TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO _____ **1**

A.INDICE DE COSTE PARA LA ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE UNA UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE METALES. _____ **3**

B. HOJAS DE ESPECIFICACIONES _____ **5**

B1.BIO-RAD CHELEX 100 5
B2.EICHROM DIPHONIX 11
B.3.PUROLITE A-520 E 13
B4.DOWEX 21 K 16
B5.DOWEX C-400 19
B6.DOWEX 1 22
B7.ANALIG AM-05 25
B8.ANALIG AM-01 27
B9.AMBERLITE IRA 743 29

D. DATOS TÉCNICOS, ELEMENTOS PLANTA PILOTO. _____ **33**

D.1. Caudalímetro, KROHNE H250/RR/M10 33
D.2. Autómata, Siemens S7-200 46

A. INDICE DE COSTE PARA LA ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE UNA UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE METALES.

Para la determinación del coste de los equipos aparecidos en la memoria se ha utilizado como guía el libro "*GUIDE TO CHEMICAL ENGINEERING PROCESS DESIGN AND ECONOMICS",(*véase referencia 47 en la memoria) actualizando los precios según el *CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX"* del 2005 (ver Figura A.1 y Tabla A.2).

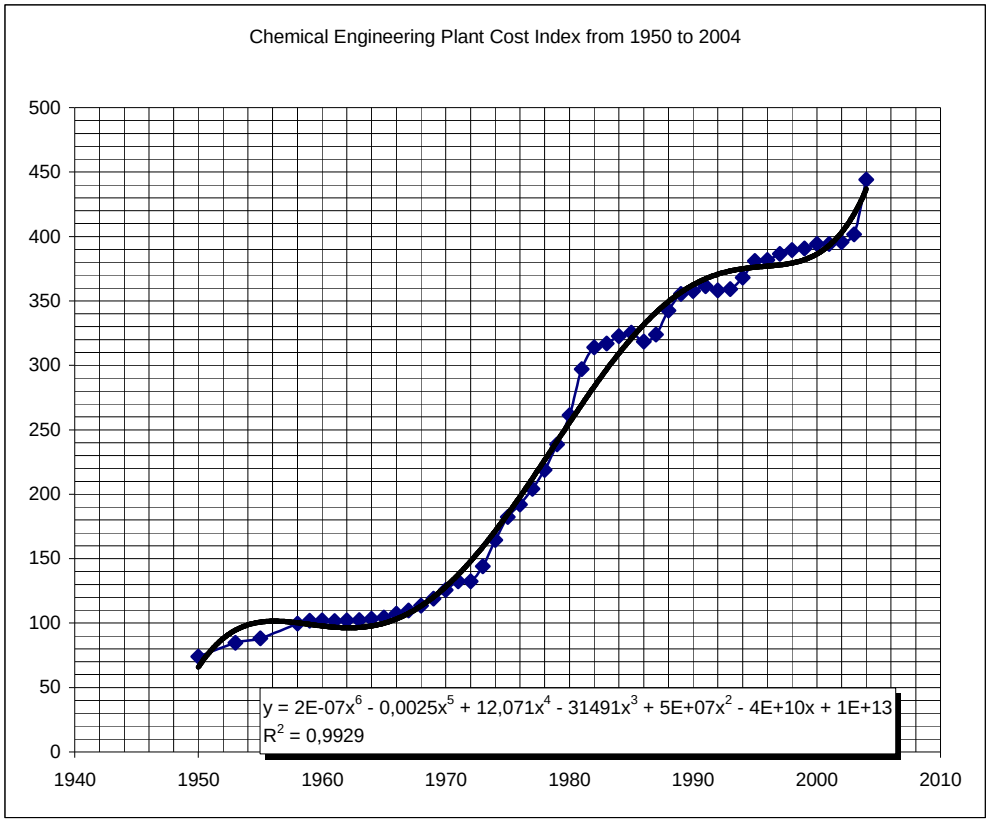


Figura B.1 Evolución del "*Chemical Engineering Plant Cost Index"*

1 de mayo 05468,3	CEPCI
	DETALLE MAYO 2005 (final)
Equipamiento	544,1
Intercambiadores y tanques	515,9
Maquinaria de proceso	519,7
Tubería y valvulería.	622,3
Instrumentación	379,5
Bombas y compresores	754,9
Instalaciones eléctricas	368,8
Obra civil	588,8
Trabajos de instalación	304,6
Edificios	442,5
Ingeniería y supervisión	348,2

Tabla A.2 Detalle evolución del "*Chemical Engineering Plant Cost Index*"

B. Hojas de especificaciones

Este capitulo contiene de forma resumida aunque en su presentación original, las hojas de especificación de las resinas comerciales mas significativas citadas a lo largo de la memoria.

B1.BIO-RAD CHELEX 100

Chelex chelating ion exchange resin has unusually high preference for copper, iron, and other heavy metals over monovalent cations such as sodium and potassium. Its selectivity for divalent over monovalent ions is approximately 5,000 to 1, and it has a very strong attraction for transition metals, even in highly concentrated salt solution.

Chelex 100 resin and Chelex 20 resin are styrene divinylbenzene copolymers containing paired iminodiacetate ions which act as chelating groups in binding polyvalent metal ions. Chelex chelating resin is classed with the weakly acidic cation exchange resins by virtue of its carboxylic acid groups, but it differs from ordinary exchangers because of its high selectivity for metal ions and its much higher bond strength. Chelex chelating resin is efficiently regenerated in dilute acid and operates in basic, neutral, and weakly acidic solutions of pH 4 or higher. At very low pH, the resin acts as an anion exchanger. Figure 1 shows the zwitterionic forms of the Chelex resin as a function of pH.

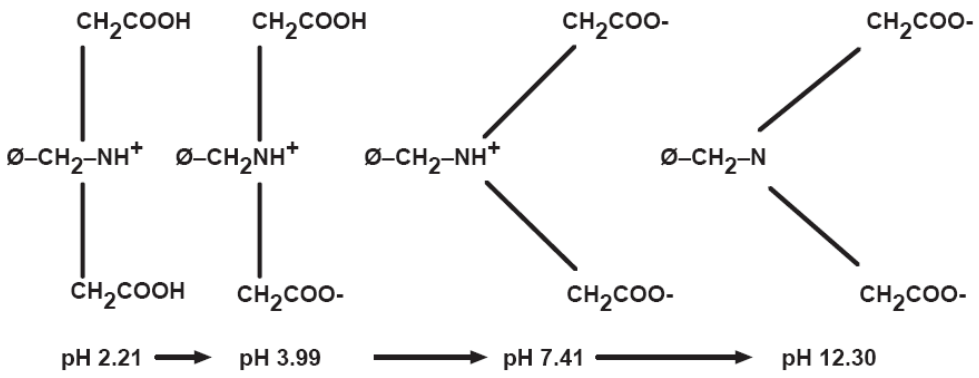


Fig. 1. Change in structure of Chelex resin with increasing pH.

Selectivity for Heavy Metal Ions

The selectivity of Chelex resin for metal cations corresponds to that of iminodiacetic acid. A list of selectivity factors for several divalent cations is given in Table 1. The selectivity factor is a quantitative measure of the affinity that Chelex resin displays for a particular cation compared to its affinity for a reference cation, in this case Zn+2.

Table 1. Selectivity for Divalent Cations

Hg^{+2}	1060	Fe^{+2}	0.130
Cu^{+2}	126	Mn^{+2}	0.024
UO^{+2}	5.70	Ba^{+2}	0.016
Ni^{+2}	4.40	Ca^{+2}	0.013
Pb^{+2}	3.88	Sr^{+2}	0.013
Zn^{+2}	1.00	Mg^{+2}	0.009
Co^{+2}	0.615	Na^{+1}	0.0000001
Cd^{+2}	0.390		

Actual selectivity values for any particular system depend on the pH, ionic strength, and the presence of other complex-forming species. Thus Hg_{+2} appears high in the selectivity series in the presence of nitrate ions, but low in the series in the presence of chloride ions, with which it forms a complex. The approximate order of selectivity for cations in nitrate or chloride solutions is:

Cu_{+2}>>Pb_{+2}>Fe_{+3}>Al_{+3}>Cr_{+3}>Ni_{+2}>Zn_{+2}>Ag_{+}

>Co_{+2}>Cd_{+2}>Fe_{+2}>Mn_{+2}>Ba_{+2}>Ca_{+2}>>>Na_{+}

A selectivity series for cations in an acetate buffer system at pH 5 is:

Pd_{+2}>Cu_{+2}>>Fe_{+2}>Ni_{+2}>Pb_{+2}>Mn_{+2}>>

Ca_{+2} = Mg_{+2} >>> Na_{+}

The selectivity for various cations in aqueous solutions at pH 4 is:

Hg^{+2}>Cu^{+2}>Pb^{+2}>>>Ni^{+2}>Zn^{+2}>Cd^{+2}>Co^{+2}>Fe^{+2}>

Mn^{+2}>Ca^{+2}>>>Na^{+}

The selectivity at pH 9 in the presence of 1.5 M

$(NH_4)_2SO_4$ is:

Co^{+2}>Ni^{+2}>Cd^{+2}>Cu^{+2}>Zn^{+2}>Ca^{+2}>>>Na^{+}

Elution, Regeneration, and Conversion

Metals can be removed with Chelex chelating resin using either the batch or the column technique, though the column technique is generally more efficient. The most effective agents to elute the metals from the resin are acids. Concentrated salt solutions are often useful for selective elution, but are generally inefficient in removing strongly absorbed metals. Regeneration of the resin to a salt form is a two step process. The resin is first converted to the hydrogen form using acid, then converted to the desired ionic form using the hydroxide of the cation desired. The regeneration to the sodium form of resin loaded

with copper would proceed as follows:

Resin-Cu + 2 HCl Resin-H + CuCl2

Resin-H + NaOH Resin-Na + H2O

The following sequence should be used: 2 bed

volumes in 1 N HCl, 5 bed volumes water rinse, 2 bed volumes 1 N NaOH, 5 bed volumes water rinse. In some cases, especially with strongly complexed metals such as iron, complete regeneration can be accomplished only by using the two-step regeneration procedure. Single-step conversions are adequate when going from weakly held to strongly held ions. Thus the calcium form is prepared from the sodium form using 2 bed volumes of 2 N calcium chloride. Chelex 100 resin undergoes volume changes when its ionic form is altered or the external medium is changed. The resin swells 100% in going from the hydrogen to a monovalent salt form. Therefore, normal precautions, such as wrapping columns with tape, should be taken to protect against glass breakage. Using the resin in the calcium form is a method that has been used to prevent shrinkage upon elution. The resin volume in water of different ionic forms is:

Na+ 1.00; H+ 0.45; Cu+2 0.60; Fe+2 0.45; Zn+2 0.55;

Ca+2 0.53; K+ 1.06; Li+ 0.98; Ag+ 0.70; Cr+3 0.53.

The resin volume of the sodium form in various solvents is (the resin exhibits appreciable capacity in organic solvents):

water 1.00, acetone 0.47, methanol 0.70, ethanol 0.45, isopropanol 0.48, ethyl acetate 0.96.

Calculating Capacity

A step-by-step method is used for determining the approximate amount of resin needed to remove heavy metal ions from aqueous systems.

1. Determine total volume of solution to be treated to remove heavy metals.

Example: 10 liters

2. Calculate the average molecular weight of metals to be exchanged.

$$\frac{\sum \mathrm{MW}}{\mathrm{n}} = \text{average MW}$$

Example: Using Cu+2, Cd+2, Cr+3;

227.9/3=76 grams/mol

3. Calculate the total weight of the metals. Usually,

metals are measured in parts per million (ppm). In

aqueous solutions, ppm can be assumed to be

mg/liter.

Example: Cu+2 = 3 ppm Cd+2 = 5 ppm Cr+3 = 2 ppm

10 ppm or 10 mg/liter

10 mg/liter x 10 liters = 100 mg

4. Convert the weight determined in step 3 to equivalence.

Equivalence = weight in grams/equivalent

weight, where equivalent weight = molecular weight/average valence.

$$\text{Example:} \quad \frac{100\ \text{mg}}{\frac{76\ \text{g/mol}}{2\ \text{eq/mol}}} = 2.63\ \text{meq}$$

5. The wet capacity of Chelex resin is 0.40 meq/ml.

$$\text{Example:} \quad \frac{2.63\ \text{meq}}{0.4\ \text{meq/ml}} = 6.58\ \text{ml}$$

Knowing this, the volume of resin needed can be calculated.

6. Convert the volume in step 5 to weight.

The density of Chelex resin is 0.65 g/ml.

Example: 6.58 ml x 0.65 g/ml = 4.3 grams

pH Stability

Chelex resin is stable over the entire pH range and functionally active from pH 2-14.

Flow Rates

If a tightly held cation is to be isolated from a solution of weakly held cations, a flow rate in excess of 20 cm/min can often be used. Separations between similar species and efficient regeneration and conversion require lower flow rates, usually less than 4 cm/min.

