annual de aceite
- Vida util de rodamientos, mas de 10 años
- Control de BackSpin por discipación de energía

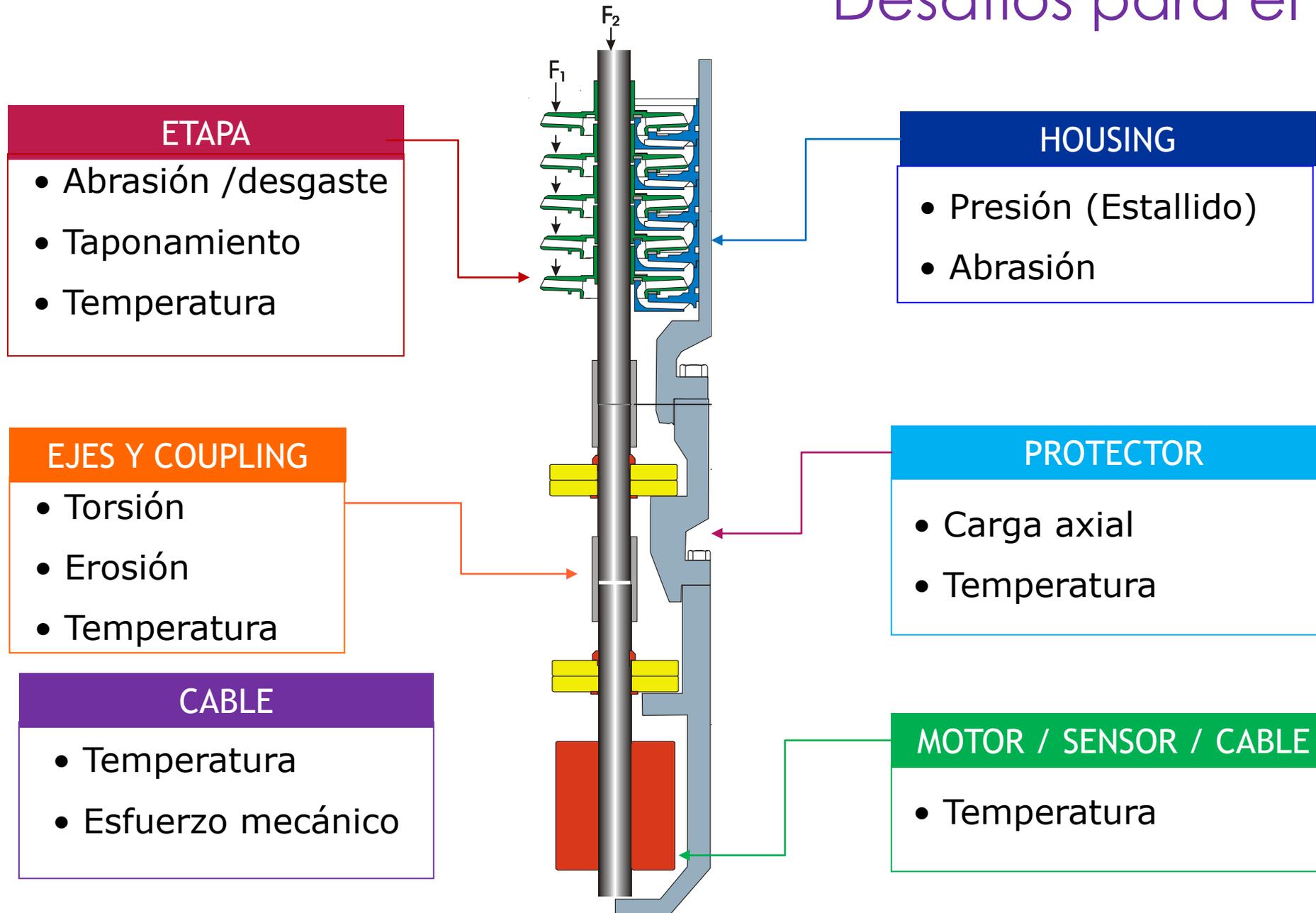
Fuente:



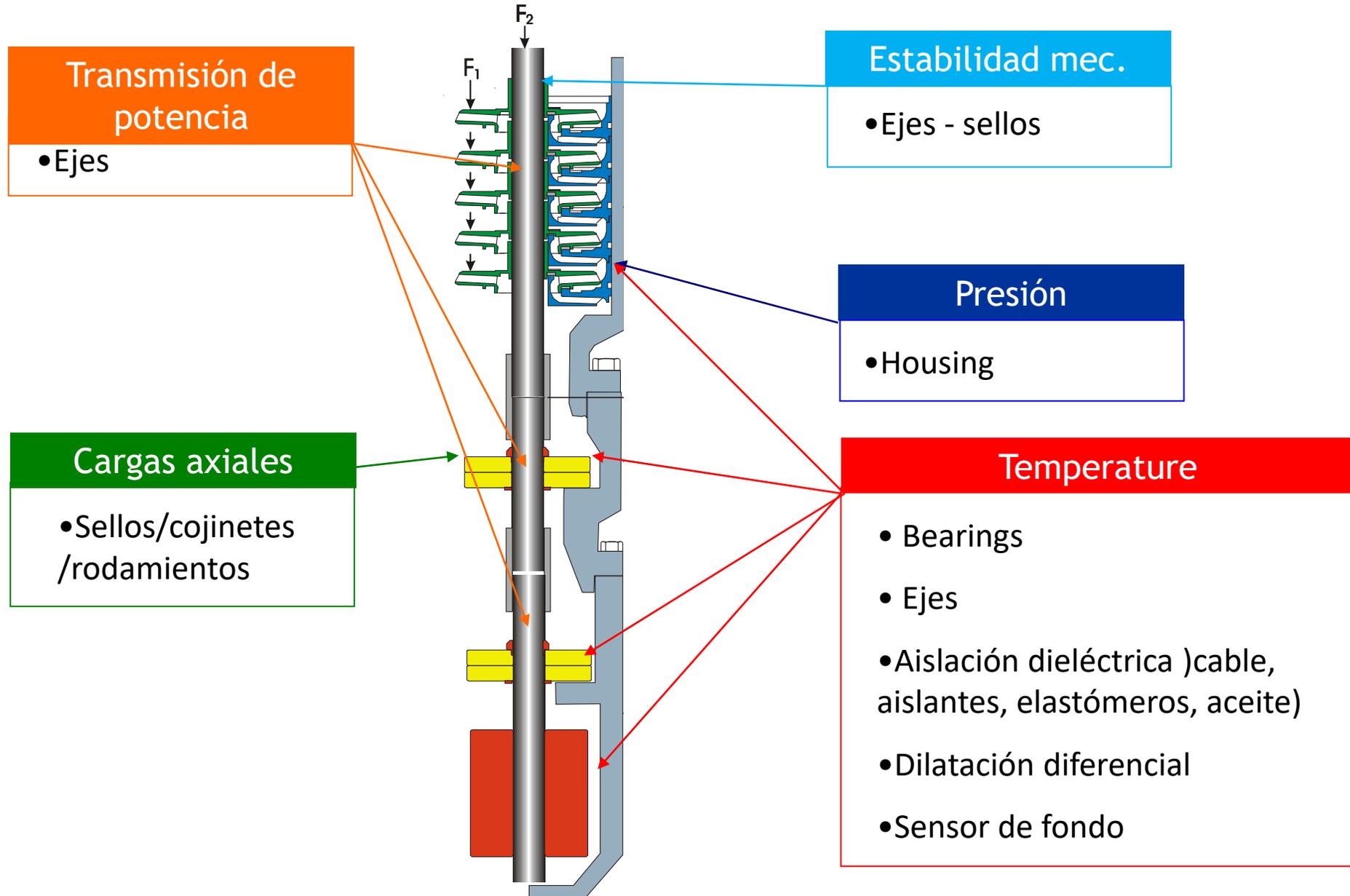
SISTEMA ESP



Desafíos para el sistema ESP

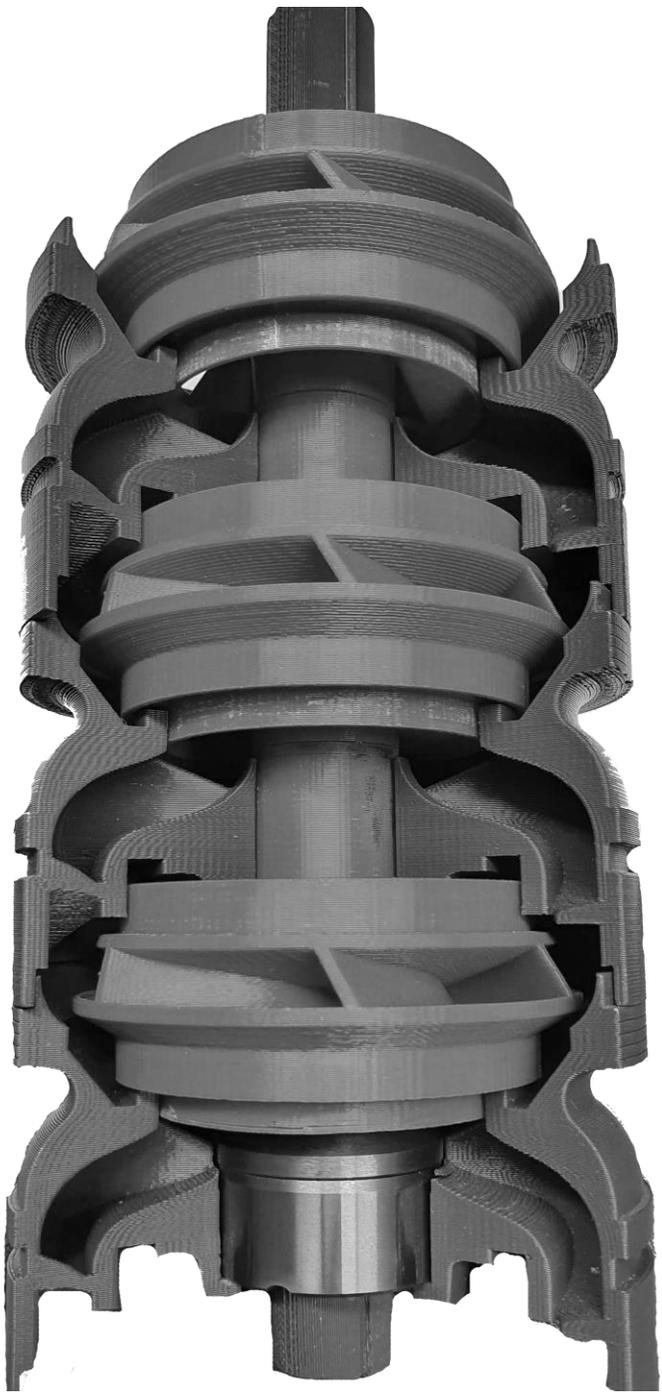


Límites Mecánicos del Sistema ESP - Factores



Como afecta la temperatura en el sistema ESP?