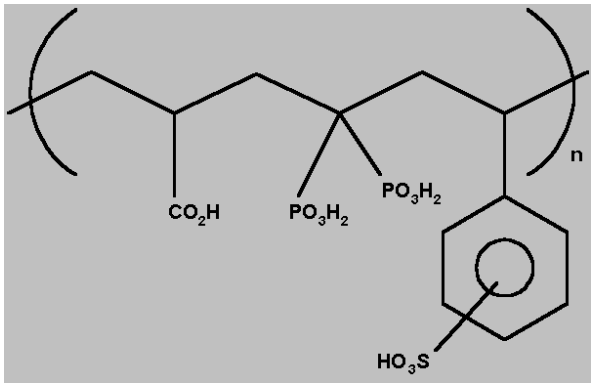
Trace Metal Removal

Chelex resin offers a rapid and thorough method for removing trace metal contaminants that could have an effect on biological fluids or biological systems under study. A unique ion exchange resin that is more selective for multivalent metals than the standard cation exchange resins, Chelex resin will scavenge multivalent metal ion contaminants without

altering the concentration of non-metallic ions. In most cases, neither column nor batch treatment with Chelex 100 resin has any effect on protein concentration or enzyme activity. Where low protein recovery is a problem, the protein can be dialyzed against a buffer containing Chelex 100 resin.

B2.EICHROM DIPHONIX

Eichrom industries Diphonix® resin is a high performance, gel-type cation resin for the selective separation of metals. Awarded a U.S. patent and the prestigious R&D 100 Award, Diphonix® resin is currently, and successfully, utilized in a growing lineup of applications - including the removal of metals from wastewater, the selective separation of iron from acidic solutions and the purification of acids.



Diphonix® resin is constructed of a polystyrene/divinylbenzene matrix in a spherical bead form. The resin is ployfunctional, containing diphosphonic and sulfonic acid groups bonded to the polymer matrix. The diphosphonic acid ligands contribute to the resin's unique selective capability by preferentially removing selected metals from the solution. The hydrophilic sulfonic acid ligands enhance metal ion accessiblity into the polymer matrix and significantly improve the exchange kinetics.

Selectivity:

In near neutral pH streams, Diphonix® resin is selective for the multivalent cations of various metals.-including zinc, manganese, chromium, uranium, lead, cobalt, nickel and copper- over alkali cations such as sodium, calcium, and magnesium. The resin also removes ferric iron, chromium, uranium, plutonium, and certain metals other metals from strongly acidic solutions. Coordination of these metal cations to Diphonix® is unaffected by increasing hydrogen ion concentrations.

Throughput:

By selectively removing only targeted metals, a given volume of Diphonix® resin can provide a much higher throughput than other commercially available resins. (Throughput is defined as the volume of liquid processed - prior to exhaustionof the resin - to a specified metal's effluent concentration.) This advantage increases as the ratio of non-targeted metals to targeted metals increases. Also, for certain metals or highly acidic solutions, Diphonix® resin may be the only viable resin. Diphonix® resin may also drive the targeted metal concentrations lower than other resins, allowing discharge limits and process quality criteria to be met.

Kinetics:

Eichrom's Diphonix® resin provides exceptional exchange kinetics since the hydrophilic sulfonic acid groups allow quick access to the selective diphosphonic acid groups. This gives the resin the ability to react much faster than commercially available chelating resins. Recommended process flux rates depend on the solution chemistry. For typical wastewater treatment, operating flux rates range from 5 to 15 gallons per minute per square foot of cross-sectional resin bed area. Some applications may require lower flux rates to achieve desired effluent quality.

Physical Stability:

The plastic matrix used in Diphonix® over a wide range of thermal and chemical conditions. The diphosphonic acid functional group is incorporated into the matrix at the time of polymerization and is thus very stable.

Forms Available:

Diphonix® resin is available in a variety of bead sizes and cross-linkage percentages to suit a number of laboratory and process applications.

B.3.PUROLITE A-520 E

Typical Physical & Chemical Characteristics	
Polymer Matrix Structure	Macroporous Styrene-Divinylbenzene
Physical Form and Appearance	Opaque Cream Spherical Beads
Whole Bead Count	95% min.
Functional Groups	Quaternary Ammonium
Ionic Form, as shipped	Cl^-
Shipping Weight (approx.)	680 g/l (42.5 lb/ft³)
Screen Size Range: - U.S. Standard Screen	16 - 50 mesh, wet
Particle Size Range	+1200 mm <5%, -300 mm <1%
Moisture Retention, Cl^- form	50 - 56%
Reversible Swelling $Cl^- \rightarrow SO_4/NO_3$	negligible
Total Exchange Capacity, Cl^- form,	
wet, volumetric	0.9 meq/ml min.
dry, weight	2.8 meq/g min.
Operating Temperature, Cl^- Form	100ºC (212ºF) max.
pH Range, Stability	0 - 14
pH Range, operating	4.5 - 8.5

REGENERATION:

Sodium chloride is generally preferred for regeneration for reasons of cost and efficiency. When available sea water can be used quite effectively. The use of softened water for make up of regenerant and rinse is often recommended to avoid the precipitation of calcium carbonate in and around the **Purolite A-520E** (or any other resin used in this application). Although the precipitation is not particularly detrimental in the short term, the long term effects may include increased resin attrition and leakage of nitrates.

PRECONDITIONING PROCEDURE:

Purolite A-520E is processed to insure that it meets the requirements for use in the treatment of potable water. On installation it is recommended that the resin be regenerated with two bed volumes of 6% NaCl followed by a rinse of four bed volumes of potable water, prior to use.

HYDRAULIC CHARACTERISTICS:

The pressure drop or headloss across a properly classified bed of ion exchange resin depends on the particle size distribution, bed depth, and void volume of the exchange material as well as on the viscosity (and hence on the temperature) of the influent solution. Factors affecting any of these parameters, for example the presence of particulate matter filtered out by the bed, abnormal compressability ofthe resin, or the incomplete classification of the bed will have an adverse effect and result in an increased headloss. Depending on the quality of the influent water, the application and the design of the plant, service flow rates may vary from 10 - 40 bed volumes/hour (1 - 5 gpm/ft3).

Typical pressure drop data is given in Fig. 1.

Fig. 1 PRESSURE DROP CHARACTERISTICS

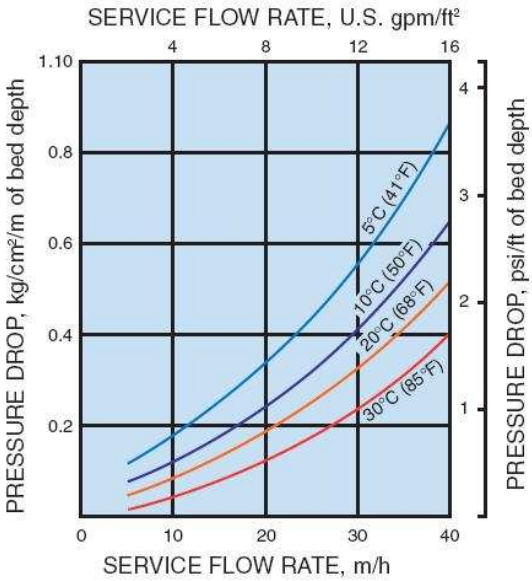
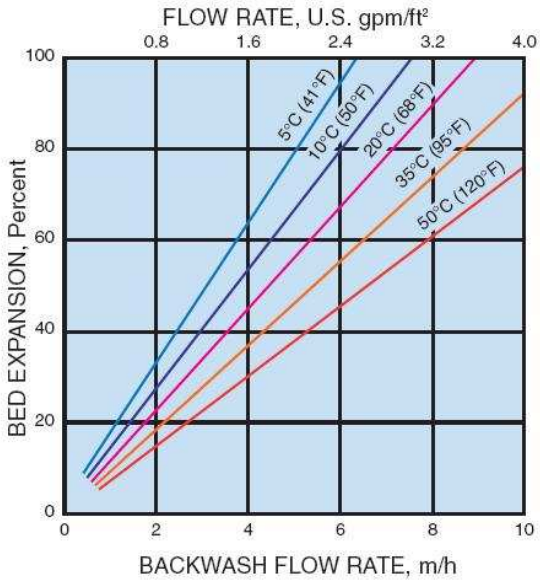


Fig. 2 BACKWASH EXPANSION



During up flow backwash, the resin bed should be expanded in volume by between 50 and 70%. This operation will free it from any particulate matter, clear the bed of bubbles and voids, and reclassify the resin particles, ensuring minimum resistance to flow. Bed expansion increases with flow rate and decreases with temperature, as shown in Fig. 2. Care should be taken to avoid over expansion of the bed.

B4.DOWEX 21 K

A Uniform Particle Size, High Capacity, Strong Base Anion Exchange Resin for Mineral Processing Applications.

GENERAL DATA

Product	Type	Matrix	Functional group
DOWEX* 21K XLT	Type I strong base anion	Styrene-DVB, gel	Quaternary amine

Guaranteed Sales Specifications		
Total exchange capacity, min.	eq/L	1.4
Water content	%	50 - 60
Bead size distribution		
Volume median diameter	µm	525 - 625
Uniformity coefficient, max.	%	1.1

Typical Physical and Chemical Properties		
Ionic form as delivered		Cl^-
Total swelling (Cl ⇒ OH), approx.	%	18 - 20
Whole uncracked beads, min.	%	90
Particle density, approx.	g/mL	1.08
Shipping weight, approx.	g/L lbs/ft^3	670 42

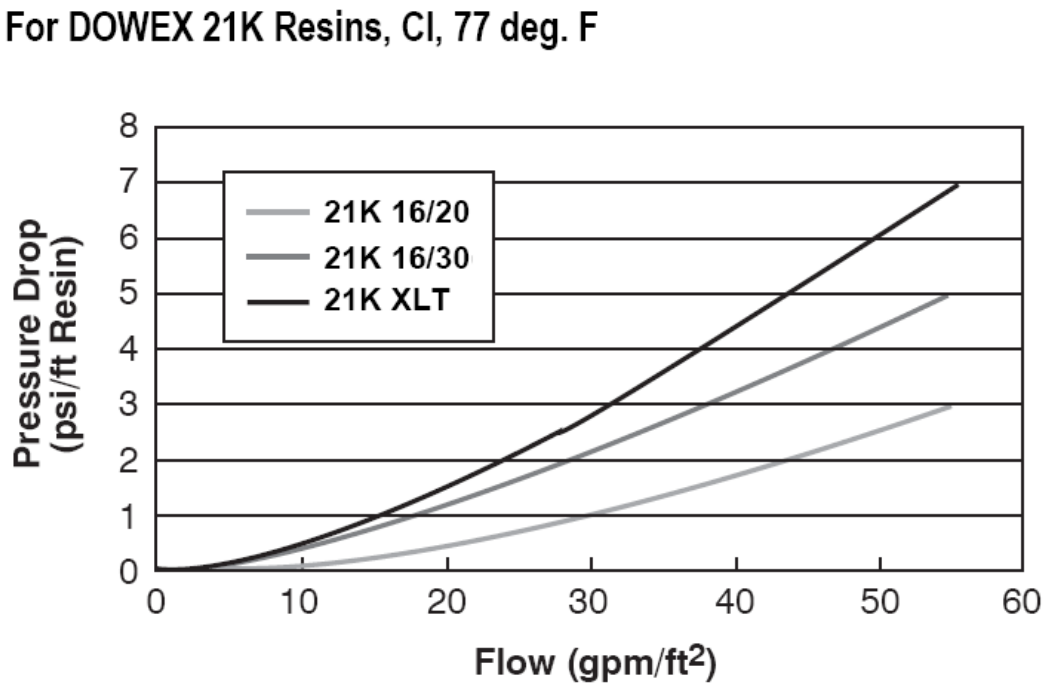
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

• Maximum operating temperature:	
OH^- form	60°C (140°F)
Cl^- form	100°C (212°F)
• pH range	0 - 14
• Bed depth, min.	800 mm (2.6 ft)
• Flow rates:	
Service/fast rinse	5 - 60 m/h (2 - 24 gpm/ft^2)
Backwash	See figure 1
Co-current regeneration/displacement rinse	1 - 10 m/h (0.4 - 4 gpm/ft^2)
Counter-current regeneration/displacement rinse	5 - 20 m/h (2 - 8 gpm/ft^2)
• Total rinse requirement	3 - 6 Bed volumes
• Regenerant:	
Type	NaCl/Carbonate
Temperature	Ambient or up to 50°C (122°F) for silica removal
• Organic loading, max.	3g $KMnO_4$/L resin