Extreme Temperature Technology Upgrades				
	Motor	Seal section	Pump	MLE
Minimized elastomers	■	■		■
Motor oil expansion tolerance		■		
Thermal expansion tolerance	■	■	■	■
Wide operation lubrication range	■	■	■	
Improved electrical insulation	■			■

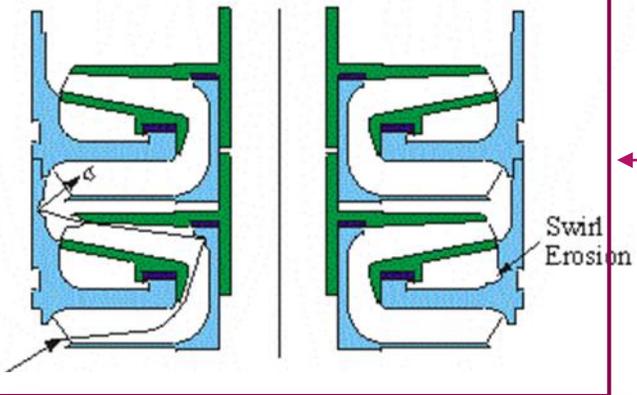


Bombas

Manejo de Arena

Arena - Problemas asociados

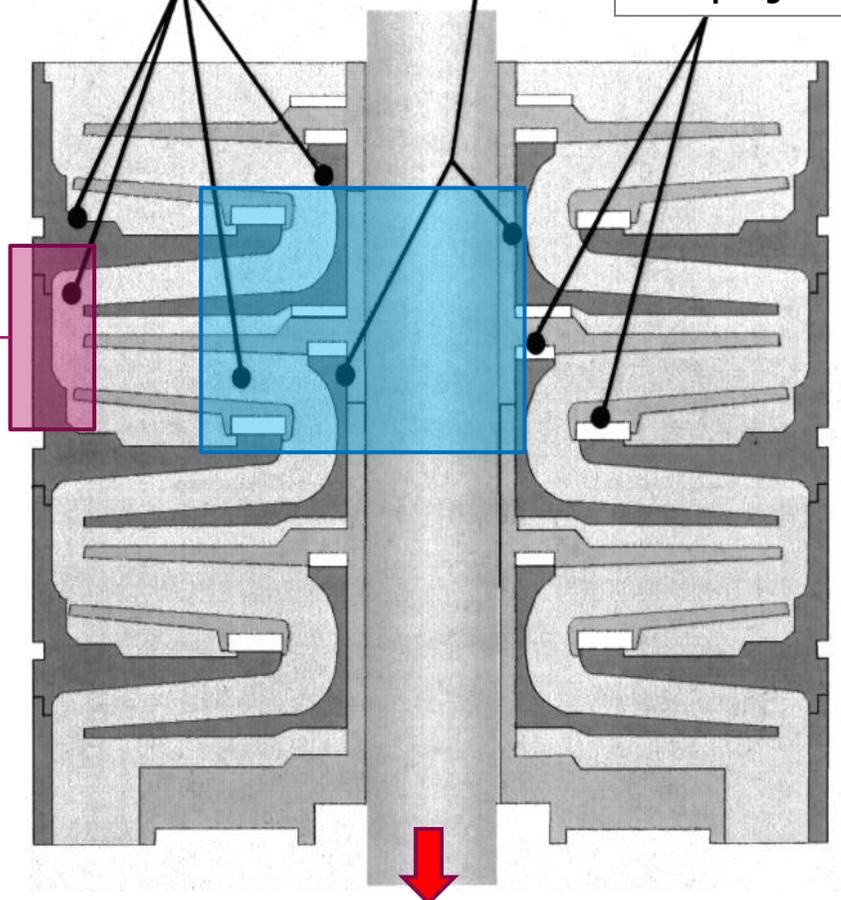
Couling Interior en las primeras etapas para modificar la agresividad de la arena (Ejemplo: ARMOR)



Areas de desgaste por abrasión

Desgaste radial

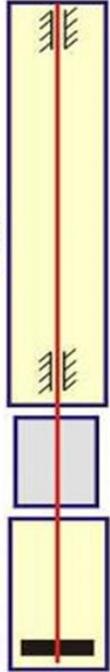
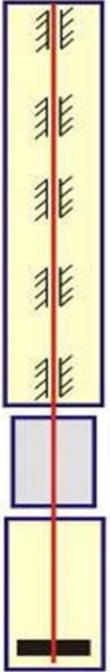
Desgaste en áreas de empuje



- Estabilización Radial
- Etapas Compression / Compression Modular



Estabilización de bombas – Resistente a la abrasión (AR)

Design	classical	radial-steady	semi-compression	compression
particle content g/l	0.2	0.5	1.0	1.0
Scheme				

(*). Considerar el grado de agresividad de la arena

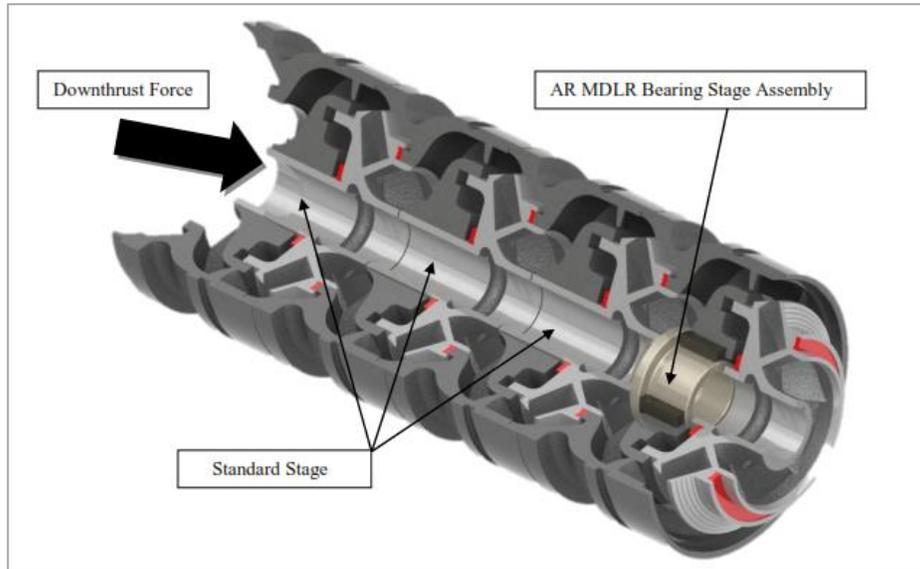
Fuente: Novomet



Compression Modular

Imágenes: Marcelo Hirschfeldt

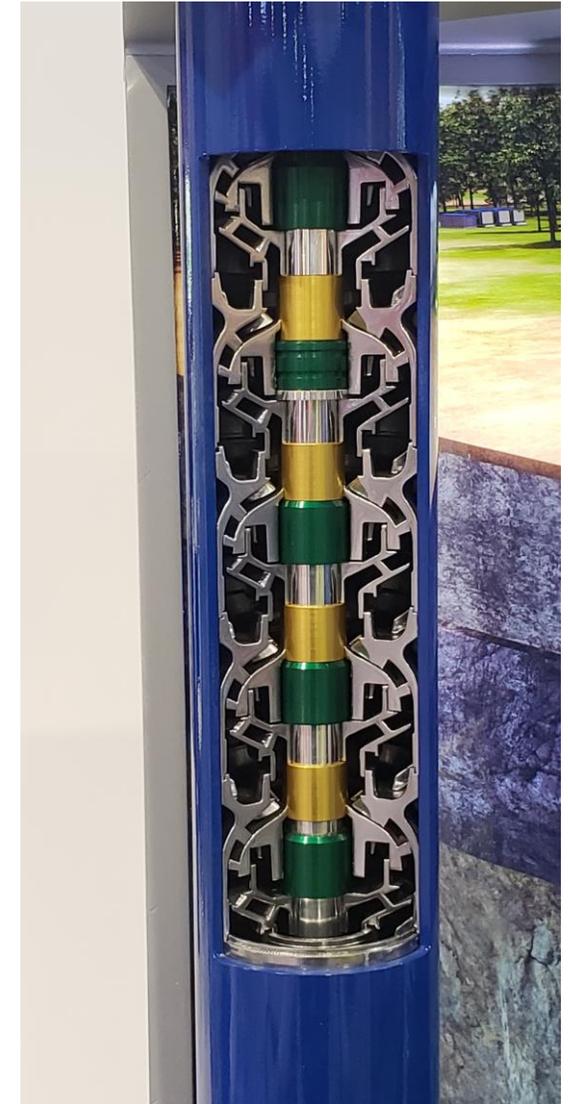
Etapas Compression Modular



- No requiere de "Shiming" Campo
- Soporta esfuerzo de Downthrust y Upthrust
- No se ve afectado por la dilatación térmica diferencia entre Eje y Difusor