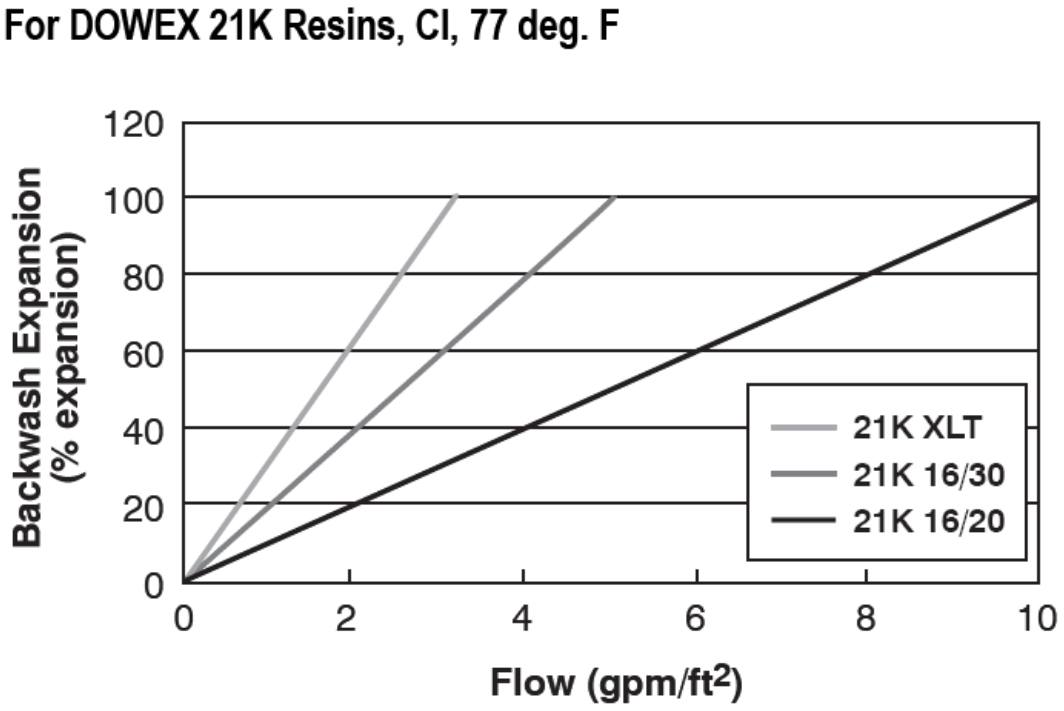
TYPICAL PROPERTIES AND APPLICATIONS

DOWEX 21K XLT type 1 strong base anion resin has excellent kinetics, excellent regeneration efficiency and outstanding physical stability. The uniform sized beads give maximum performance for all packed bed systems. DOWEX 21K XLT represents the state-of-the-art in mineral processing resins.

Pressure Drop vs. Flow Rate



Backwash Expansion vs. Flow Rate



B5.DOWEX C-400

Uniform Particle Size, Strong Acid Cation Exchange Resin for Residential Water Softening Applications with High Salt Efficiency

GENERAL DATA

Product	Type	Matrix	Functional group
DOWEX™ MONOSPHERE™ C-400	Strong acid cation	Polystyrene-DVB, gel	Sulfonic acid

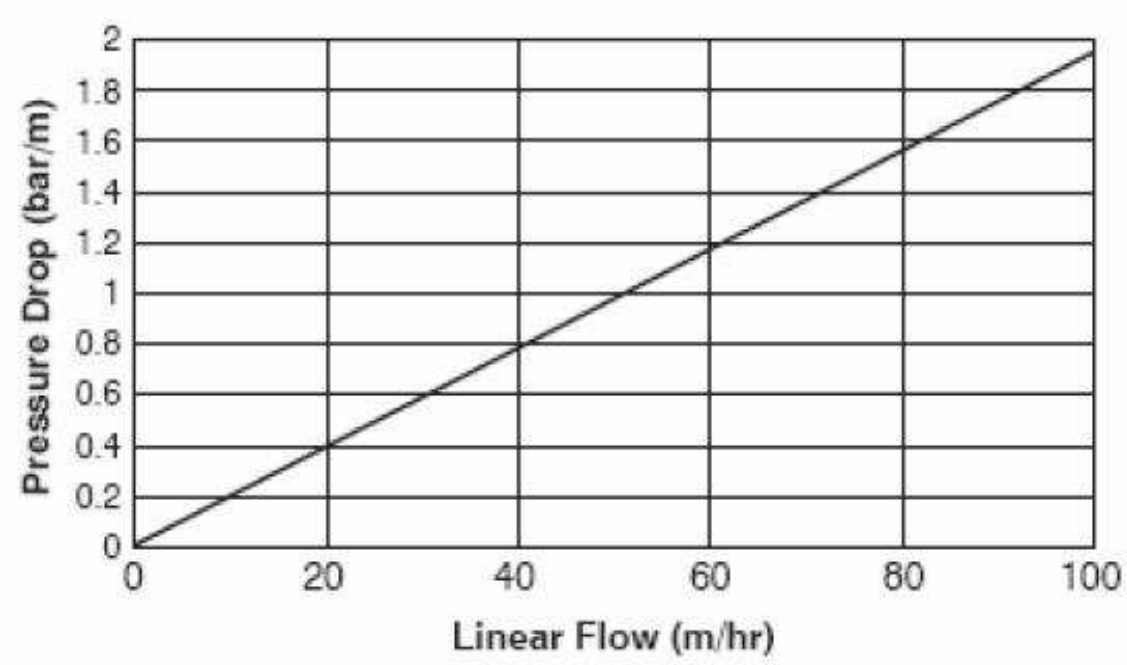
Guaranteed Sales Specifications		Na^+ form
Total exchange capacity, min.	eq/L	2.2
	kgr/ft³ as $CaCO_3$	48.2
Water content	%	38 - 45
Bead size distribution		
Mean particle size	µm	400 ± 50
Uniformity coefficient, max.		1.1
< 200 µm, max.	%	0.5

Typical Physical and Chemical Properties		Na^+ form
Whole uncracked beads	%	95 - 100
Particle density	g/mL	1.30
Shipping weight	g/L	830
	lbs/ft³	51
Total swelling ($Ca^{++} \rightarrow Na^+$)	%	4

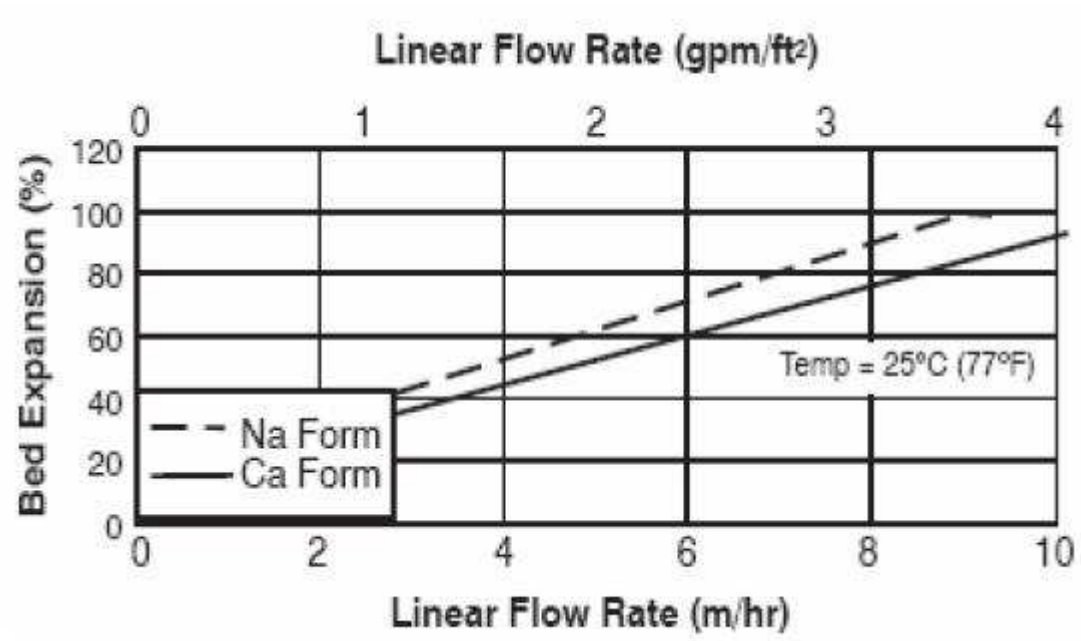
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

• Maximum operating temperature	130°C (265°F)
• pH range	0 - 14
• Bed depth, min.	700 mm (2.4 ft)
• Flow rates:	
Service/fast rinse	5 - 100 m/h (2 - 40 gpm/ft²)
Backwash	5 - 10 m/h (2 - 4 gpm/ft²)
Regeneration/displacement rinse	5 - 20 m/h (2 - 8 gpm/ft²)
• Total rinse requirement	2 - 5 Bed volumes
• Regenerant:	
Type	5 - 25% NaCl

Pressure Drop vs. Flow Rate



Backwash Expansion vs. Flow Rate



B6.DOWEX 1

High Capacity Strong Base Anion Exchange Resin for Regenerable and Non-Regenerable Applications.

• Selective removal of uranium, perchlorate, hexavalent chrome and iodine.

GENERAL DATA

Product	Type	Matrix	Functional group
DOWEX™ MONOSPHERE™ C-400	Strong acid cation	Polystyrene-DVB, gel	Sulfonic acid

Guaranteed Sales Specifications		Na^+ form
Total exchange capacity, min.	eq/L	2.2
	kgr/ft³ as $CaCO_3$	48.2
Water content	%	38 - 45
Bead size distribution		
Mean particle size	µm	400 ± 50
Uniformity coefficient, max.		1.1
< 200 µm, max.	%	0.5

Typical Physical and Chemical Properties		Na^+ form
Whole uncracked beads	%	95 - 100
Particle density	g/mL	1.30
Shipping weight	g/L	830
	lbs/ft³	51
Total swelling ($Ca^{++} \rightarrow Na^+$)	%	4

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

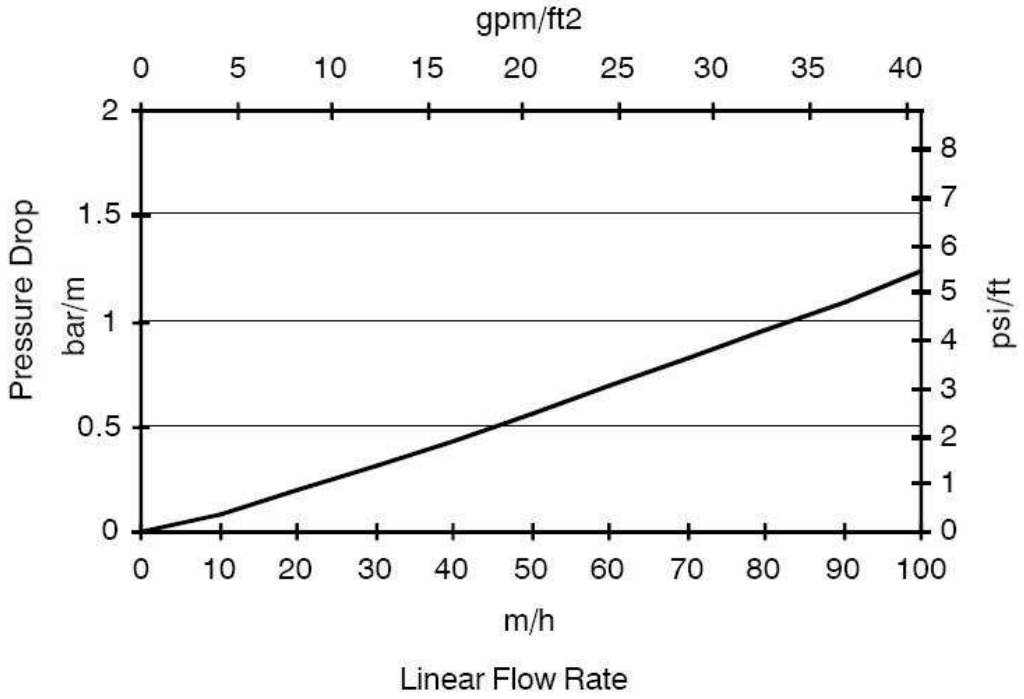
• Maximum operating temperature:	
OH^- form	60°C (140°F)
Cl^- form	100°C (212°F)
• pH range	0 - 14
• Bed depth, min.	450 mm (1.5 ft)
• Service flow rate	15 - 20 BV/hr
• Non-selective nitrate service regenerant:	
Type	7 - 10% NaCl
Temperature	Ambient or up to 50°C (122°F)

TYPICAL PROPERTIES AND APPLICATIONS

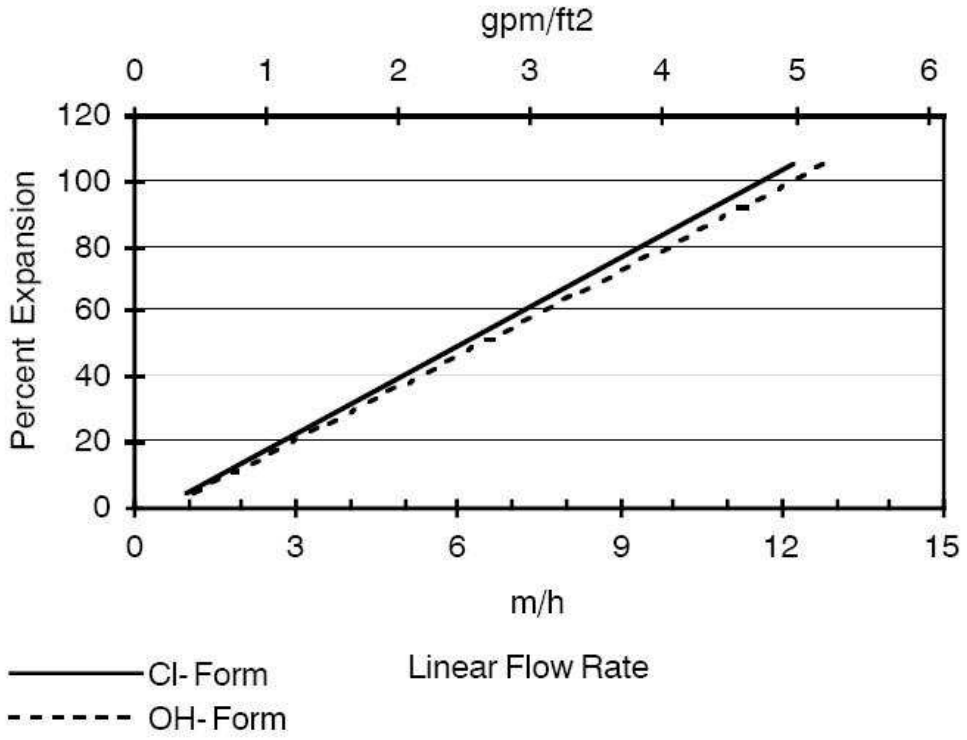
DOWEX™ 1 resin is a high quality anion resin with very good mechanical and chemical resistance. It meets NSF/ANSI Standard 61 for use in drinking water.

Uranium, perchlorate and hexavalent chrome bind very tightly to DOWEX 1, so regeneration results in significant volumes of waste. Dow recommends disposal of the resin once it is loaded.

Pressure Drop vs. Flow Rate



Backwash Expansion vs. Flow Rate



B7.ANALIG AM-05

APPLICATIONS

AM-05 particles may be used to concentrate Li^+ from dilute samples prior to analysis or to separate Li^+ from interfering substances. AM-05 is pH dependent and acid elutable. The resin support is silica.

COLUMN SPECIFICATIONS

Mesh Size	60 – 100
Binding Capacity	0.1 – 0.2 mmol/g AnaLig®
Density	0.4 g/ml
Optimal Flow Rate	0.5 ml/g/minute
pH Range	7.5 – 10.5

USE PROCEDURE

1. Prepare a column by wet or slurry packing the resin into the column.

2. Wash the column with deionized water followed by a Na/Li/Ca/Pb-free buffer of pH > 7. Check effluent to be certain that the effluent has a pH > 7.

3. Just before loading, adjust the pH of the sample to > 7 with Na/Li/Ca/Pb-free base or buffer.

4. Pass aqueous sample through the column at specified flow rate.

5. Wash column with three bed volumes of Na/Li/Ca/Pb-free water or other neutral pH wash.

6. Elute column in small volume of eluent (see elution section).

7. Wash column with Na/Li/Pb/Ca-free water and buffer to recycle column.

SAMPLE AND WASH VOLUMES

The sample may be of any volume. However, not more than 10% of column capacity should be filled before eluting. Suggested minimum wash volumes are three bed volumes per gram of dry AnaLig® (7.5 ml x dry AnaLig® weight).

RECOMMENDED ELUENTS AND VOLUMES

AM-05 can be eluted with 0.1 M or stronger acids (0.5 M or higher concentrations are preferred). Minimum elution needed is 3 bed volumes.

COLUMN FLOW

For normal application, gravity flow should be adequate. Sample vessels may be attached to the column top. Slow flow rates are desirable; however, flow rates of 10 ml/min have been used with tightly packed columns. If flow is too slow, a Büchner flask and vacuum pump/aspirator may be applied. A stopcock may be used to adjust flow rate.

LIMITATIONS AND CAUTIONS

Because AnaLig® AM-05 contains organic complexing agents covalently bound to silica, certain conditions should be avoided. Strong oxidizing agents such as aqua regia, H_2O_2 and Cl_2 will destroy the complexing agent. Inputs with high concentrations of fluoride or pH >10 can destroy or harm the silica support.

RECYCLING AND STORAGE

AnaLig® particles can be reused by following the Use Procedure above. Dry storage is recommended for extended periods of time. This is accomplished by vacuum drying the washed column, and placing the column in a cool, dry location with reduced light. Wet storage for shorter periods of time can be accomplished by filling the column with 0.01 M HNO_3 or 0.01 M HCl.

B8.ANALIG AM-01

APPLICATIONS

AM-01 particles may be used to concentrate Na^+ and K^+ and to some extent Rb^+ from dilute samples prior to analysis or to separate these ions from interfering substances. AM-01 is pH independent.

COLUMN SPECIFICATIONS

Mesh size	60-100
Binding capacity	0.1 – 0.2 mmol/g AnaLig®
Density	0.4 g/ml
Optimal Flow Rate	0.5 ml/g/minute
Feed Solution pH range	< 0 – 10.5

USE PROCEDURE

1. Wash column with deionized water or dilute acid.
2. Pass aqueous solutions through the column at specified flow rates.
3. Wash column with three bed volumes of deionized water or dilute acid(this is preferred).
4. Elute column in small volume of eluent (see elution section)
5. Wash column with deionized water and/or dilute acid to recycle.

SAMPLE AND WASH VOLUMES

The sample may be of any volume. However, not more than 10% of column capacity should be filled before eluting. Suggested minimum wash volumes are three bed volumes per gram of dry AnaLig® (7.5 ml x dry AnaLig® weight).

RECOMMENDED ELUENTS AND VOLUMES

AM-01 can be eluted of the bound alkali metal(s) with 0.1 M or higher concentration of Pb^{2+}, Ca^{2+}, or Sr^{2+} in 1M strong acid. The Pb, Ca, or Sr must then be cleaned off using 0.03 M Li_4EDTA. Minimum elution and wash off of the eluent needed is three bed volumes each.

COLUMN FLOW

For normal application, gravity flow should be adequate. Sample vessels may be attached to the column top. Slow flow rates are desirable; however, flow rates of 10 ml/min have been used with tightly packed columns. If flow is too slow, a Büchner flask and vacuum pump/aspirator may be applied. A stopcock may be used to adjust flow rate.

LIMITATIONS AND CAUTIONS

Because AnaLig® AM-01 contains organic complexing agents covalently bound to silica beads, certain conditions should be avoided. Strong oxidizing agents such as aqua regia, H_2O_2 and Cl_2 will destroy the complexing agents. Significant F^- levels and/or pH > 11 can destroy the silica beads.

RECYCLING AND STORAGE

AnaLig® particles can be reused by following the Use Procedure above. Dry storage is recommended for extended periods of time. This is accomplished by vacuum drying the washed column, and placing the column in a cool, dry location with reduced light. Wet storage for shorter periods of time can be accomplished by filling the column with 0.01 M HNO_3 or 0.01 M HCl.

B9.AMBERLITE IRA 743

GENERAL DATA

ABERLITE IRA743 is a unique ion exchange resin specifically designed and used to remove boric acid and borate from water, magnesium brine or other solution under a variety of conditions.

ABERLITE IRA743 owes is high selectivity for boric acid to a unique, sugar-like active group. The borate ion makes a very stable complex with glucamine group, whilst other anions do not react at all.

PROPERTIES

Matrix	Macroporous polystyrene
Functional groups	N-Methylglucamine
Physical form	Beige-coloured beads
Ionic form as shipped	Free Base (FB)
Total capacity	0.8 eq/L
Moisture holding capacity	49 to 56 % (FB form)
Shipping weight	700 g/L (43.7 lbs/ft^3)
Particle size	
Harmonic mean size	0.55 – 0.70 mm
Uniformity coefficient	1.4
Fines through 300 µm	< 1 %

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS

Maximum operating temperature	75 °C
Flow rate	4 to 30 BV/h
Regeneration	Several regeneration procedures are available depending on the application

APLICATIONS

Removal from drinking water, removal from irrigation water, ultra-pure water, removal from waste, purification of magnesium brine.

HYDRAULIC CHARACTERISTICS

Figure 1 shows the pressure drop data in water, as a function of service flow rate and water temperature. Pressure drop data are for clean, classified beds which have not been contaminated with suspended solids during the service run. If the bed accumulates solids, the pressure drop will increase.

Figure 2 shows the bed expansion as a function of backwash flow rate an water temperature.

Figure 1 : Bed Expansion

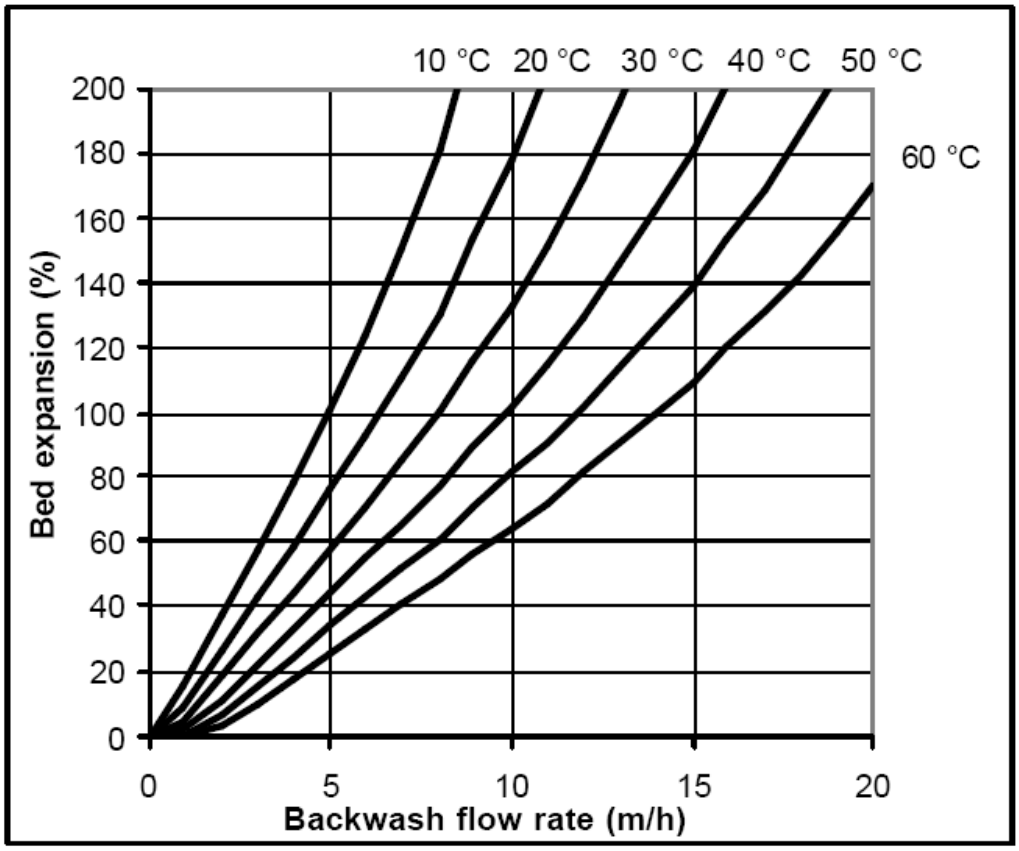
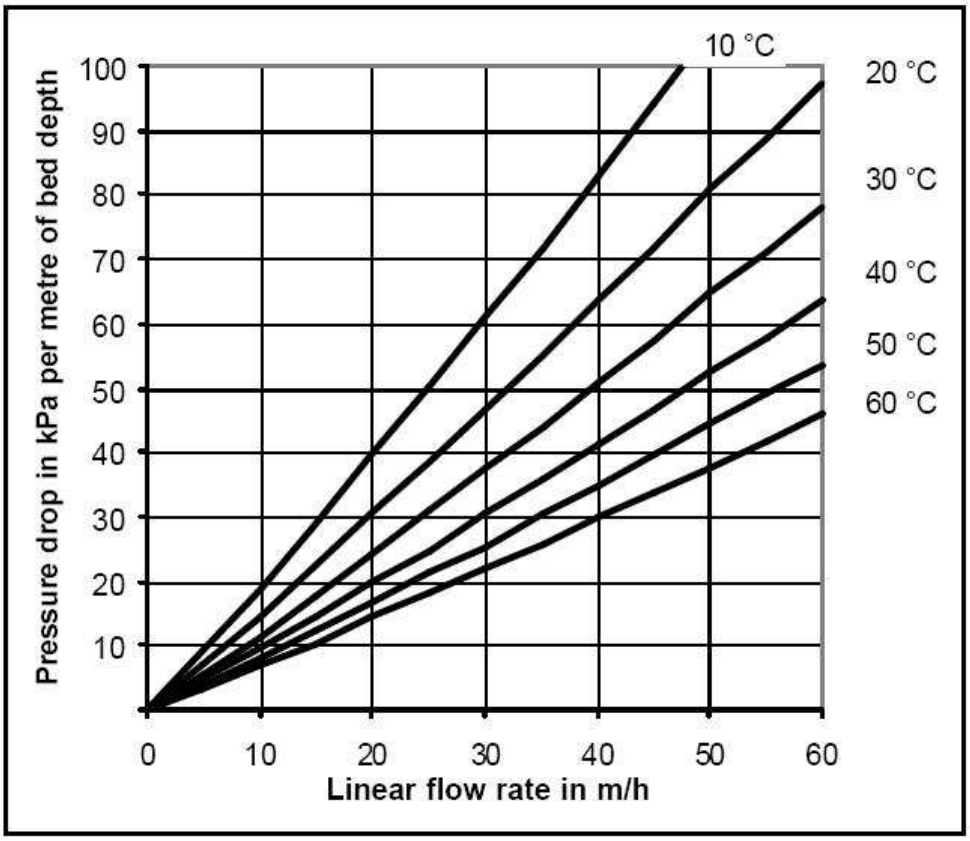


Figure 2 : Pressure Drop



D. Datos técnicos, elementos planta piloto.

Este aparatado recoge las características de los equipos principales escogidos para el diseño de la planta piloto. Los datos aportados se presentan como un resumen de los obtenidos a través de los respectivos fabricantes.