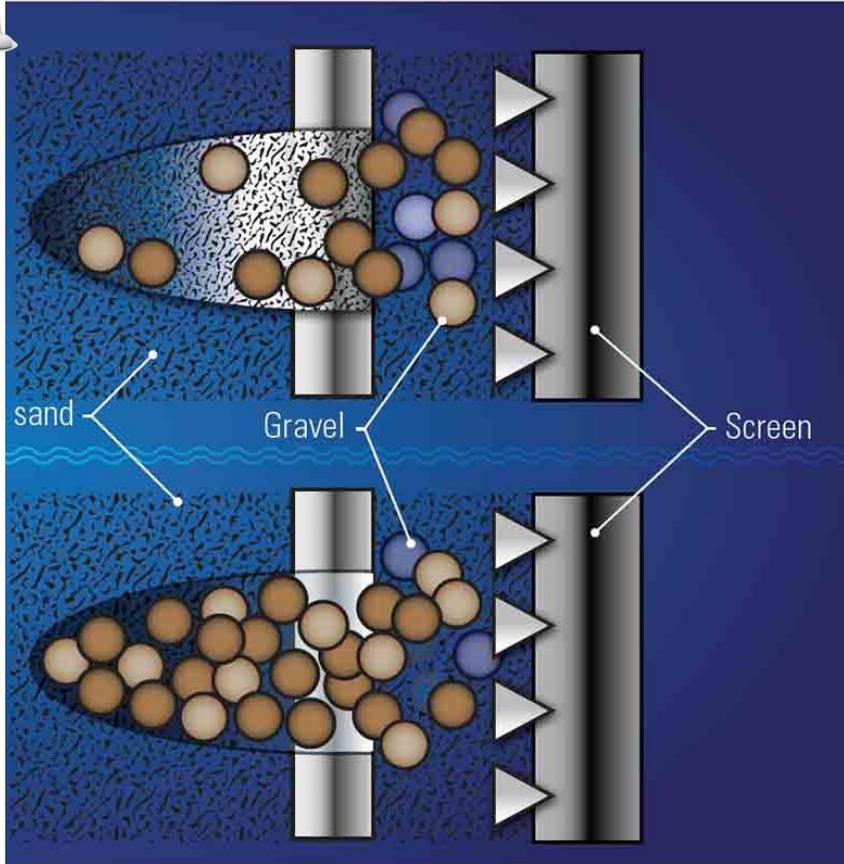
Etapas Estabilizadas Radialmente





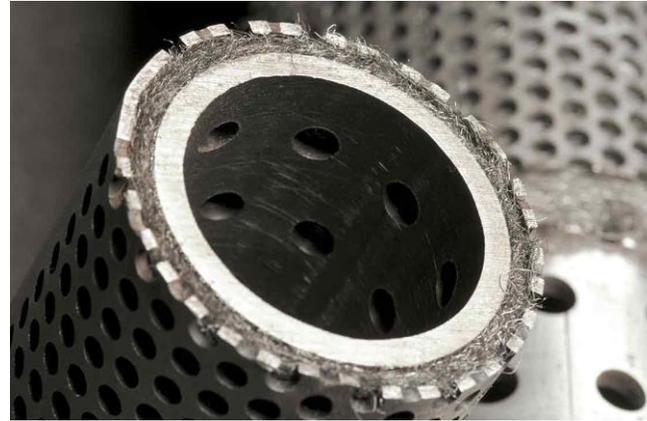
Sand Control

Sand handling



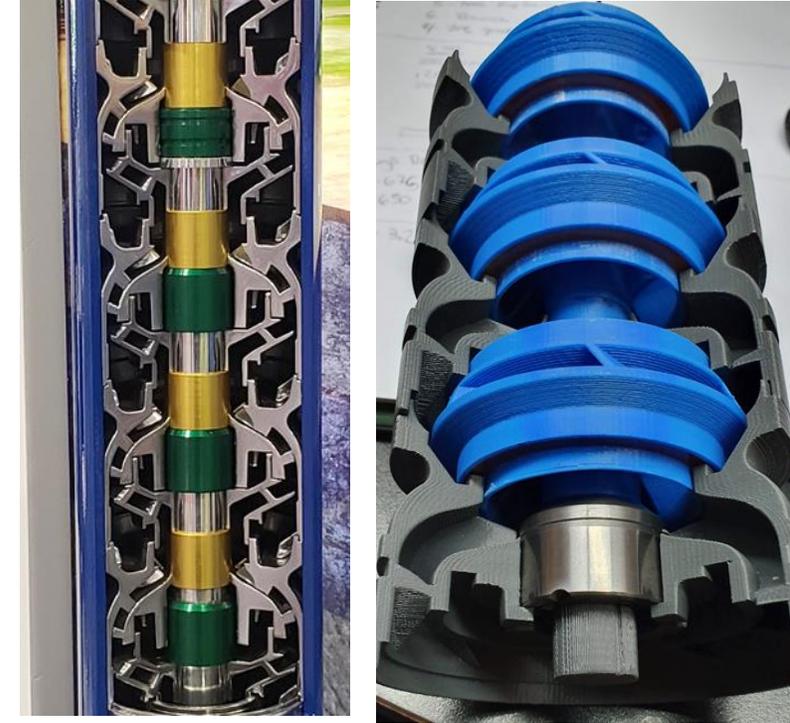
Fuente: Schlumberger

Filtrado

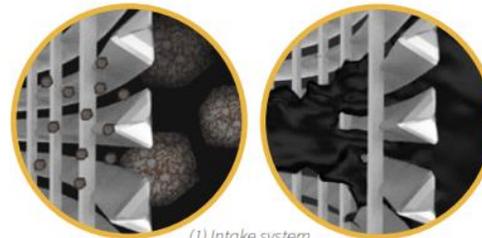


Mesh Rite (Schlumberger)

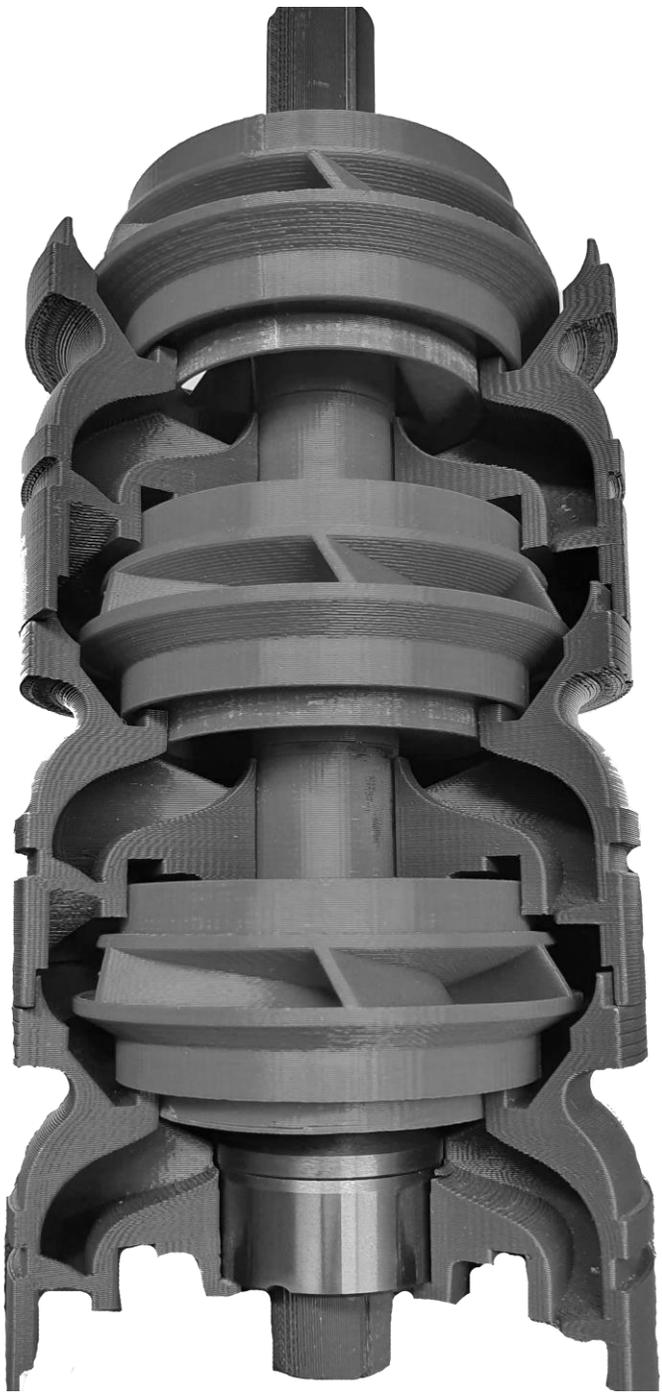
Arreglo de bomba



Imágenes: Marcelo Hirschfeldt



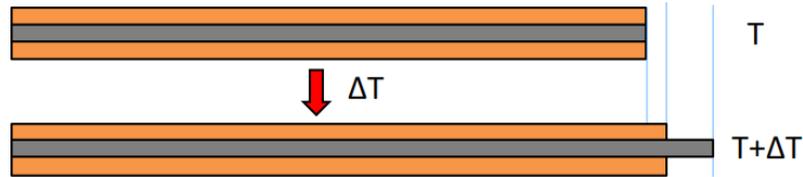
ESP Screen Vortex Desander™
Odessa Separators



Bombas

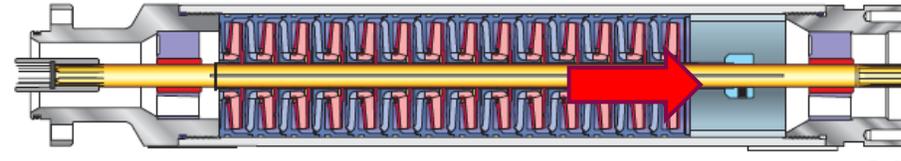
Efectos de la temperatura

Expansión térmica diferencial de componentes de la bomba en etapas compression



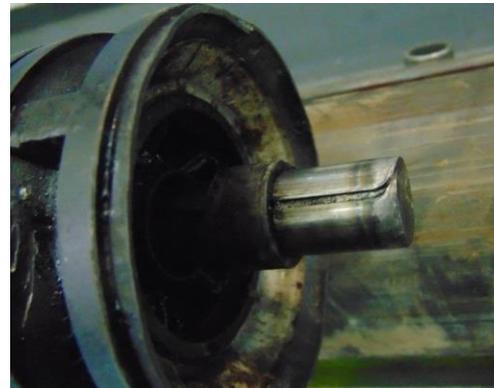
Fuente: Schlumberger

Thermal expansion coefficients		
Material	Coefficient	Relative to CS
INC 625	0.00000710	1.0565
CS 1026	0.00000672	1.0000

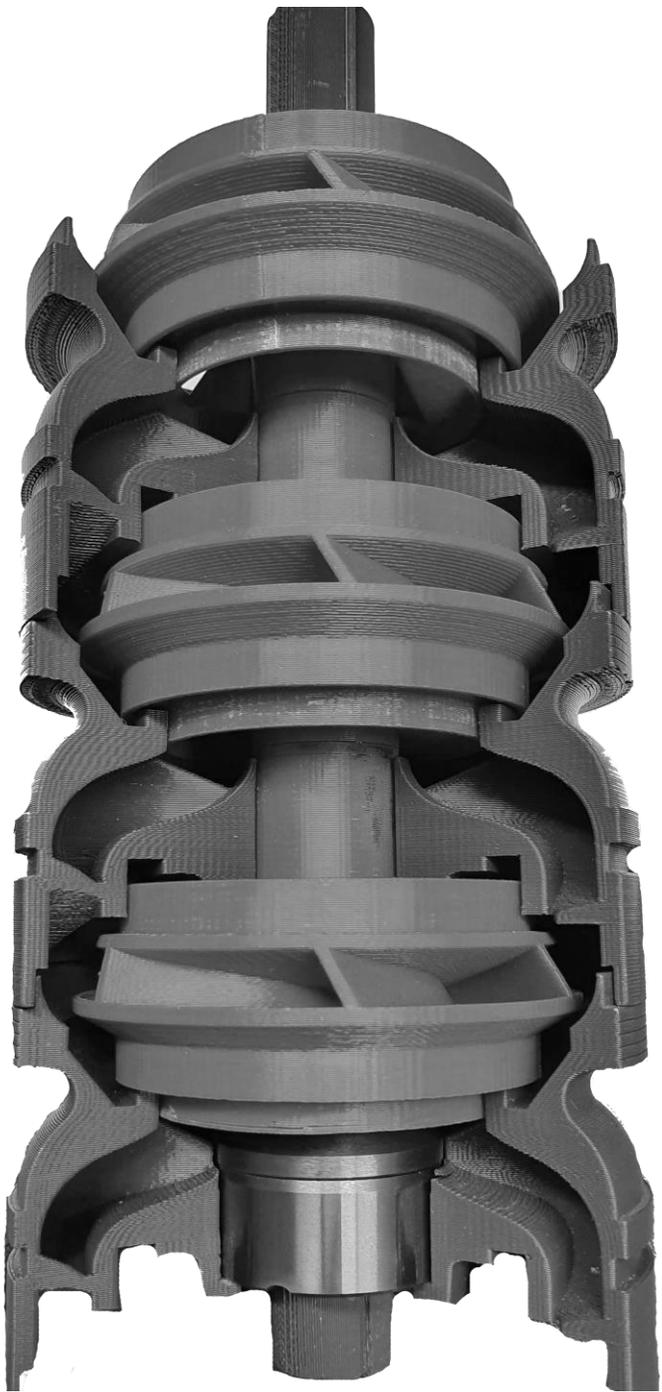


- Provocada por La baja refrigeración, ya sea por temperatura de fondo, excesos de gas en la bomba, o deficiente transferencia de calor (ejemplo ESP Dual Concentric Completion).
- El eje arrastra a los impulsores a trabajar en Upthrust aprisionando la bomba

Concentración de puntos calientes en el eje.



- Idem Anterior
- Deposición de Scale entre el eje y el Hub



Bombas

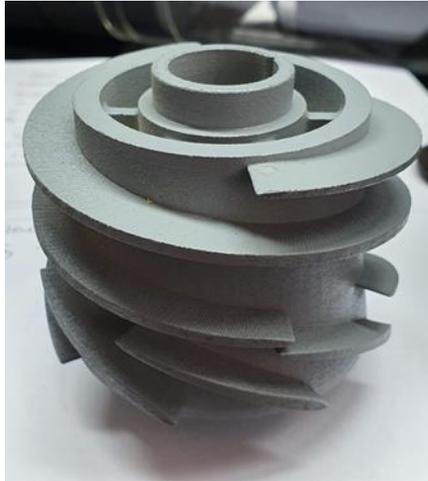
Manejo de Gas

Ejemplo de utilización de elementos para manejo de gas

Deparador dinámico

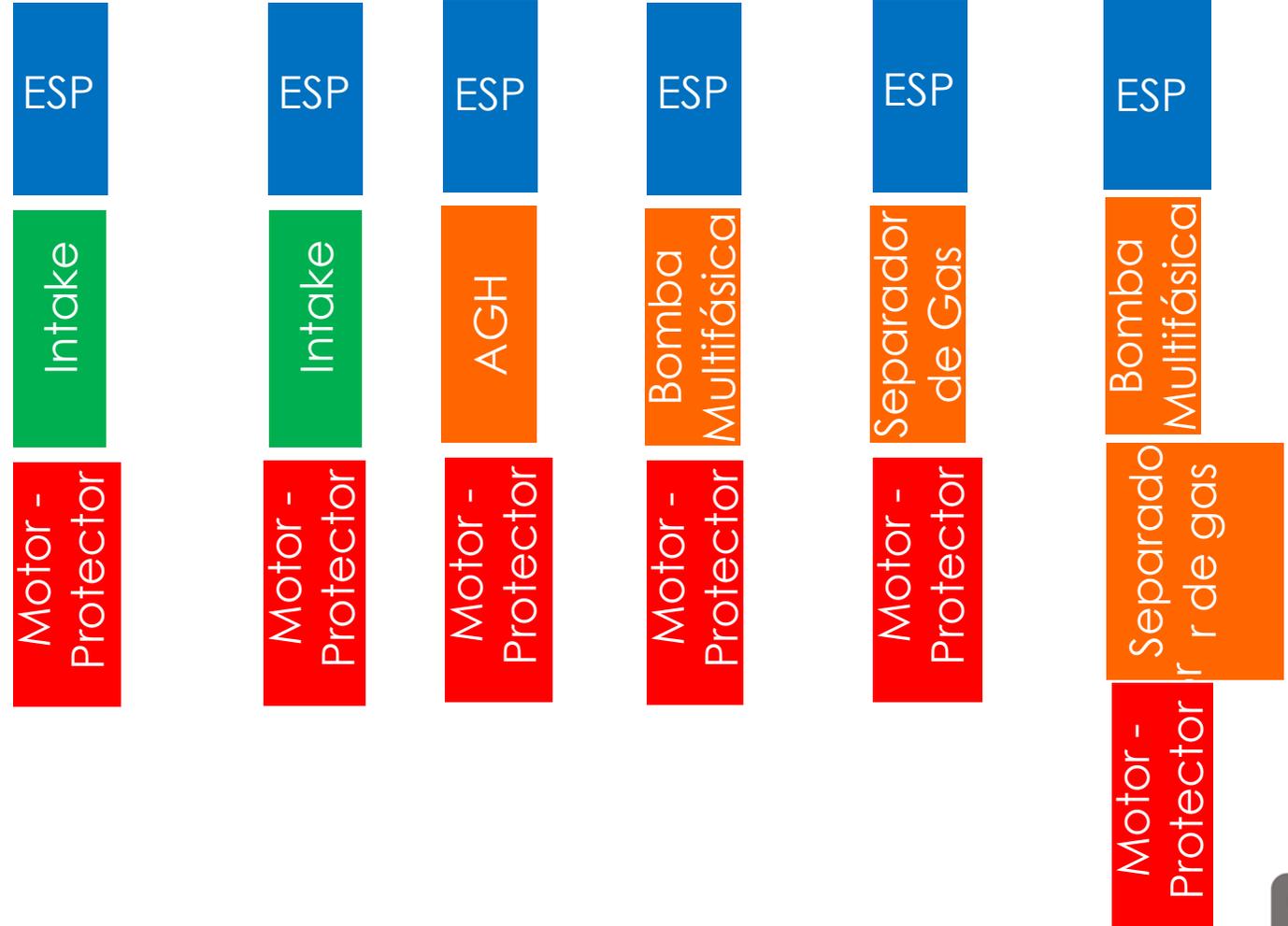
Advance Gas Handler / Bba. Multifásica

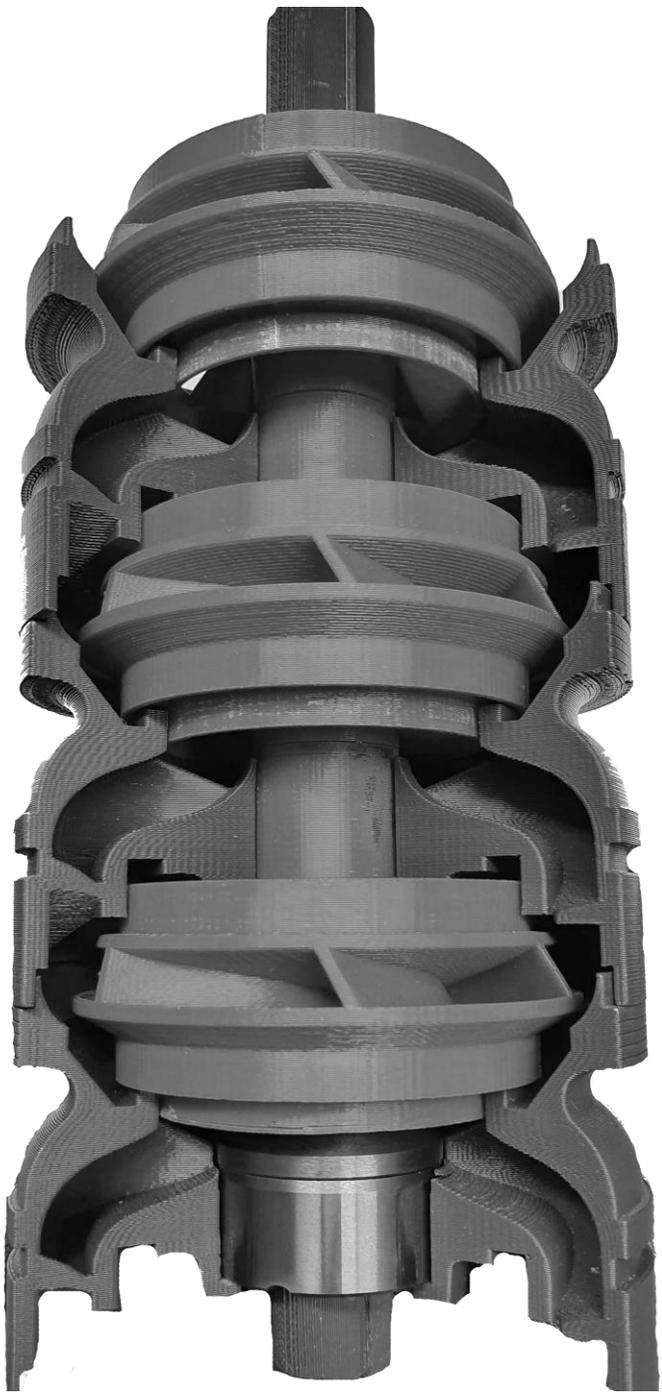
Aumento de % de Gas en la Entrada de la Bomba