D.1. Caudalímetro, KROHNE H250/RR/M10

Uso según las disposiciones

Los caudalímetros de área variable de la empresa KROHNE Messtechnik GmbH & Co. KG resultan adecuados para la medición de gases, vapores y líquidos. Estos instrumentos resultan especialmente adecuados para la medición de:

• Líquidos

• Hidrocarburos

• Agua

• Vapor saturado

• Vapor sobrecalentado

• Industria alimentaria

• Gases industriales

Características

• Encapsulado resistente a la presión protegido frente a explosiones d

• 2 indicadores de valor límite ajustables digitalmente, 2 conductores "open collector" o tipo NAMUR

• Salida de corriente de 2 conductores de 4 a 20 mA, comunicación HARTTM

• Salida de impulsos hasta 10 Hz (también para contadores electromecánicos)

• Contador de caudal de 12 posiciones con restablecimiento externo (funcionamiento por lotes)

Condiciones de montaje

• El caudalímetro de área variable debe montarse en posición vertical (principio de medición).

La dirección del flujo debe ser de abajo arriba. Para conocer las recomendaciones de

montaje consulte también la directiva VDE/VDI 3513, Hoja 3.

Los H250H se montan horizontalmente, mientras que los aparatos H240U se montan

verticalmente con el sentido del caudal de arriba abajo.

• Se recomiendan un tramo de entrada recto sin perturbaciones de ≥ 5x DN delante del aparato y un tramo de salida recto sin perturbaciones de ≥ 3 DN del aparato.

• Los tornillos y las juntas deben ser proporcionadas por el propietario y elegirse en función del nivel de presión de la brida de conexión o de la presión de servicio.

• El diámetro interno de la brida presenta divergencias respecto a las dimensiones normales. La norma sobre juntas de brida DIN 2690 puede aplicarse sin limitaciones.

• Oriente las juntas. Apriete las tuercas con los momentos de apriete del nivel de presión

correspondiente. Para los aparatos con revestimiento PTFE o revestimiento de cerámica y superficies de obturación PTFE, consulte el capítulo 3.3.1, "Momentos de apriete".

• Los dispositivos de regulación deben colocarse detrás del instrumento de medición en la dirección del caudal.

• Los dispositivos de bloqueo deben colocarse en la dirección del caudal, preferiblemente

delante del instrumento de medición.

• Los conductos de tuberías hacia el aparato deben limpiarse mediante soplado o aclarado antes de su conexión.

• Los conductos de tuberías para gas deben secarse bien antes de montar el aparato.

• La conexión se realiza con las piezas de conexión que corresponden al modelo del aparato.

• Los conductos deben conducirse centados y, en la medida de lo posible, sin tensión hacia los orificios de conexión del instrumento de medición.

• Puede que sea necesario apuntalar los conductos de tuberías para reducir la transmisión de vibraciones al instrumento de medición.

• No tienda el cable de señal directamente junto a los cables de alimentación de energía.

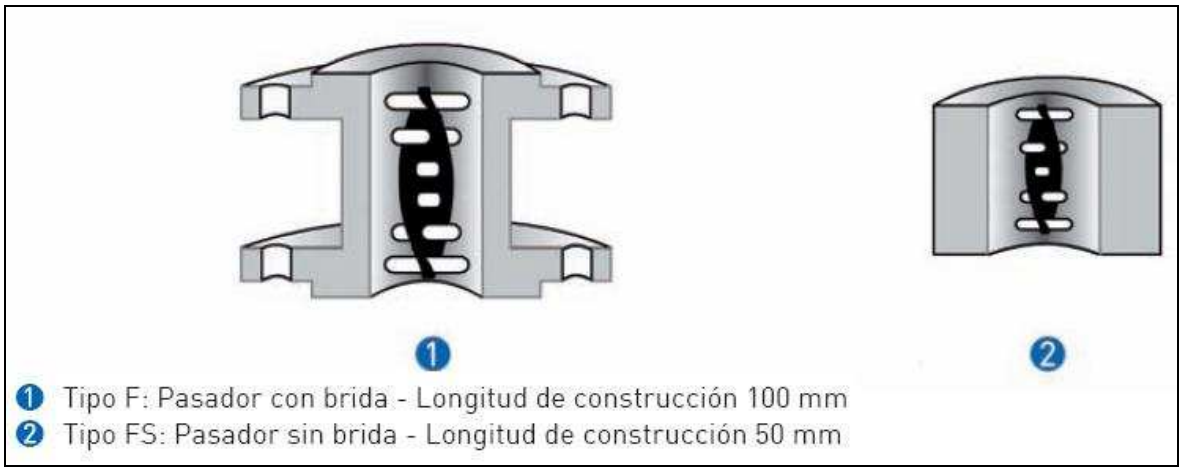
Filtro magnético

Se recomienda usar un filtro magnético si la sustancia de medición contiene partículas que pueden recibir influencias magnéticas.

El filtro magnético debe incorporarse en la dirección del flujo delante del caudalímetro.

En el filtro hay barras magnéticas ondulantes, de modo que con una pérdida de presión reducida se alcanza una acción óptima.

Con el fin de lograr una protección frente a la corrosión los imanes se revisten de PTFE.



Puesta en servicio

• Compare la presión de servicio real y la temperatura de la sustancia de medición de la instalación con los datos de la placa identificadora (PS y TS). Recuerde que los valores de PS y TS no pueden superarse.

• Asegúrese de la tolerancia y compatibilidad de los materiales.

• Abra lentamente la válvula de bloqueo.

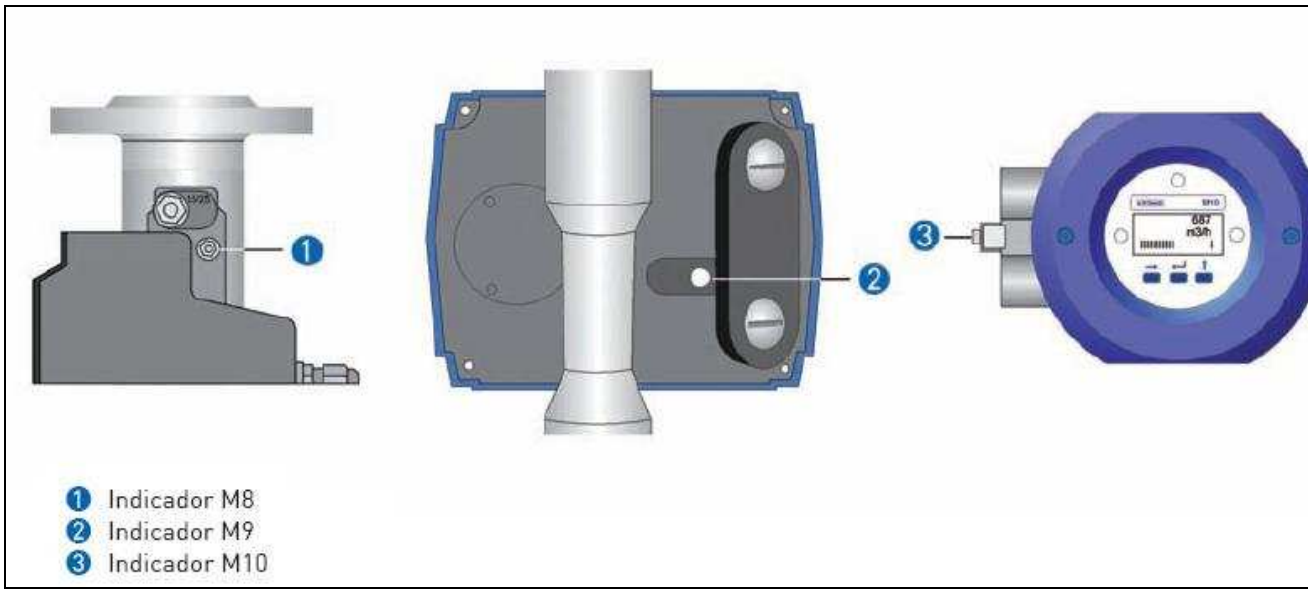
• Si va a medir líquidos, desairee con cuidado los conductos de tuberías.

• Si va a medir gases, aumente lentamente la presión de servicio.

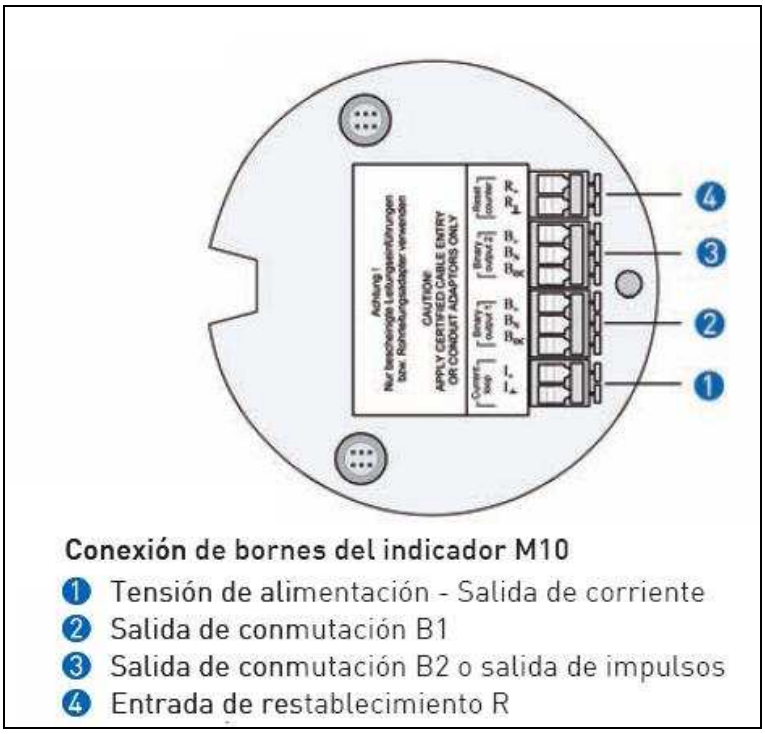
• Evite golpes en vivo (por ejemplo, a través de las válvulas electromagnéticas), pues esto puede provocar daños en el componente de medición o causar el surgimiento de partículas en suspensión.

Conexión eléctrica

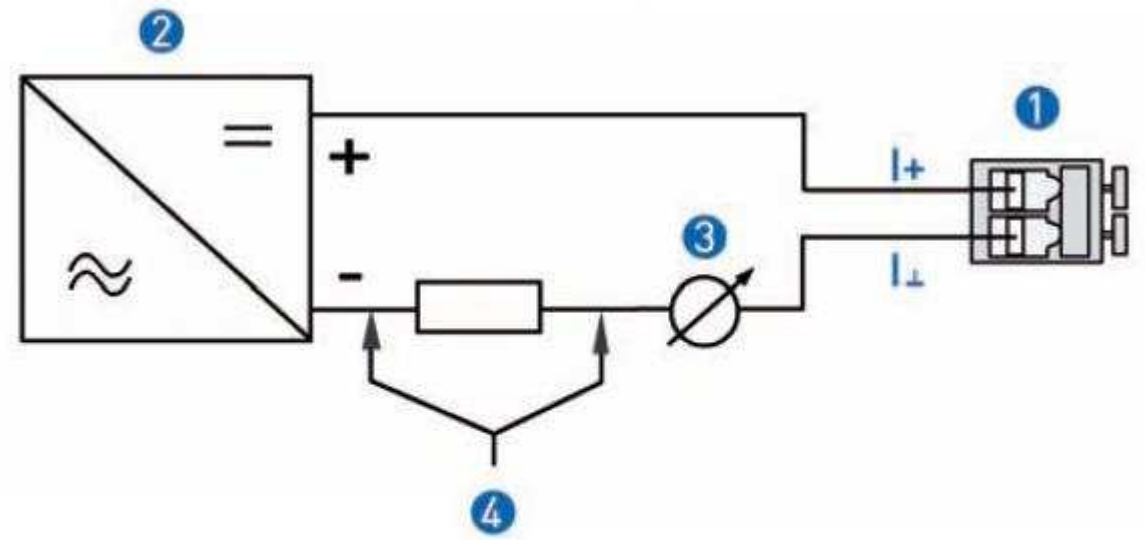
Conexión a tierra:



Conexión de Bornes:



Conexión de alimentación:



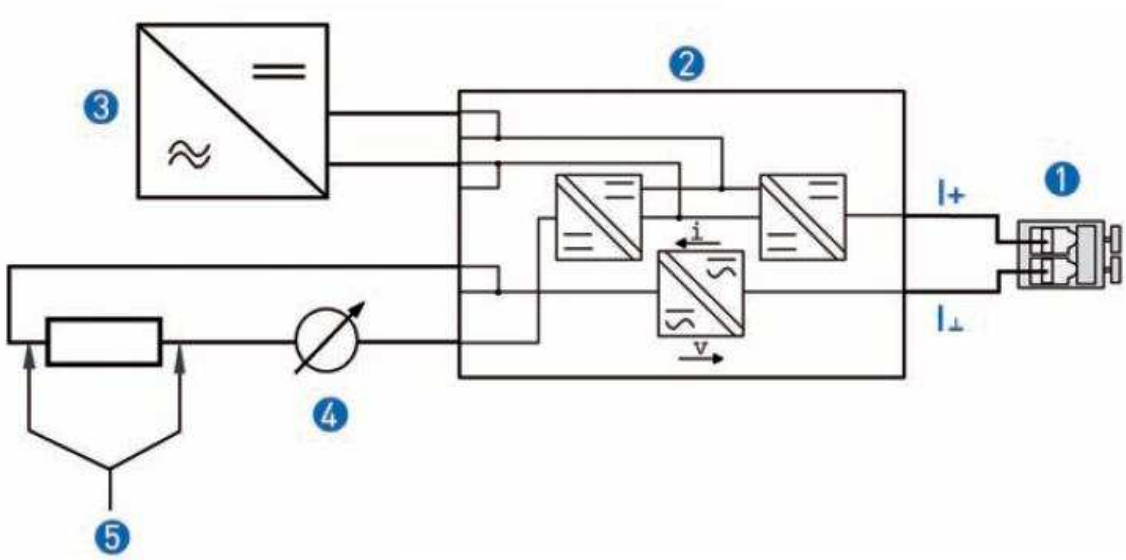
Indicador M10 - Conexión de bornes I

1. Conexión de bornes
2. Energía auxiliar de 12 a 32 V CC
3. Señal de medición de 4 a 20 mA
4. Carga externa, comunicación HART™

Conexión de comunicación:

El modo de conexión con otros dispositivos debe concebirse con gran cuidado. En algunos casos, las conexiones internas de estos aparatos (por ejemplo, GND con PE, bucles de masa) pueden crear potenciales de tensión no permitidos que pueden afectar al funcionamiento del convertidor de medición o al de otros dispositivos conectados. Si esto ocurre, se recomienda utilizar un tensión baja de funcionamiento con una separación galvánica segura (PELV).Si esto ocurre, se recomienda utilizar un tensión baja de funcionamiento con una separación galvánica segura (PELV).

El componente de comunicación HARTTM Si se realiza una comunicación HARTTM con el M10, esto no afectará en modo alguno a la transmisión analógica de valores de medición (4 a 20 mA).



Tensión de alimentación M10 con separación galvánica

1. Conexión de bornes
2. Separador de alimentación del convertidor de medición con separación galvánica
3. Señal de medición de 4 a 20 mA
4. Carga externa, comunicación HART™

Elementos de Mando

El instrumento de medición se maneja con la tapa del lado frontal abierta a través de las teclas mecánicas o, con la tapa cerrada, a través del pasador magnético.

Las teclas mecánicas de mando y las teclas de mando para el pasador magnético funcionan de forma idéntica. Para describir las funciones de mando en esta documentación, las teclas se presentan como símbolo.

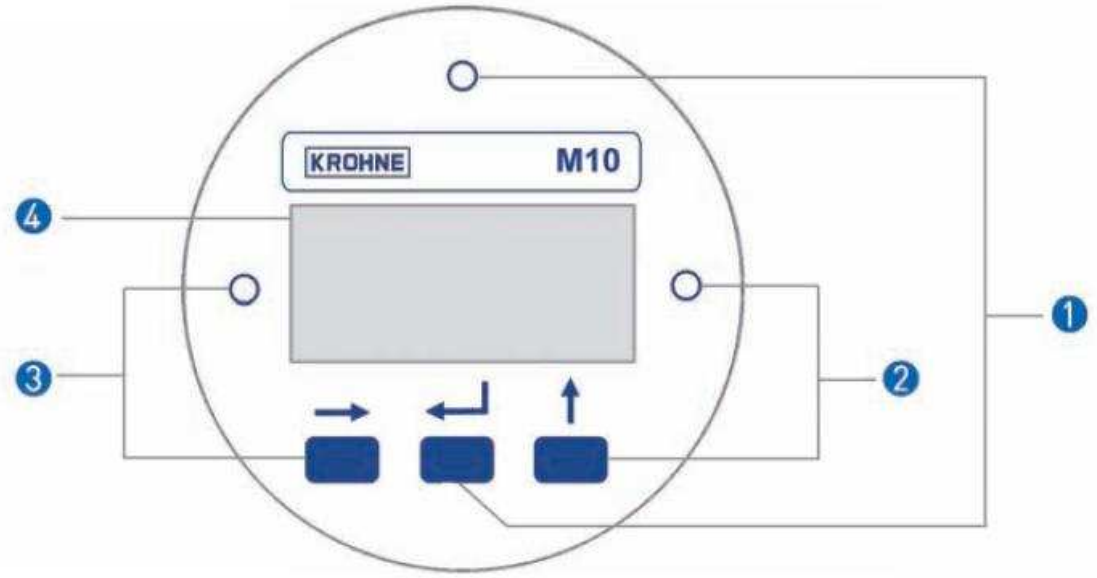


Figure 1: **Elementos de mando y visualización**

1. Tecla Intro (circuito del pasador magnético)
2. Tecla Avance (circuito del pasador magnético)
3. Tecla derecha (circuito del pasador magnético)
4. Pantalla

→	Cambia del modo de medición al modo de menú
	Cambia al nivel de menú inmediatamente inferior.
	Abre el elemento de menú y activa el modo de modificación.
	En el modo de modificación: Mueve el cursor una posición hacia la derecha; al llegar a la última posición, el cursor vuelve a colocarse al principio.
↑	**En el modo de medición:** Cambia entre los valores medidos y los mensajes de error.
	Cambia entre los diversos elementos de un nivel de menú.
	En el modo de modificación: Modifica parámetros o ajustes; recorre los signos existentes; desplaza el punto decimal a la derecha.
↵	Cambia al nivel de menú inmediatamente superior.
	Regresa al modo de medición; el sistema pregunta si desean adoptarse lo cambios.

Descripción de la función de las teclas de mando

Funciones principales

Aunque el equipo dispone de mas funciones, se presenta las principales.

Nivel	Denominación	Explicación
1.4	TIME CONST	Constante de tiempo, valor de amortiguación
1.5.2	ERROR	Indicador de error Ja: los mensajes de error se borran Nein: los mensajes de error se suprimen.
2.1	4-20mA OUTP	Compruebe la salida de corriente
2.2 - 2.4	OUTPUT B	Compruebe las salidas de conmutación y las entrada RESET
3.1	LANGUAGE	Selección del idioma del menú
3.13.1	FLOW	Caudal máximo El valor ajustado se representa en la salida analógica de corriente mediante 20 mA. Si el valor actual supera el valor predefinido, aparece una alarma.

Funciones más importantes

Unidades de medición

Magnitudes de medición	Unidades				Sustancias de medición
Volumen	m^3/s	m^3/min	m^3/h	m^3/d	Líquidos, vapores y gases
	L/s	L/min	L/h	-	
	ft^3/s	ft^3/min	ft^3/h	ft^3/d	
	gal/s	gal/min	gal/h	gal/d	
	bb/s	bb/min	bb/h	bb/d	
	ImpGal/s	ImpGal/min	ImpGal/h	ImpGal/d	
Masa	g/s	g/min	g/h	-	Líquidos, vapores y gases
	kg/s	kg/min	kg/h	kg/d	
		t/min	t/h	t/d	
	lb/s	lb/min	lb/h	-	
	--	t/min corto	t/h corto	t/d corto	
	-	-	t/h largo	t/d largo	

Parámetros del fabricante

Menú	Función	Configuración
1.1.1	Valor de conmutación B1	0.0
1.1.2	Histéresis B1	0.0
1.2.1	Valor de conmutación B2	0.0
1.2.2	Histéresis B2	0.0
1.3	Pantalla	Caudal
1.4	Constante de tiempo	3 s
1.5.1	Restablecer contador	NO
1.5.2	Restablecer error	NO
3.1	Idioma	ESPAÑOL
3.2	Función B1	INACTIVO
3.3	Contacto B1	ABRIDOR
3.4	Función B2	INACTIVO
3.5	Contacto B2	ABRIDOR
3.6	Anchura del impulso	100 ms
3.7	Impulso / Unidad	001 / Litro
3.8	Función B3	INACTIVO
3.9	Dirección de interrogación Multi Drop	0
3.12	Corriente de alarma	OFF
3.13.1	Unidad de caudal	consulte la placa identificadora de tipo
3.13.2	Unidad contadora	derivada de la unidad de caudal
3.14	SMU	6% ON 4% OFF
3.15	Código de entrada	NO

Principio de funcionamiento

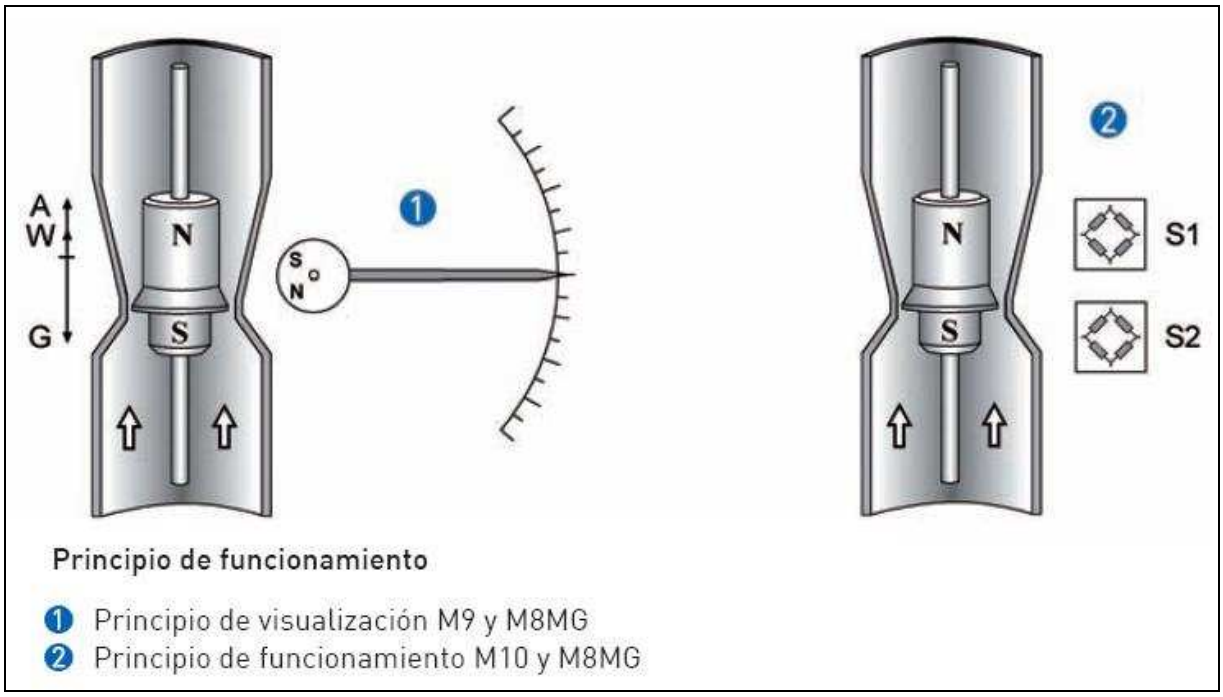
El caudalímetro funciona según el principio de área variable.