Fuente: GE

Fuente: Novomet

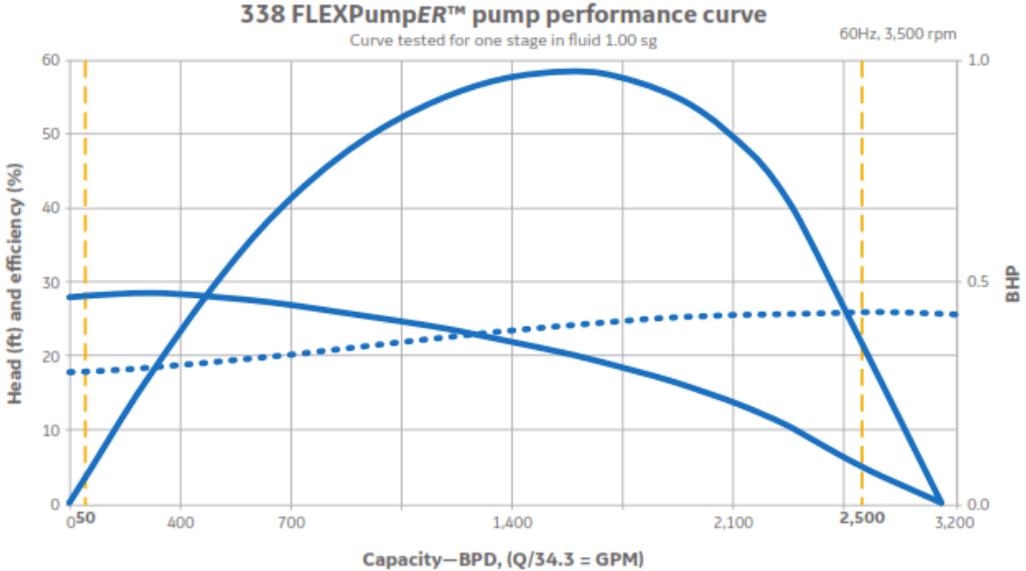
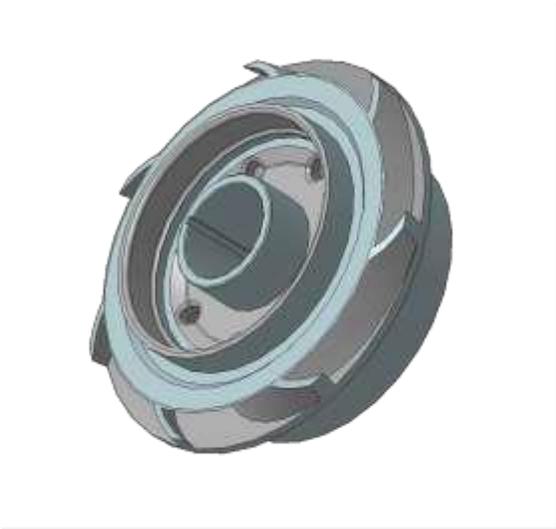
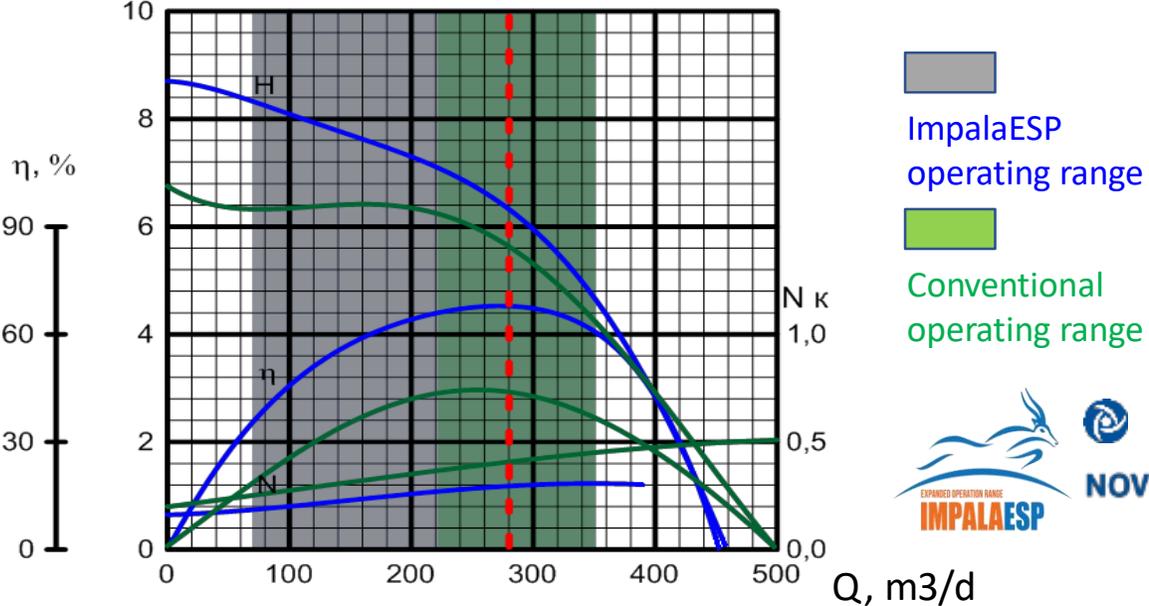




Bombas

Rango Extendido / Slim

BOMBAS DE RANGO EXTENDIDO



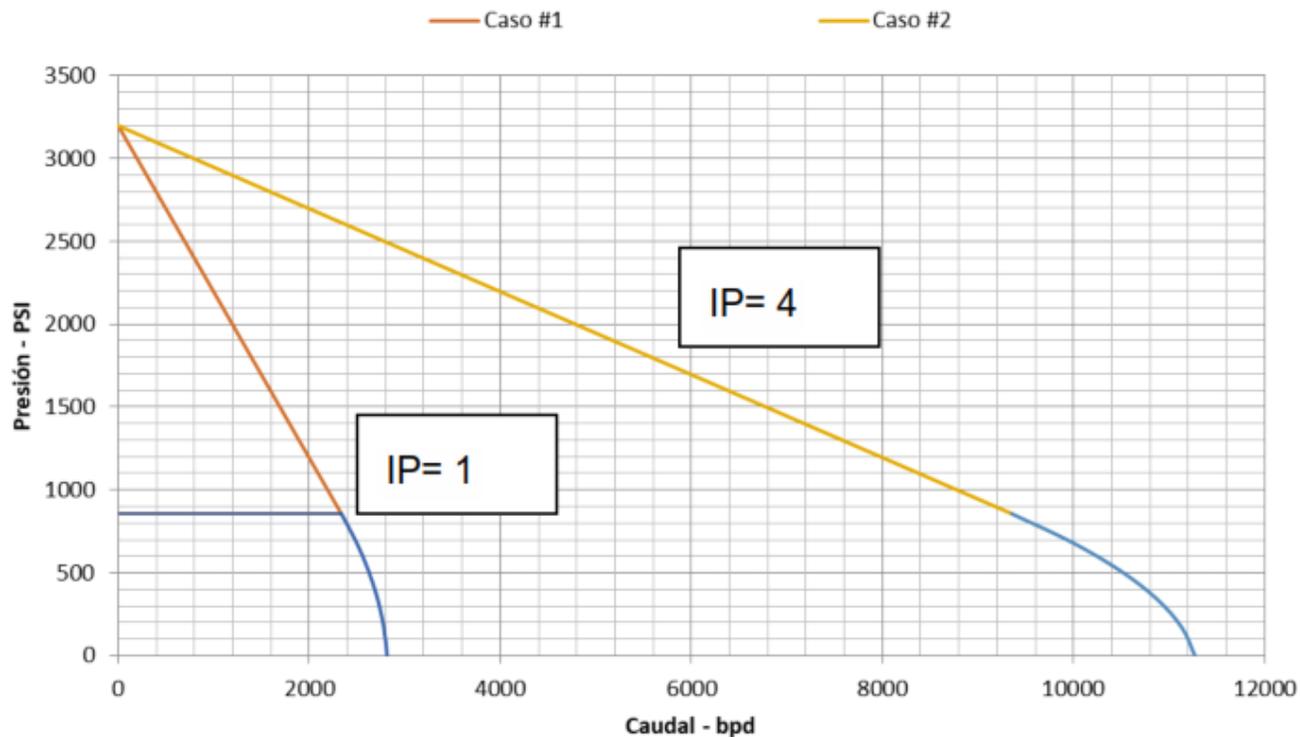
Patented technology

FLEXPumpER™ extended range pump from Baker Hughes

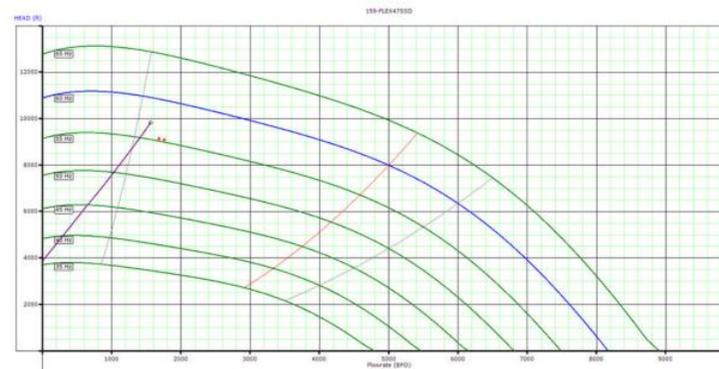


RECOMENDACIONES

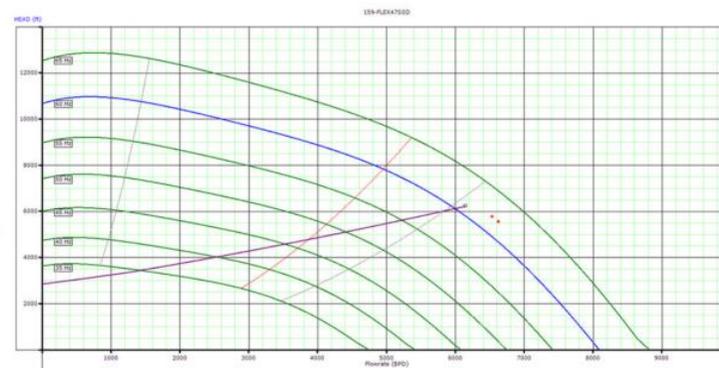
- Hay que acotar el rango de incertidumbre del potencial del pozo, presente y futuro.



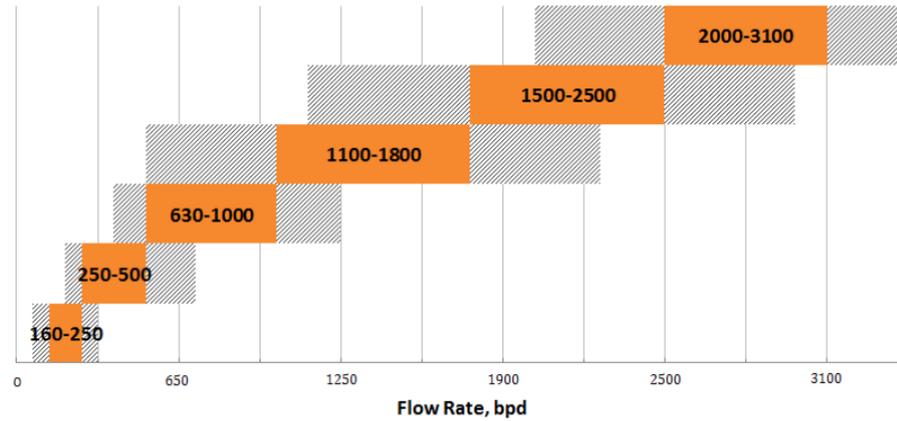
IP: 0.7



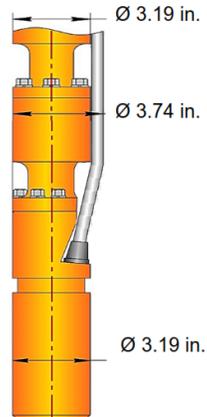
IP: 6.0



319 series—Flow rates



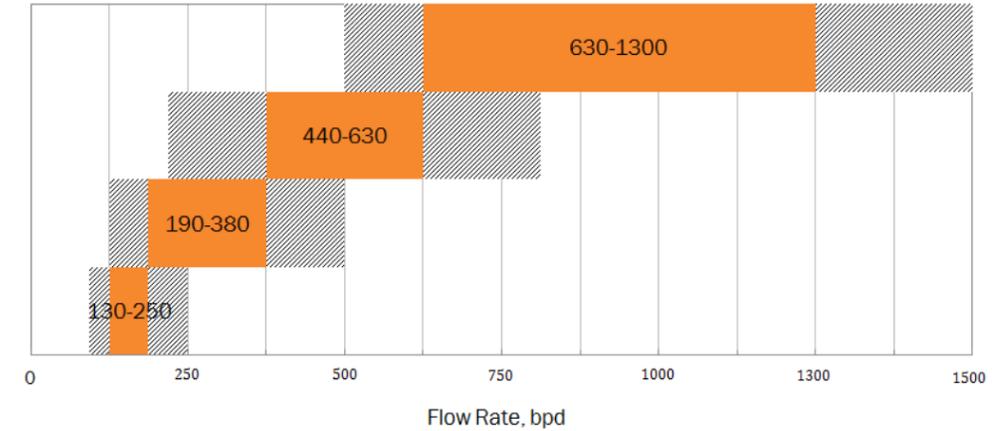
 - Nameplate flow rate
 - Operating flow rate



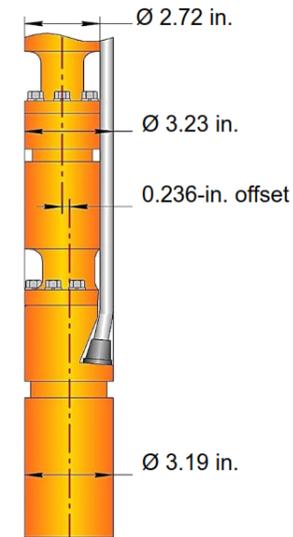
Series	319/B
Pump OD, in./mm	3.19/81
Motor OD, in./mm	3.19/81
Max OD of ESP system, in./mm	3.74/95
Drift Casing 4½-in. (15.1lb/ft), in./mm	3.83/97.1

Stage	Flow Rate, BPD	Rotation Speed, RPM	Eff, %
NB (160-250)H	160-250	3000 6000	40
NBV (250-500)H	250-500	3000 6000	52
NB (630-1000)H	630-1000	3000 6000	63
NB (1100-1800)H	1100-1800	3000 6000	64
NB (1500-2500)H	1500-2500	3000 6000	68
NB (2000-3100)H	2000-3100	3000 6000	70

272 series—Flow rates



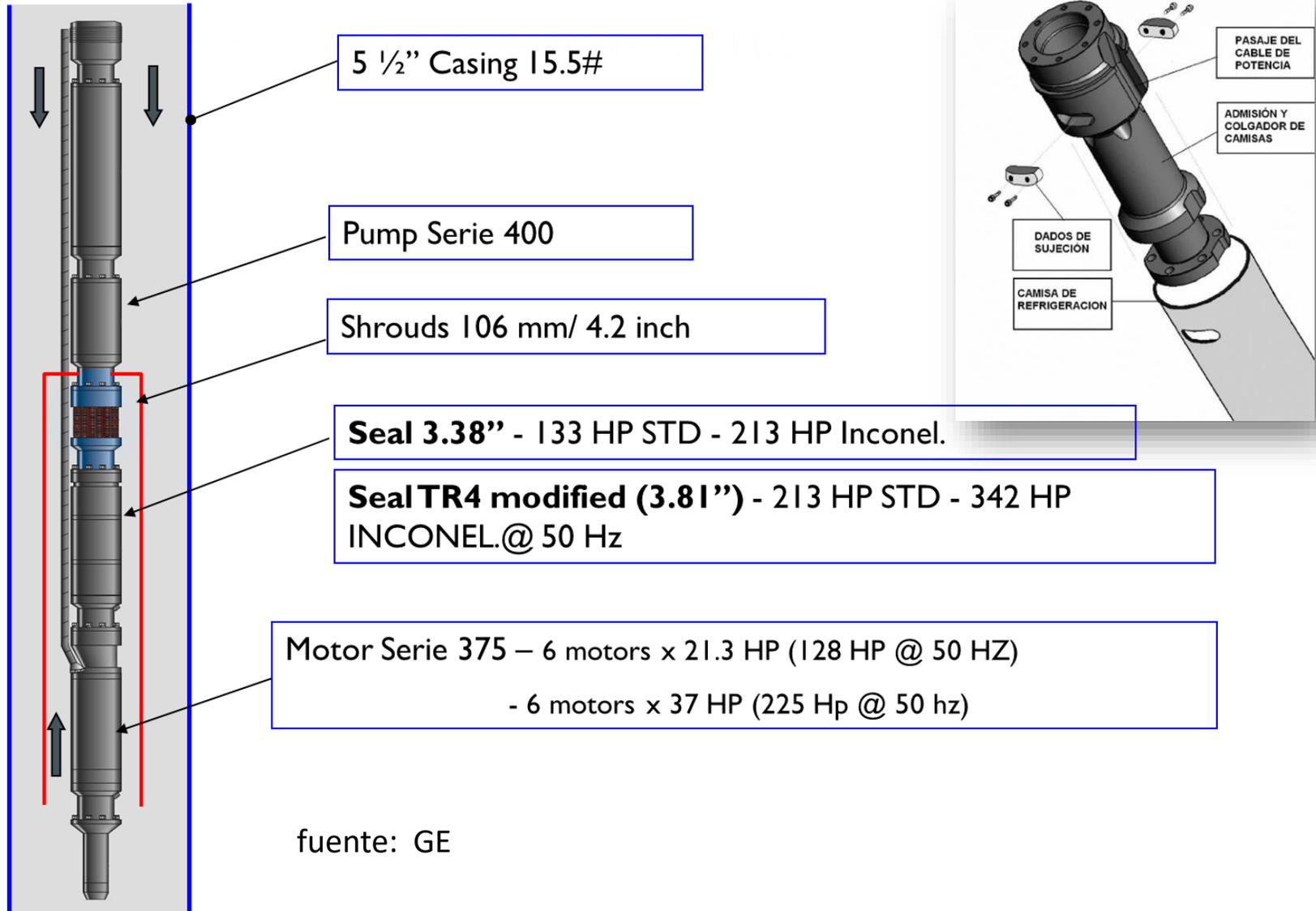
 - Nameplate flow rate
 - Operating flow rate



Series	272/A
Pump OD, in./mm	2.72/69
Motor OD, in./mm	3.19/81
Max OD of ESP system, in./mm	3.23/82
Drift Casing 4" (13.4 lb/ft), in./mm	3.34/84.8

Stage	Flow Rate, BPD	Rotation Speed, RPM	Eff, %
NAV (130-250)H	130-250	3000 6000	44
NAV (190-380)H	190-380	3000 6000	48
NAV (440-630)H	440-630	3000 6000	61
NAV (630-1300)H	630-1300	3000 6000	58