El componente de medición consta de un cono de metal en el que el cuerpo flotante puede

moverse de un lado a otro.

El caudalímetro se somete a circulación de abajo arriba.

El cuerpo flotante se ajusta de tal modo que la fuerza ascensional A que le afecta, la resistencia de forma W y su peso G se encuentren en equilibrio: **G = A + W**



En los indicadores M10 el ajuste de altura dependiente del caudal del cuerpo flotante del componente de medición se transfiere a los sensores S1 y S2 del indicador electrónico a través de un acoplamiento magnético.

El cuerpo flotante guiado se ajusta de tal modo que la fuerza de flujo que le afecta y la fuerza de resorte opuesta se encuentren en equilibrio.

El ajuste dependiente del caudal del cuerpo flotante del componente de medición se muestra en una escala mediante un acoplamiento magnético.

Características generales

Ámbito de aplicación	Medición del caudal de líquidos, gases y vapores
Modo de trabajo / Principio de medición	Principio de medición de área variable
Precisión de medición H250 /RR /HC /F	± 1,6% según la directiva VDI / VDE 3513, Hoja 2
Precisión de medición H250/C (cerámica, PTFE)	± 2,5% según la directiva VDI / VDE 3513, Hoja 2
Recorrido de entrada	≥ 5 x DN
Recorrido de salida	≥ 3 x DN
Presión de servicio PS	hasta 3.000 bar según Directiva 97/23/CE del 29 de abril de 1999
Presión de comprobación PT	según la Directiva de aparator a presión 97/23/CE o AD 2000-HP 30
Presión de servicio mín. necesaria	dos veces más grande que la pérdida de presión (véanse márgenes de medición)
Se recomienda la amortiguación del cuerpo flotante al medir el gas:	
DN 15 / ½"	Presión de servicio inferior a 0,3 bar
DN 25 / 1"	Presión de servicio inferior a 0,3 bar
DN 50 / 2"	Presión de servicio inferior a 0,2 bar
DN 80 / 3"	Presión de servicio inferior a 0,2 bar
DN 100 / 4"	Presión de servicio inferior a 0,2 bar

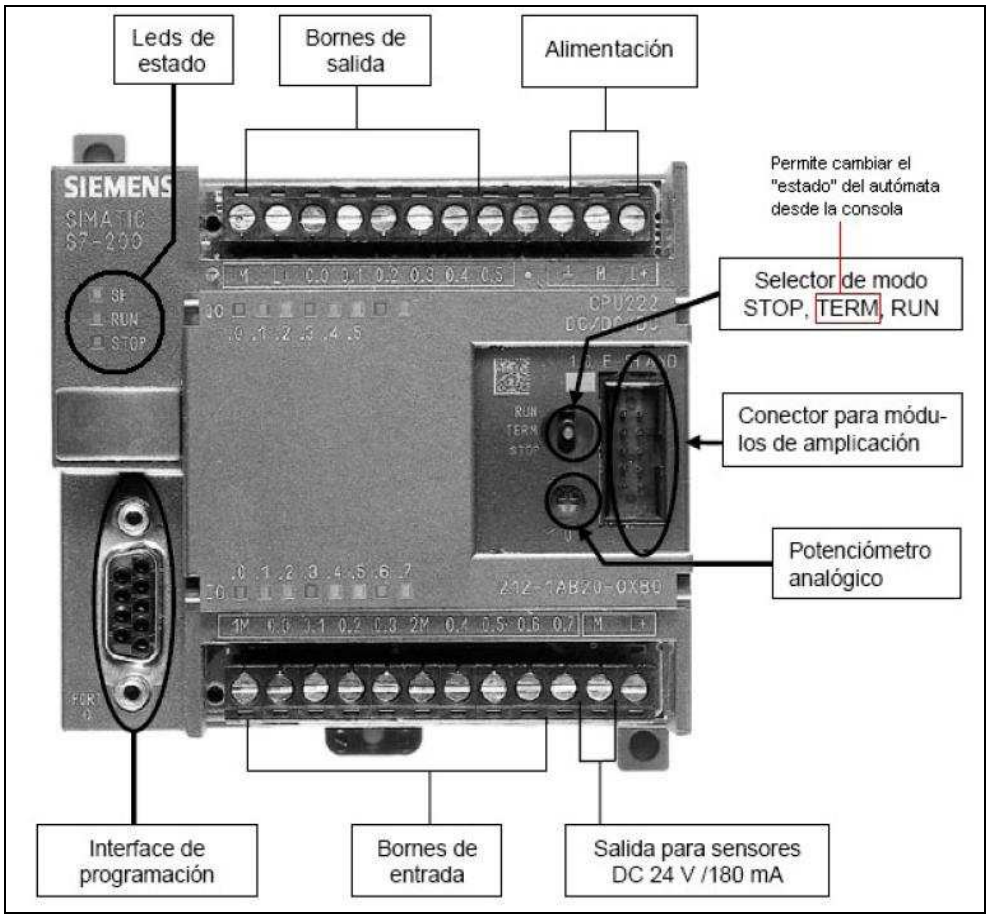
Materiales

RR - Acero inoxidable, HC - Hastelloy, C - Cerámica/PTFE, F - Alimento					
Aparato	Tubo de medición	Brida / Lámina de estanqueidad	Cuerpo flotante	Captador / Guía	Diafragma circular
H250/RR	Acero CrNi 1.4404, ❶	Acero CrNi 1.4404 macizo, ❶	Acero CrNi 1.4404, ❶	Acero CrNi 1.4404, ❶	-
H250/HC	Hastelloy C4 (2.4610)	Acero CrNi 1.4571 con Hastelloy C4 (2.4610) metalizado, ❶	Hastelloy C4 (2.4610)	Hastelloy C4 (2.4610)	-
H250/C ❷	Acero CrNi 1.4671, con revestimiento de PTFE ❸	Acero CrNi 1.4671, con revestimiento de PTFE ❸	HC4, PTFE o Al2O3 con junta: Kalrez® KLR 6375 ❹	Al2O3 y PTFE	Al2O3
H250/F ❺	Acero CrNi 1.4435	Acero CrNi 1.4435	Acero CrNi 1.4435	Acero CrNi 1.4435	-

❶ si se desea puede suministrarse acero CrNI 1.4571, en el caso de conexiones de apriete, acero CrNI 1.4435
❷ DN100 / 4" sólo PTFE
❸ PTFE TFM (no conductivo eléctricamente)
❹ opcional con junta Kalrez® 2035 o 4079
❺ Superficies en contacto con la sustancia de medición Ra ≤ 0,8 µm

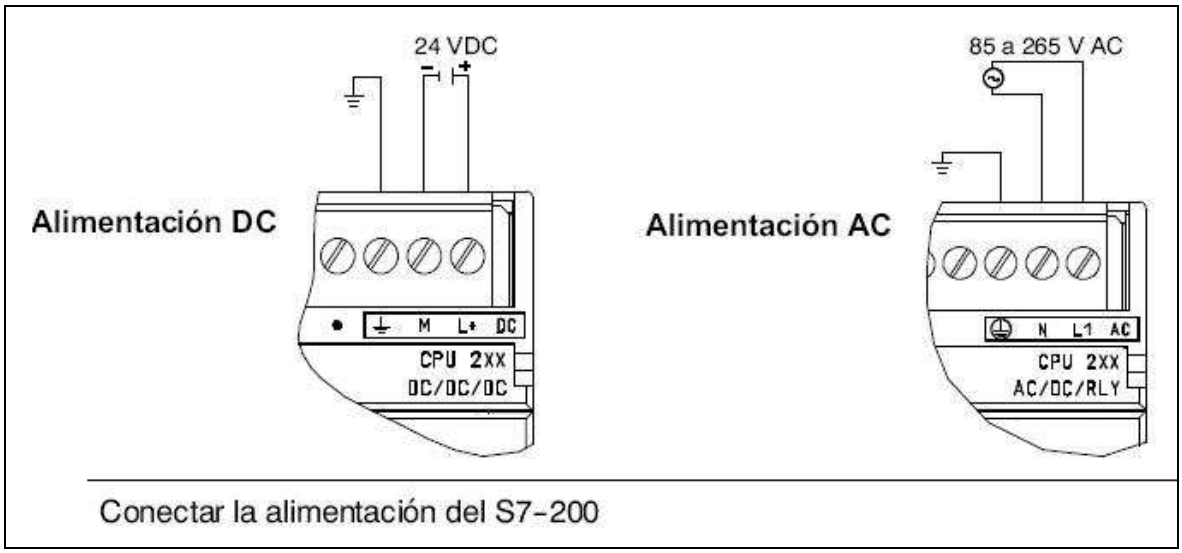
D.2. Autómata, Siemens S7-200

En la figura se puede observar la apariencia externa que presenta un autómata de la familia S7-200.



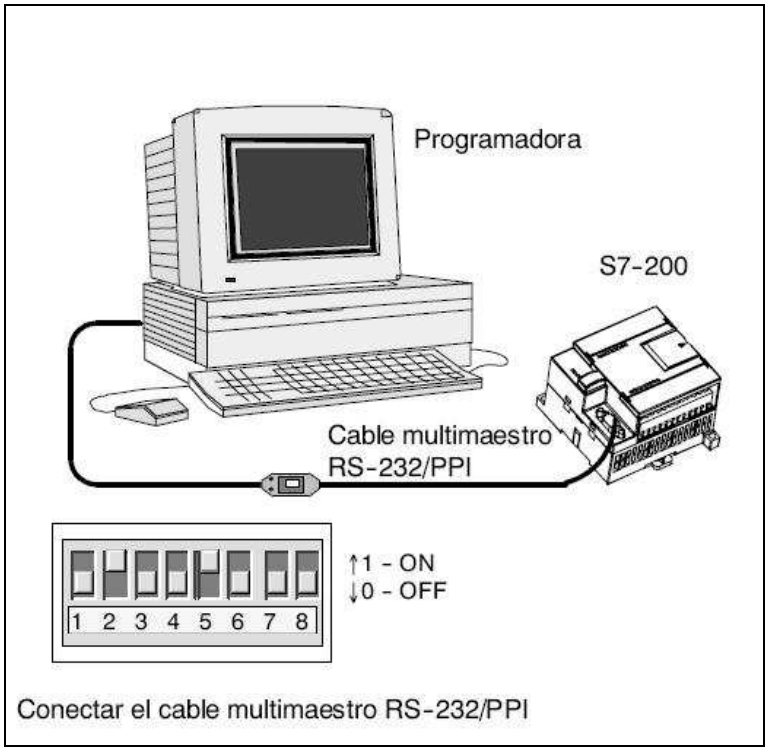
Conexión eléctrica

Es preciso conectar el S7--200 a una fuente de alimentación. La figura muestra el cableado de una CPU S7--200 con alimentación DC o AC.



Conectar la alimentación del S7-200

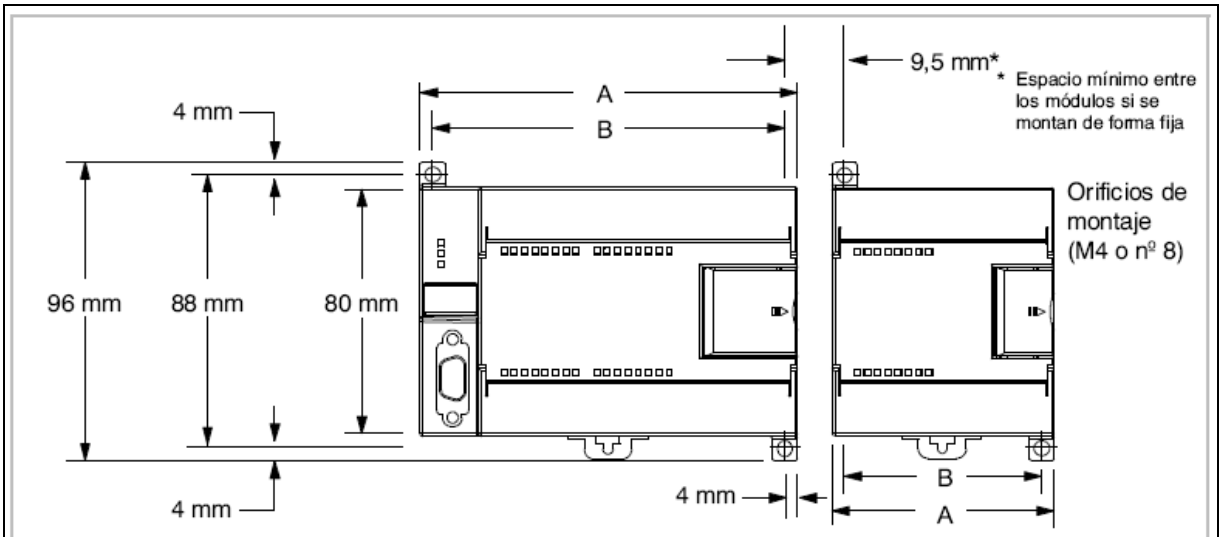
Conexión a PC



Conectar el cable multimaestro RS-232/PPI

Dimensiones de montaje

Las CPUs S7--200 y los módulos de ampliación disponen de orificios para facilitar el montaje en paneles. En la tabla figuran las dimensiones de montaje.