Instalación de equipos encamisados

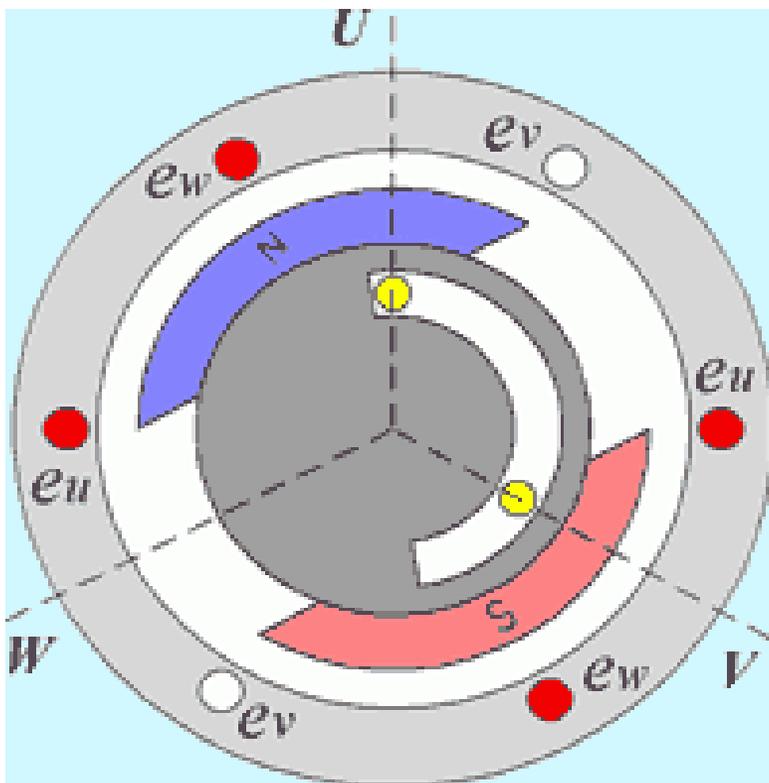


fuelle: GE



PMM (Permanent Magnet Motor)

MOTOR DE IMÁN PERMANENTE (PMM)



Fuente: Novomet

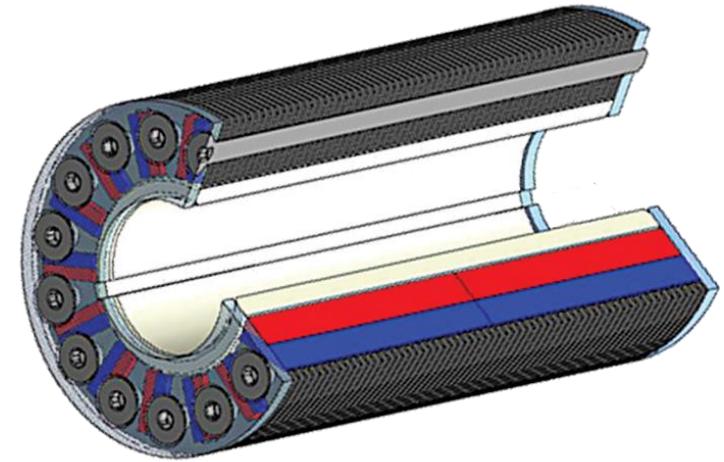
- El motor de imán permanente (PMM) es un motor sincrónico.
- Estator similar a la de un motor asíncrono.
- Los rotores tienen imanes permanentes hechos de aleaciones de samario-cobalto forzando altos niveles de inducción magnética

PRINCIPALES VENTAJAS

- Alta eficiencia energética
- Menor tamaño y peso para transmitir la misma potencia que uno de inducción.
- Alta confiabilidad
- Rango de operación entre 500-6000 RPM
- Menor generación de calor y menor requerimiento de refrigeración (0,1 pie/seg)
- Curva de entrega de torque constante

PMM 460 series:

- 14 poles
- Working range: **100-1500** rpm
- Torque **up to 764** N*m



Specifications

PMM type	Max power	Nominal voltage	Nominal current	Nominal frequency	Cos ϕ	Efficiency	Torque	Minimal casing ID	Colling speed	Length	Weight
	HP	V	A	RPM		%	N*m	In. (mm)	not less ft/sec (m/sec)	ft (m)	lbs (kg)
N460PM107	107	3020	19.7	1,000	0.95	89,4	764	4.8 (123)	0.07 (0.02)	31.7 (9.7)	1,623 (736)



RIG LESS ESP

RIGLESS ESP



Imagen: Access ESP

Wireline Deployed Pump



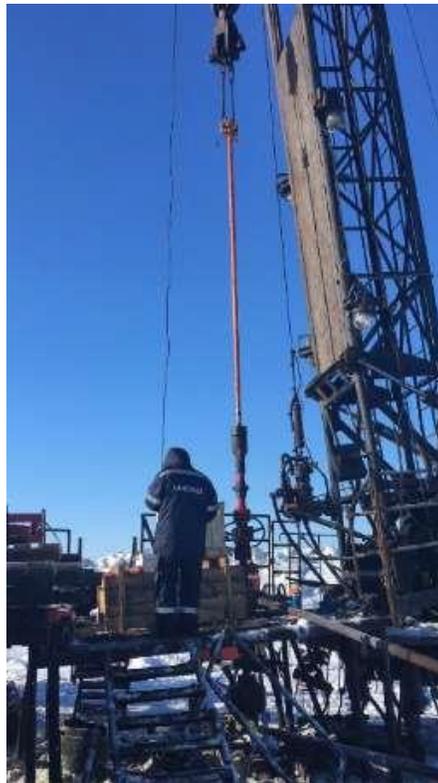
Imagen: Novomet Colibri (Iraq)

Cable Deployed ESP



Imagen: Schlumberger RedaCoil

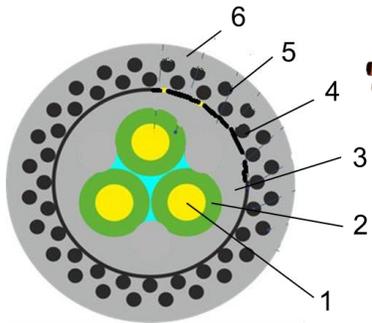
Coiled Tubing Deployed ESP



Cable Deployed ESP



CARRYING CABLE AWG#8 CR0



1. Cable conductor (3 pcs.).
2. Insulation.
3. Polymer shell.
4. 1st coil of carrying wire
5. 2nd coil of carrying wire
6. Polymer shell.

Colibrí ESP 217-series (Inside 27/8" Tubing)

Rango de frecuencia: 3,000- 8,500 RPM)

Rango de caudal: 25 – 110 m³/d



Sistemas Híbridos

ES PCP

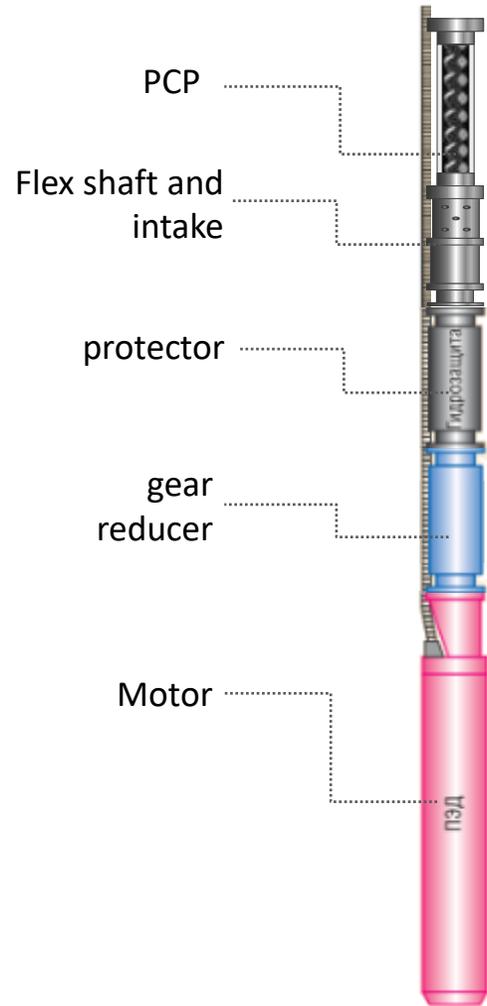
RDCP (Rotary displacement pump)

RDCP Rotary displacement pump for high-viscosity fluids and low-flow wells

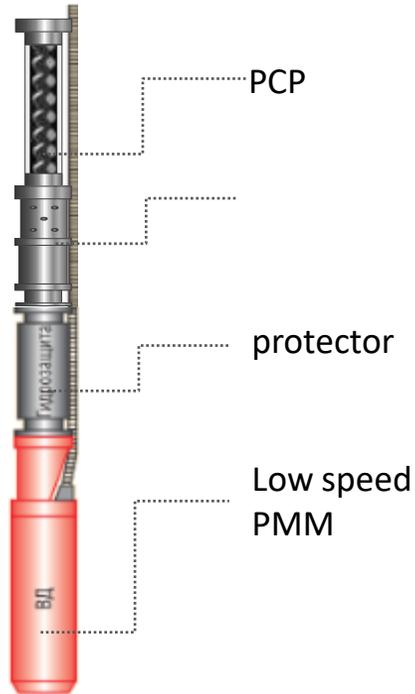


Series		N362RDCP63	N406RDCP315
Capacity range		32 – 94 BPD 5 – 15 m ³ /d	125 – 345 BPD 20 – 55 m ³ /d
Nominal head per stage	1 cSt	66 ft 20 m	114 ft 35 m
	30 sCt	114 ft 35 m	164 ft 50 m
Head per unit (53 stages)	1 sCt	1,738 ft 530 m	3,444 ft 1050 m
Viscosity, cSt		30 – 5,000	30 – 2,000
Efficiency(%)	1 cSt	20	30
	30 sCt	40	40
Rotation speed, RPM		500 – 1,000	500 – 1,000
Nominal rotation speed, RPM		750	1000

PCP with standard motor



PCP with low speed PMM



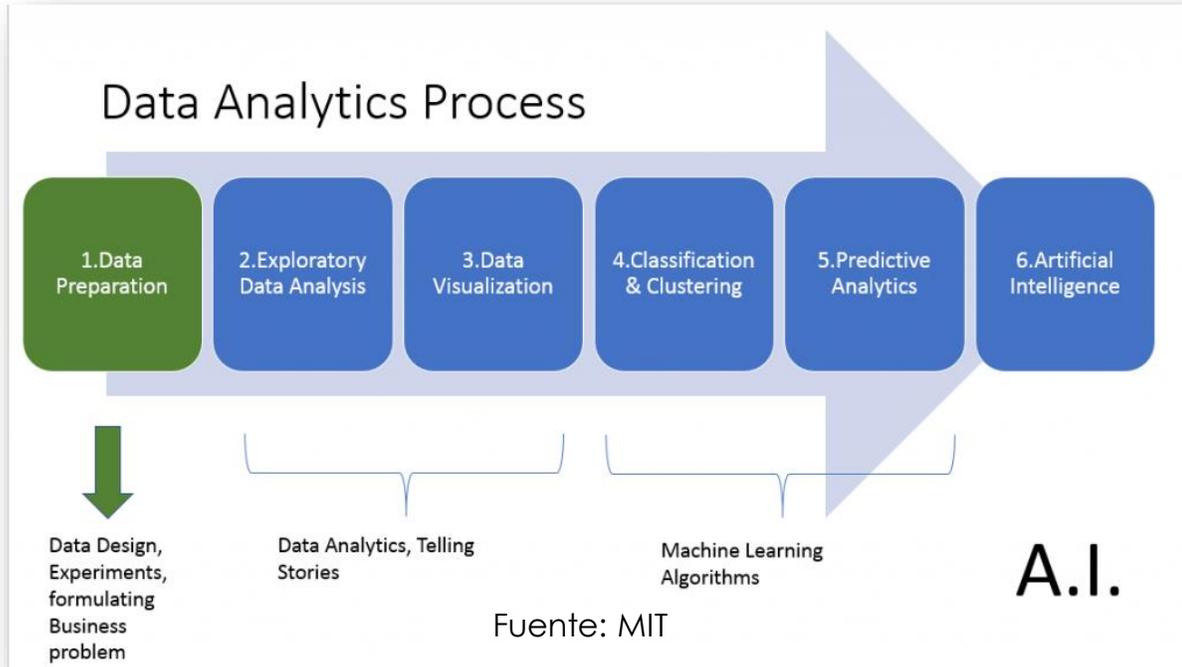
- No gear reducer
- Up to **15%** less power consumption
- Decreased motor heating by **20-25%**
- Motor is shorter and lighter by up to **60%**
- Reduced general losses up to **2 times**

Maximal OD	4.05" 103 mm
Maximal length, m	9.8 ft 9 m
Shaft frequency range, rpm	100-500 rpm
Capacity based on water (±10%) within frequency range 100-500 rpm	38, 157, 314, 503 bpd 6, 25, 50, 80 m ³ /day
Head at rated flowrate	6560 ft 2000 m
Efficiency at rated flowrate	40-60%

Data Analytics & Machine Learning

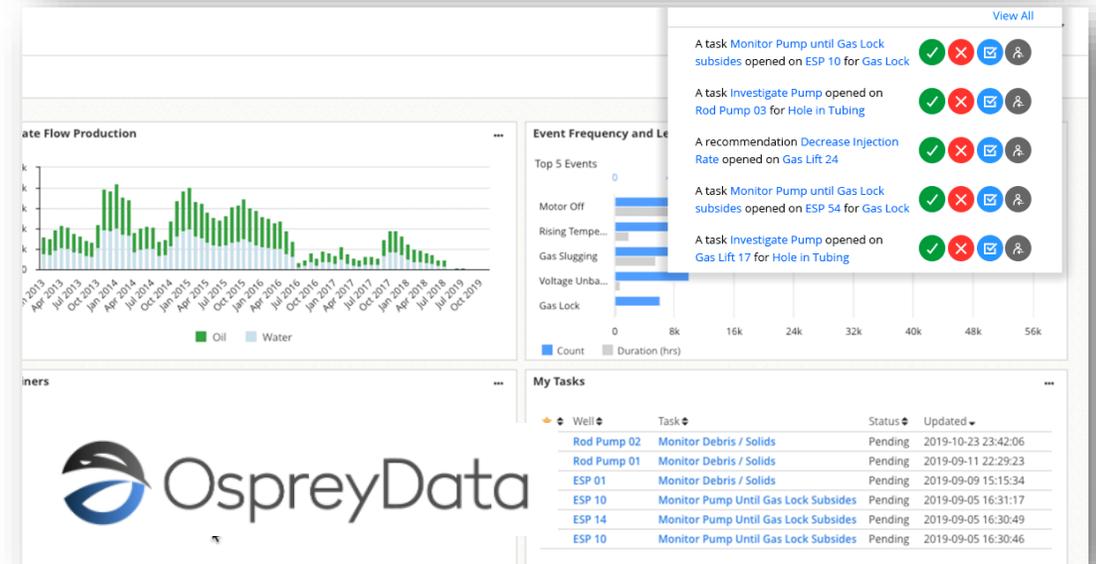


Data Analytics & Machine Learning



MACHINE LEARNING

- Enfoque de aprendizaje automático guiado por expertos.
- Los expertos marcan problemas y soluciones a lo largo de la historia del pozo y utilizamos estos datos etiquetados para entrenar modelos para detectar y resolver los mismos problemas.



Fuente:

<https://www.ospreydata.com/>

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES

- ▶ **Conocer y Entender** los principios de funcionamiento, límites mecánicos y mecanismos de fallas de los componentes de los SLA, nos permitirán tomar mejores decisiones.
- ▶ **Las condiciones son cambiantes** y a veces inciertas por lo que no debemos esperar que un solo tipo de SLA presente un desempeño eficaz para variables relacionadas con el caudal y manejo de condiciones adversas.
- ▶ La **Selección de los SLA** debería comenzar con el diseño del plan de desarrollo
- ▶ **Existen soluciones** que de no ser bien aplicadas, pueden generar problemas mayores a los ya existentes.
- ▶ La implementación **nuevas tecnologías** requiere de las **decisiones estratégicas** de una compañía basada en los beneficios que esta puede aportar.

CONOCIMIENTO + COMPROMISO + DECISIONES



Muchas Gracias

CONTACTO

Clemente Marcelo Hirschfeldt

OilProduction Consulting

marcelo@oilproduction.net +549297 419-7379 (WA)

[Linkedin](#)

www.opogc.com

www.oilproduction.net

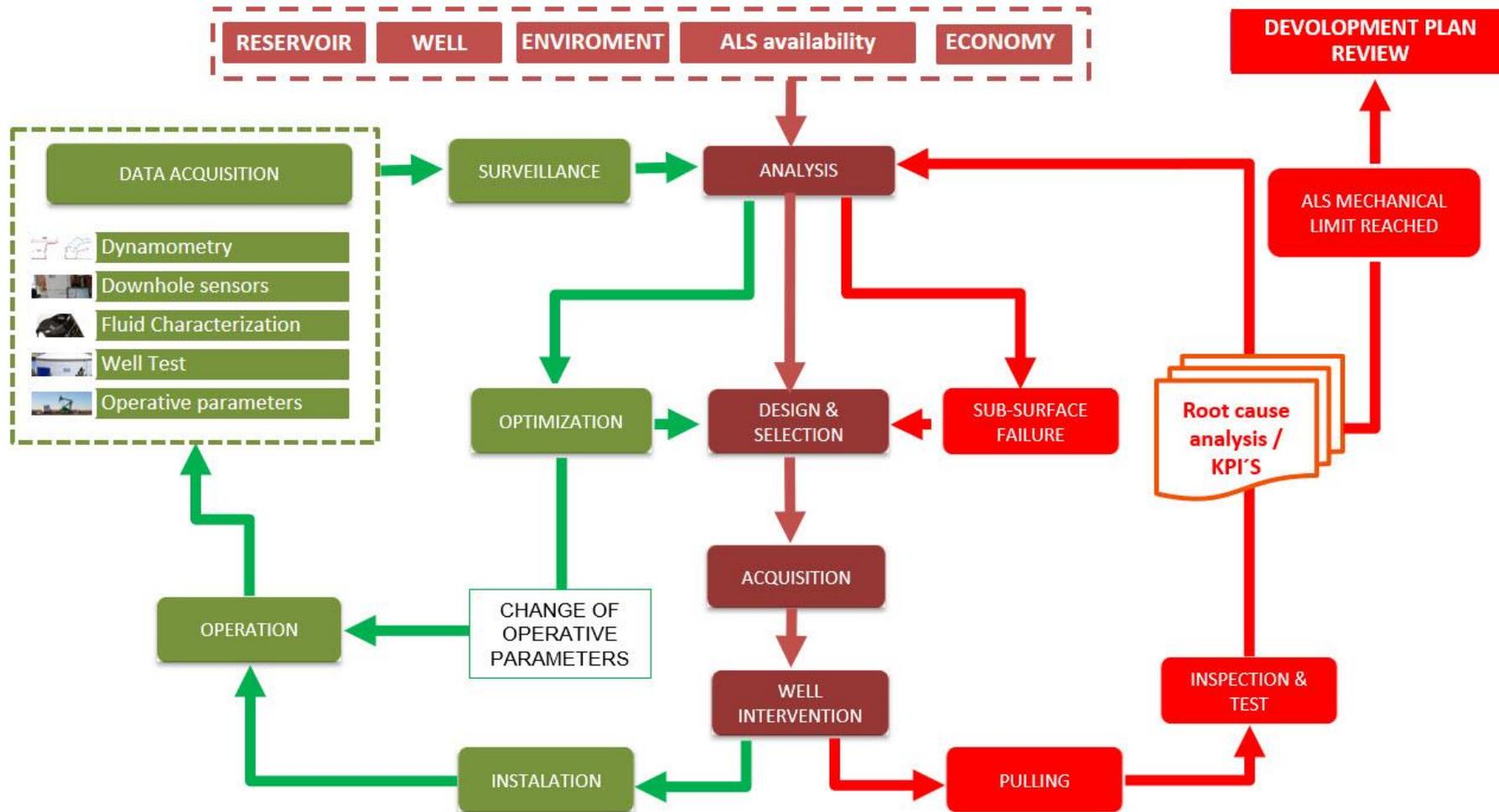
www.ArtificialLift.org



ANEXO



Artificial Lift Management



Reference: ARTIFICIAL LIFT MANAGEMENT RECOMMENDATIONS AND SUGGESTIONS OF BEST PRACTICES (Ciencia & Tecnología Magazine - Ecopetrol)
 Author: Clemente Marcelo Hirschfeldt

•**OMAE2012-84124** – “Artificial Lift Management: recommendations for Unconventional Oilfields” (Fernando Flores Avila / Jaime Granados Caliz / PEMEX E&P – Clemente Marcelo Hirschfeldt / Oil Production Consulting) **Revista Ciencia & Tecnología – Ecopetrol** – “Artificial Lift Management: Recomendations and Sugestions of Best Practices” – Clemente Marcelo Hirschfeldt / Oil Production Consulting. **SPE 124737** “Selection Criteria for Artificial Lift System Based on the Mechanical Limits: Case Study of Golfo San Jorge Basin, Argentina” – Clemente Marcelo Hirschfeldt, Rodrigo Ruiz; Oil Production Consulting