Módulo S7-200	Ancho A	Ancho B
CPU 221 y CPU 222	90 mm	82 mm
CPU 224	120,5 mm	112,5 mm
CPU 224XP, CPU 224XPsi	140 mm	132 mm
CPU 226	196 mm	188 mm
Módulos de ampliación: 4 y 8 E/S DC y E/S de relé (8I 4Q, 8Q, 4I/4Q) y salidas analógicas (2 AQ)	46 mm	38 mm
Módulos de ampliación: 16 E/S digitales (16I, 8I/8Q), E/S analógicas (4AI, 8AI, 4AQ, 4AI/1AQ), RTD, Termopar, PROFIBUS, Ethernet, Internet, AS-Interface, 8 E/S AC (8I and 8Q), Posición y Módem	71,2 mm	63,2 mm
Módulos de ampliación: 32 E/S digitales (16I/16Q)	137,3 mm	129,3 mm
Módulos de ampliación: 64 E/S digitales (32I/32Q)	196 mm	188 mm

Montaje en un panel

1. Posicione y taladre los orificios de montaje (M4 o estándar americano nº 8) conforme a las dimensiones indicadas en la tabla.

2. Atornille el / los módulo(s) al panel utilizando los tornillos apropiados.

3. Si desea montar un módulo de ampliación, enchufe el cable plano en el conector del módulo (ubicado debajo de la tapa frontal).

Montaje en un raíl DIN:

1. Atornille el raíl DIN al panel de montaje dejando un espacio de 75 mm entre tornillo y tornillo.

2. Abra el gancho de retención (ubicado en el lado inferior del módulo) y enganche la parte posterior del módulo en el raíl DIN.

3. Si desea montar un módulo de ampliación, enchufe el cable plano en el conector del módulo (ubicado debajo de la tapa frontal).

4. Gire el módulo hacia abajo hacia el raíl DIN y cierre el gancho de retención. Vigile que el módulo se haya enganchado correctamente en el raíl. Para evitar deterioros en el módulo, oprima la orejeta del orificio de montaje en vez presionar directamente sobre el lado frontal del módulo.

Leer las entradas

Entradas digitales: Al principio de cada ciclo se leen los valores actuales de las entradas digitales y se escriben luego en la imagen de proceso de las entradas.

Entradas analógicas: El S7--200 no actualiza las entradas analógicas de los módulos de

ampliación como parte del ciclo normal, a menos que se haya habilitado la filtración de las mismas. Existe un filtro analógico que permite disponer de una señal más estable. Este filtro se puede habilitar para cada una de las entradas analógicas.

Si se habilita la filtración de una entrada analógica, el S7--200 actualiza esa entrada una vez por ciclo, efectúa la filtración y almacena internamente el valor filtrado. El valor filtrado se suministra cada vez que el programa accede a la entrada analógica.

Si no se habilita la filtración, el S7--200 lee de los módulos de ampliación el valor de la entrada analógica cada vez que el programa de usuario acceda a esa entrada.

Las entradas analógicas AIW0 y AIW2 incorporadas en la CPU 224XP se actualizan en cada ciclo con el resultado más reciente del convertidor analógico/digital. Este

convertidor es de tipo promedio (sigmadelta) y, por lo general, no es necesario filtrar las entradas en el software.

Ejecutar el programa

Durante esta fase del ciclo, el S7--200 ejecuta el programa desde la primera operación hasta la última (= Finalizar programa). El control directo de las entradas y salidas permite acceder directamente a éstas mientras se ejecuta el programa o una rutina de interrupción.

Si se utilizan interrupciones, las rutinas asociadas a los eventos de interrupción se almacenan como parte del programa. Las rutinas de interrupción no se ejecutan como parte del ciclo, sino sólo cuando ocurre el evento (en cualquier punto del ciclo).

Procesar las peticiones de comunicación

Durante esta fase del ciclo, el S7--200 procesa los mensajes que haya recibido del puerto de comunicación o de los módulos de ampliación inteligentes.

Efectuar el autodiagnóstico de la CPU

Durante el autodiagnóstico, el S7--200 comprueba el funcionamiento correcto de la CPU y el estado de los módulos de ampliación.

Escribir las salidas digitales

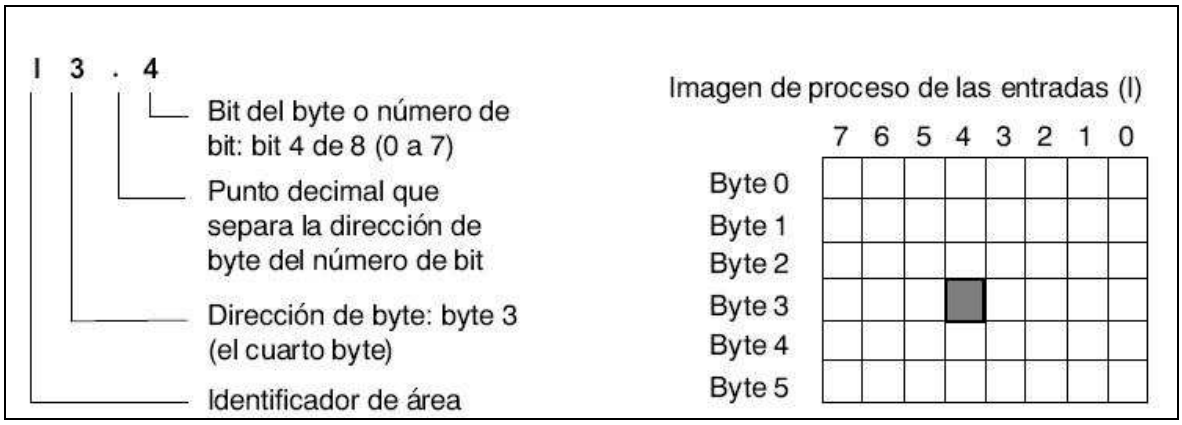
Al final de cada ciclo, el S7--200 escribe los valores de la imagen de proceso de las salidas en las salidas digitales. (Las salidas analógicas se actualizan de inmediato, independientemente del ciclo.)

Acceder a los datos del S7—200

El S7--200 almacena información en diferentes áreas de la memoria que tienen direcciones unívocas. Es posible indicar explícitamente la dirección a la que se desea acceder. El programa puede acceder entonces directamente a la información. La tabla muestra el rango de números enteros representables en los distintos tamaños de datos.

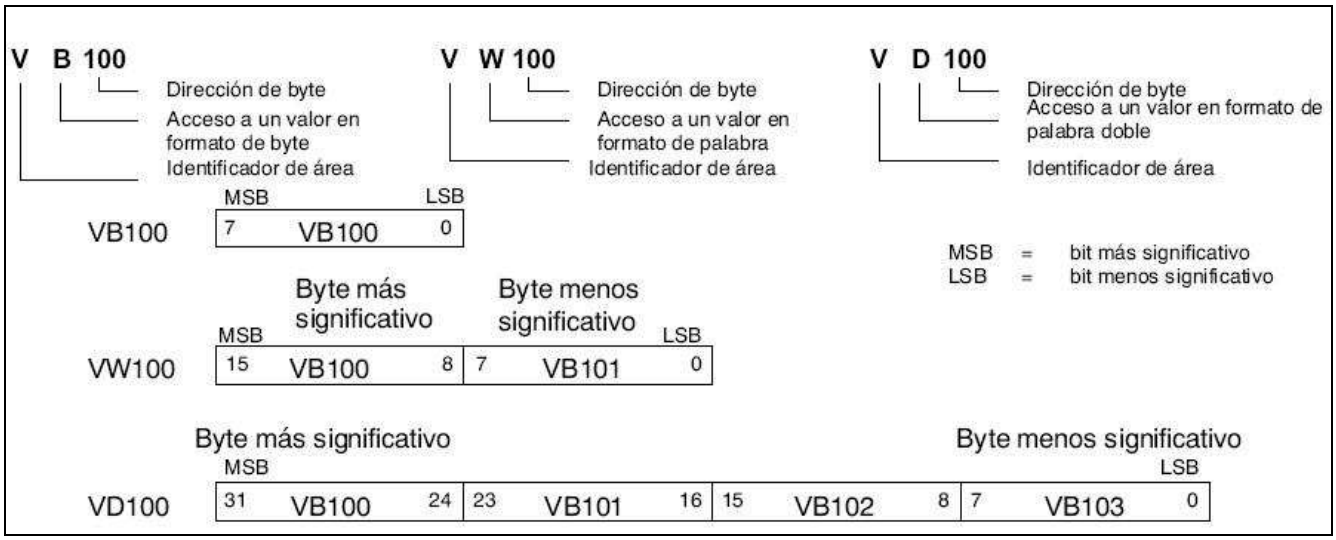
Representación	Byte (B)	Palabra (W)	Palabra doble (D)
Entero sin signo	0 a 255 0 a FF	0 a 65.535 0 a FFFF	0 a 4.294.967.295 0 a FFFF FFFF
Entero con signo	128 a +127 80 a 7F	32.768 a +32.767 8000 a 7FFF	-2.147.483.648 a +2.147.483.647 8000 0000 a 7FFF FFFF
Real IEEE de 32 bits en coma flotante	*No aplicable*	*No aplicable*	+1.175495E-38 a +3.402823E+38 (positivo) -1.175495E-38 a -3.402823E+38 (negativo)

Para acceder a un bit en un área de memoria es preciso indicar la dirección del mismo, compuesta por un identificador de área, la dirección de byte y el número de bit. La figura muestra un ejemplo de direccionamiento de un bit (denominado también direccionamiento ”byte.bit”). En el ejemplo, el área de memoria y la dirección del byte (I = entrada y 3 = byte 3) van seguidas de un punto decimal (”.”) que separa la dirección del bit (bit 4).



Utilizando el formato de dirección de byte se puede acceder a los datos de la mayoría de las áreas de memoria (V, I, Q, M, S, L y SM) en formato de bytes, palabras o palabras dobles.

La dirección de un byte, de una palabra o de una palabra doble de datos en la memoria se especifica de forma similar a la dirección de un bit. Esta última está compuesta por un identificador de área, el tamaño de los datos y la dirección inicial del valor de byte, palabra o palabra doble, como muestra la figura.



Acceder a los datos en las áreas de memoria

Imagen de proceso de las entradas: I

El S7--200 lee las entradas físicas al comienzo de cada ciclo y escribe los correspondientes valores en la imagen de proceso de las entradas. A ésta última se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble:

Bit: I*[direcc. byte].[direcc. bit]* I0.1

Byte, palabra o palabra doble: I*[tamaño][direcc. byte inicial]* IB4

Imagen de proceso de las salidas: Q

Al final de cada ciclo, el S7--200 copia en las salidas físicas el valor almacenado en la imagen de proceso de las salidas. A ésta última se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble:

Bit: Q*[direcc. byte].[direcc. bit]* Q1.1

Byte, palabra o palabra doble: Q*[tamaño][direcc. byte inicial]* QB5

Memoria de variables: V

La memoria de variables (memoria V) se puede utilizar para almacenar los resultados intermedios calculados por las operaciones en el programa. La memoria V también permite almacenar otros datos relativos al proceso o a la tarea actuales. A la memoria V se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble:

Bit: V*[direcc. byte].[direcc. bit]* V10.2

Byte, palabra o palabra doble: V*[tamaño][direcc. byte inicial]* VW100

Área de marcas: M

El área de marcas (memoria M) se puede utilizar como relés de control para almacenar el estado inmediato de una operación u otra información de control. Al área de marcas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble:

Bit: M*[direcc. byte].[direcc. bit]* M26.7

Byte, palabra o palabra doble: M*[tamaño][direcc. byte inicial]* MD20

Entradas analógicas: AI

El S7--200 convierte valores reales analógicos (p. ej. temperatura, tensión, etc.) en valores digitales en formato de palabra (de 16 bits). A estos valores se accede con un identificador de área (AI), seguido del tamaño de los datos (W) y de la dirección del byte inicial. Puesto que las entradas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (p. ej. 0, 2, 4, etc.), es preciso utilizar direcciones con bytes pares (p. ej. AIW0, AIW2, AIW4, etc.) para acceder a las mismas. Las entradas analógicas son valores de sólo lectura.

Formato: AIW*[direcc. del byte inicial]* AIW4